



Universidade Católica do Salvador

Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação

Programa de Pós-Graduação em Planejamento Ambiental

Mestrado Profissional em Planejamento Ambiental

FRANCISCO PIMENTA JUNIOR

**NUCLEAÇÃO COMO PRECURSORA NA RESTAURAÇÃO DE
ÁREAS DEGRADADAS E NO FORNECIMENTO DE SERVIÇOS
AMBIENTAIS EM ÁREAS VERDES URBANAS**

Salvador

2017

FRANCISCO PIMENTA JUNIOR

**NUCLEAÇÃO COMO PRECURSORA NA RESTAURAÇÃO DE
ÁREAS DEGRADADAS E NO FORNECIMENTO DE SERVIÇOS
AMBIENTAIS EM ÁREAS VERDES URBANAS**

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Planejamento Ambiental do Programa de Pós-Graduação em Planejamento Ambiental da Universidade Católica do Salvador, como requisito parcial para a obtenção do Grau de Mestre.

Professor Orientador: Dr. Moacir Santos Tinoco, PhD.
Professora Coorientadora: Dra. Laila Nazem Mourad

Salvador
2017

Ficha Catalográfica. UCSal. Sistema de Bibliotecas

P664 Pimenta Junior, Francisco
Nucleação como precursora na restauração de áreas degradadas e no fornecimento de serviços ambientais em áreas verdes urbanas. / Francisco Pimenta Junior. -- Salvador, 2017.
77 f.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Católica do Salvador. Superintendência de Pesquisa e Pós-Graduação. Mestrado Profissional em Planejamento Ambiental.

Orientador: Prof^o. Dr. Moacir Santos Tinoco
Coorientadora: Prof^a. Dr. Laila Nazem Mourad

1. Serviços Ecosistêmicos. 2. Recuperação de Áreas Degradadas. 3. Técnicas Nucleadoras. I. Universidade Católica do Salvador. Superintendência de Pesquisa e Pós-Graduação. II. Tinoco, Moacir Santos - - Orientador. III. Mourad, Laila Nazem -- Coorientadora. IV. Título.

CDU 504.06



Universidade Católica do Salvador

Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Programa de Pós-Graduação em Planejamento Ambiental
Mestrado Profissional em Planejamento Ambiental

TERMO DE APROVAÇÃO

FRANCISCO PIMENTA JUNIOR

NUCLEAÇÃO COMO PRECURSORA NA RESTAURAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS E NO FORNECIMENTO DE SERVIÇOS AMBIENTAIS EM ÁREAS VERDES URBANAS

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de mestre em Planejamento Ambiental da Universidade Católica do Salvador.

Salvador, 22 de agosto de 2017

Banca Examinadora

Prof. Dr. Moacir Santos Tinoco

Universidade Católica do Salvador - UCSAL
Doutor em Biologia da Conservação

Prof^a. Dr^a. Laila Nazem Mourad

Universidade Católica do Salvador - UCSAL
Doutora em Arquitetura e Urbanismo

Prof^a. Dr^a. Cristina Maria Macêdo de Alencar

Universidade Católica do Salvador - UCSAL
Doutora em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade

Prof^a. Dr^a. Roseane Simões Palavizini

Universidade Federal da Bahia - UFBA
Doutora em Engenharia Ambiental

Salvador

2017

Dedico este trabalho aos meus filhos: Fernando, meu astuto curioso; e a Artur, meu valente explorador.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Guida e Francisco e meus irmãos Denise, Rogério e Marco que sempre me inspiraram a estudar, que acreditam e torcem pelo meu sucesso. Esse apoio é essencial para mim.

À Valéria, meu amor, companheira e parceira no afrente dos desafios diários da vida, mas também apreciadora dos bons momentos de carinho, alegria, risos... Te amo!

À V&S Ambiental, toda a equipe, em especial a Dra. Bernadete, pela oportunidade de trabalhar numa empresa que contribui para que outras empresas ampliem sua percepção sobre o meio ambiente.

Aos meus orientadores, professora Laila e professor Moacir, muito obrigado pela orientação, paciência, apoio e principalmente pela oportunidade.

Aos meus amigos, pelo apoio e incentivo inigualável, por entenderem minha falta de tempo, por cada momento de descontração. Aos meus amigos biólogos Rogério e Nid pela ajuda na identificação das plântulas.

A Universidade Católica do Salvador, casa em que me graduei e que agora retorno pela incessante necessidade por conhecimento.

A todos os professores do programa do Mestrado em Planejamento Ambiental, por expandir meus conhecimentos, importantes ferramentas para a minha formação acadêmica e científica.

“Não existem métodos fáceis para resolver problemas difíceis”

René Descartes

RESUMO

Esta dissertação trata do uso de técnicas nucleadoras na recuperação de áreas degradadas em áreas urbanas fim de promover serviços ambientais, diante da necessidade da conservação e do uso de técnicas inovadoras na recuperação. A expansão urbana contribui para o aumento gradativo das áreas degradadas, contribuindo para a fragmentação de ecossistemas e perdas em biodiversidade. A não gestão de áreas degradadas contribui para incremento de áreas improdutivas, a formação de processos erosivos, empobrecimento do solo e comprometimento de áreas adjacentes às áreas degradadas. Existem modelos de recuperação dessas áreas, que se baseiam em especial no plantio de mudas, com o foco mais dendrológico e que adota práticas de silvicultura, no entanto vem se discutindo o uso de modelos de restauração que buscam o retorno da estabilidade e integridade biológica, sendo esta técnica denominada de nucleação, baseada em processos ecológicos. Também é importante proporcionar meios de subsistência e serviços ambientais das terras degradadas, identificando possíveis medidas que acentue a recuperação e os serviços ambientais prestados. Com esse enfoque, o presente trabalho tem como objetivo verificar o potencial da nucleação no fornecimento de serviços ambientais e na recuperação de áreas degradadas em áreas urbanas. O trabalho é composto por três capítulos que tratam dos serviços ambientais, de métodos iniciais de restauração e de uma proposta de protocolo de avaliação de serviços ambientais na recuperação de áreas degradadas em áreas urbanas, respectivamente. No trabalho verifica-se que a nucleação possui um potencial muito expressivo no fornecimento de serviços ambientais, ainda que através de práticas simples como a transposição de solo e serapilheira, no entanto os planos e programas de recuperação devem estar alinhados com a vocação e a necessidade da área degradada e do contexto do seu entorno principalmente se tratando de áreas urbanas.

Palavras-chave: serviços ecossistêmicos, recuperação de áreas degradadas e técnicas nucleadoras.

ABSTRACT

This dissertation deals with the use of nucleating techniques in the recovery of degraded areas in urban conservation units in order to promote environmental services, in view of the need for conservation and the use of innovative recovery techniques. Urban expansion contributes to the gradual increase of degraded areas, contributing to the fragmentation of ecosystems and losses in biodiversity. The non-management of degraded areas contributes to the increase of unproductive areas, the formation of erosive processes, the impoverishment of the soil and the compromise of areas adjacent to degraded areas. There are models of recovery of these areas, which are based in particular on planting of seedlings, with a more dendrological focus and adopting silvicultural practices, however the use of restoration models that seek the return of stability and biological integrity, Being this technique called nucleation, based on ecological processes. It is also important to provide livelihoods and environmental services for degraded lands, identifying possible measures that enhance recovery and environmental services provided. With this focus, the present work aims to verify the potential of nucleation in the provision of environmental services and in the recovery of degraded areas in urban conservation units. The work consists of three chapters dealing with environmental services, initial restoration methods and a proposal for a protocol for the evaluation of environmental services in the recovery of degraded areas in urban areas, respectively. In the work, it is verified that nucleation has a very expressive potential in the provision of environmental services, although through simple practices such as soil and litter transposition, however recovery plans and programs must be in line with vocation and need of the degraded area and of the context of its environment, especially in urban conservation units.

Key words: ecosystem services, recovery of degraded areas and nucleating techniques.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Dendograma resultante da análise de agrupamento de abordagens dos serviços ecossistêmicos identificados nos artigos de técnicas nucleadoras.	27
Figura 2 – Mapa de Localização da Área de Estudo.....	40
Figura 3 – Trilha do Parque Ecológico UCSAL	41
Figura 4 – Serapilheira presente em uma das áreas de coleta	41
Figura 5 – Unidade amostral de coleta de solo	41
Figura 6 – Unidade amostral de coleta de serapilheira	41
Figura 7 – Mistura das amostras de solo e serapilheira coletadas.....	42
Figura 8 – Disposição do solo e serapilheira nas unidades amostrais (tratamentos)	42
Figura 9 – Limpeza e demarcação dos locais de tratamento	43
Figura 10 – Amostras dispostas nas unidades demarcadas	43
Figura 11 – Emergência de plântula <i>Myrcia sp.</i>	43
Figura 12 – Plântula da espécie <i>Dioclea violacea</i> Mart. ex Benth.....	43
Figura 13 – Densidade média dos indivíduos emergidos do banco de sementes e seus respectivos desvios padrões, nos dois tratamentos de nucleação aplicados em área degradada. T1 (aplicação de serapilheira) e T2 (aplicação de serapilheira + solo <i>topsoil</i>).....	45
Figura 14 – Riqueza média dos indivíduos emergidos do banco de sementes, nos dois tratamento de nucleação aplicados em área degrada. T1 (aplicação de serapilheira) e T2 (aplicação de serapilheira + solo <i>topsoil</i>)	45
Figura 15 – Passo-a-passo metodológico da avaliação	63
Figura 16 – Percentuais dos serviços ambientais, totais e por tipo, dos PRAD avaliados	67

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Síntese dos Serviços Ambientais da Avaliação Ecosistêmica do Milênio (MEA, 2005)	25
Quadro 2 – Definição dos Serviços Ambientais relacionados à Recuperação de Áreas Degradadas.....	58
Quadro 3 – Potencial de Serviços Ambientais em PRAD	62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Indicadores de Avaliação dos Serviços Ambientais na Recuperação de Áreas Degradadas	60
Tabela 2 – Classificação dos indicadores de Potencial de Serviço Ambiental dos PRAD avaliados	66

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AL	Provisionamento de alimentos
AP	Água potável
CB	Controle biológico
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
CR	Controle de resíduos
FI	Fibras/madeira
FS	Fertilidade do solo
Ha	Hectare
MEA	Millennium Ecosystem Assessment
PA	Purificação da água
PD	Prevenção de desastres
PDDU	Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano
PE	Prevenção da erosão
PMP	Parque Metropolitano de Pituacú
PO	Polinização
PRAD	Plano de Recuperação de Áreas Degradadas
PSA	Pagamento por Serviços Ambientais
RA	Regulação da qualidade do ar
RC	Regulação do clima
RF	Regulação dos fluxos de água
RG	Recursos genéticos
RM	Recursos medicinais
RO	Recursos ornamentais
RT	Recreação e turismo
T	Testemunha
T1	Tratamento Um
T2	Tratamento Dois
UCSAL	Universidade Católica do Salvador
UC	Unidades de Conservação
UD	Unidades Demonstrativas
Un	Unidade

VC	Valores educacionais/culturais
VE	Valores estéticos
VR	Valores espirituais e religiosos

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 OBJETIVOS	20
2.1 Objetivo Geral.....	20
2.2. Objetivos Específicos.....	20
CAPÍTULO 1 – Serviços Ambientais na Recuperação de Áreas Degradadas Através da Nucleação	21
1. Introdução.....	21
2. Objetivo.....	23
3. Metodologia	23
4. Resultado.....	26
5. Discussão	27
6. Considerações Finais	31
Referências.....	33
CAPÍTULO 2 – Avaliação de Dois Métodos de Nucleação no Recrutamento de Plântulas.....	37
1. Introdução.....	37
2. Objetivo.....	39
3. Metodologia	39
4. Resultado.....	44
5. Discussão	46
6. Considerações Finais	48
Referências.....	49
CAPÍTULO 3 – Proposta de Indicadores para Protocolo de Avaliação do Potencial de Prestação de Serviços Ambientais por Programas de Recuperação de Áreas Degradadas em Áreas Verdes Urbanas.....	53
1. Introdução.....	53

2. Objetivo.....	56
3. Proposição de Requisitos para Avaliação dos Serviços Ambientais	56
3.1 Programas de Recuperação de Áreas Degradadas.....	56
3.2 Serviços Ambientais Avaliados	57
3.3 Protocolo de Avaliação.....	59
3.4 Classificação do PRAD	62
3.5 Passo-a-passo da Avaliação do Potencial	63
3.5 Estudo de Caso.....	64
4. Considerações Finais	67
Referências.....	69
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS	72
REFERÊNCIAS.....	74

1 INTRODUÇÃO

Os interesses coletivos da sociedade nas grandes cidades em muitos casos são contraditórios e acabam resultando em desequilíbrio ambiental, principalmente pela incipiência das ações relativas à conservação dos remanescentes florestais. A urbanização vem gerando alterações significativas ao meio ambiente, Matias e Caporusso (2009) cita que para preservação da qualidade ambiental urbana é fundamental considerar a vegetação e as áreas verdes, pois propiciam e elevam a qualidade ambiental e de vida da população, amenizando as consequências negativas da urbanização. Todavia, as diferentes necessidades e percepções dos espaços verdes urbanos pelos seus habitantes, acarretam inúmeros impactos negativos às florestas urbanas (PORFÍRIO et al.,2006). Essa degradação gera prejuízos ambientais e econômicos, que se tornam mais complexos e onerosos com o passar do tempo.

Ainda que seja reconhecida a importância das unidades de conservação em áreas urbanas, muitas vezes a gestão desses espaços não é realizada de forma concisa, sendo que problemas ambientais não são tratados ou mitigados. O desinteresse da gestão municipal ou estadual e as verbas limitadas acabam por não propiciar ações de proteção e recuperação das áreas degradadas dessas UC (REZENDE et al, 2012). No entanto, há oportunidades em que a iniciativa privada, por meio de medidas compensatórias, realiza ações de recuperação nas UC ou em áreas verdes urbanas, tendo como objetivo principal o convencional plantio de mudas.

O modelo convencional pula fases iniciais da sucessão, dando preferência ao plantio de espécies com um número determinado de indivíduos, em que se busca alcançar uma condição de clímax o mais rapidamente possível, removendo o sub-bosque e inibindo interações planta-animal. Essa convenção pode estagnar a sucessão natural, prejudicando processos essenciais de regeneração de florestas (BECHARA et al., 2005; REIS; TRES; BECHARA, 2006). As florestas restauradas devem ser consideradas como elemento capaz de aumentar a probabilidade de persistência das espécies nativas nas paisagens antropizadas, proporcionando a reintrodução destas. Estas novas áreas de habitat florestal contribuem com a conectividade estrutural e

funcional da paisagem, além de minimizar os efeitos de borda, promovendo fluxos ecossistêmicos (TABARELLI et al., 2010).

Segundo a *Society for Ecological Restoration* – SER (2004), a restauração ecológica é o processo de assistência à recuperação de um ecossistema degradado, danificado ou destruído. Esta prática necessita de muitos incrementos para que alcance a efetividade necessária, principalmente em regiões com florestas tropicais e subtropicais com elevada biodiversidade, pois os remanescentes estão em boa parte inseridos em paisagens sob forte processo de fragmentação e degradação (BRANCALION et al., 2010).

Há duas tendências principais relacionadas à reparação dos danos ambientais. Um grupo considera que o termo restauração significa o retorno exatamente ao estado original do ecossistema, o que é intangível, optando assim por adotar o termo recuperação. O outro grupo corrobora que o retorno às condições primitivas é impossível, mas que não deve ser este o objetivo principal da restauração, ao contrário, a capacidade de mudança temporal dos ecossistemas é vista como um atributo desejável. Por isso, este último, deve ser fomentado, acentuando a restauração da sua integridade ecológica, biodiversidade e estabilidade em longo prazo (ENGEL; PARROTA, 2008).

De acordo com Reis et al. (2003), a nucleação é a formação de núcleos de diversidade que contribuem para o aumento do ritmo da sucessão, em que a resiliência ambiental, que é a capacidade de recuperação, pode ser promovida com o poder restaurador deste método. As técnicas nucleadoras formam micro-habitats em núcleos onde são oferecidas, para as diferentes formas de vida e novos nichos ecológicos, condições de abrigo, alimentação e reprodução, que num processo de aceleração da sucessão irradiam diversidade por toda a área (REIS et. al., 2003).

A nucleação através da transposição do banco de sementes configura-se como uma alternativa viável para estimular a sucessão florestal em áreas degradadas. As espécies arbóreas pioneiras, abundantes no banco de sementes, têm sua germinação estimulada quando transferidas para áreas abertas e solos expostos, assim

contribuindo para uma rápida colonização (RODRIGUES; MARTINS; LEITE, 2010). Todavia, para alcance de uma estrutura arbórea ao que se assemelhe às florestas tropicais, a nucleação aplicada requer um tempo maior. Embora represente uma base para a formação de comunidades vegetacionais que podem futuramente atuar como novos núcleos funcionais dentro de uma paisagem fragmentada (REIS et al., 2014).

A transposição de solo, devido ao banco de sementes, tem um rápido efeito e alto potencial no restabelecimento das interações entre plantas e animais viabilizando a inserção de todas as formas de vida com uma rápida cobertura de solo. Em seguida as espécies herbáceo-arbustivas e arvoretas pioneiras atraem a fauna disseminadora de sementes, tornando-se uma estratégia importante a ser utilizada na restauração (BECHARA, 2006). Em alguns estudos realizados, o sistema de nucleação foi aplicado em tipos diferentes de fitofisionomias, como Floresta Estacional (Mata Atlântica), Cerrado, Restinga (BECHARA, 2006) e também Floresta Ombrófila (ZANETI, 2008). Isso mostra que as técnicas nucleadoras são estratégias eficientes na restauração ecológica.

O reestabelecimento dos serviços ambientais das áreas verdes urbanas, principalmente nas unidades de conservação, é imprescindível, pois sendo ou não sendo áreas protegidas e legalmente instituída pelo Poder Público com objetivos de conservação e limites definidos, precisam que sejam aplicadas garantias adequadas para sua proteção. O Parque Metropolitano do Pituáçu (PMP) é um bom exemplo, criado em 4 de setembro de 1973 pelo Decreto Nº 23.666, sobretudo pela necessidade de novas áreas verdes na Região Metropolitana de Salvador. Em sua fundação detinha 660 hectares e atualmente possui uma área inferior a 390 hectares, essa redução de área deve-se às intervenções históricas em seu entorno (ALELUIA et al. 2015).

Dessa maneira, ainda que as áreas verdes urbanas exerçam uma gama de serviços ambientais, estes serviços perdem a vitalidade no contexto urbano, em virtude da necessidade de utilização do espaço para diversas finalidades. Entretanto, quando tal necessidade de uso provoca profundas alterações nas condições ambientais, prejudicando a qualidade de uso destes espaços, surge a necessidade de se

identificar e agir no sentido de recuperar os processos naturais intrínsecos a estes ambientes (SCHUTER, MASSAFUME e PARMA, 2014).

Algumas áreas verdes urbanas podem ser alvo de compensações ambientais, resultado da negociação entre o Poder Público e a iniciativa privada no âmbito da aprovação de empreendimentos durante processos de licenciamento ambiental. As compensações funcionam como contrapartidas aos danos ambientais causados por empreendimentos privados ou públicos.

A compensação ambiental através da recuperação ambiental de áreas degradadas em áreas verdes urbanas já é uma realidade em muitos estados brasileiros, inclusive na Bahia em que órgãos ambientais municipais e estadual estabelecem tais compensações através de condicionantes ambientais quando não é possível a mitigação do impacto na própria área do empreendimento, devido principalmente à supressão da vegetação nativa.

O desafio está em compatibilizar medidas de recuperação com o foco nos serviços ambientais, pois mais do que plantar mudas como forma de compensação, deve-se buscar a reestruturação das funções ecológicas da área. Ações devem promover a sucessão e aos poucos retomar o fornecimento de serviços que gerem benefícios para o ser humano e os ecossistemas. Por isso, é importante identificar possíveis medidas iniciais ou intermédias de sucessão que possam acentuar o progresso da recuperação e dos serviços ambientais prestados. Para isso, deve-se considerar principalmente a vegetação existente e as condições do solo, aliadas a uma maior gestão para garantir o êxito da restauração (EVANS et al., 2013).

Por fim, o presente estudo trata do uso de técnicas nucleadoras na recuperação de áreas degradadas em áreas verdes urbanas, notadamente unidades de conservação, a fim de promover serviços ambientais, diante da necessidade da conservação e do uso de técnicas inovadoras na recuperação. A dissertação foi estruturada em três capítulos: no primeiro capítulo trata-se de uma metanálise de artigos científicos sobre técnicas nucleadoras com o objetivo de identificar serviços ambientais associados à recuperação de áreas degradadas; no segundo capítulo avaliam-se as técnicas de

transposição de serapilheira e de solo com banco de sementes como atividades iniciais na recuperação de áreas degradadas; e no terceiro capítulo refere-se a uma sugestão de subsídios para um protocolo de avaliação do potencial de serviços ambientais por PRAD em áreas verdes urbanas.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Verificar o potencial da nucleação no fornecimento de serviços ambientais e como precursora da recuperação de áreas degradadas em áreas verdes urbanas.

2.2. Objetivos Específicos

- Identificar serviços ambientais na recuperação de áreas degradadas em artigos que tratam de técnicas de nucleação;
- Monitorar o recrutamento de plântulas como indicador de recuperação em tratamentos com o banco de sementes do solo na Trilha Ecológica do Parque Ecológico Universitário do Campus de Pituaçu;
- Propor um protocolo de avaliação do potencial de prestação de serviços ambientais para planos de recuperação de áreas degradadas em áreas verdes urbanas.

CAPÍTULO 1 – Serviços Ambientais na Recuperação de Áreas Degradadas Através da Nucleação

1. Introdução

A restauração ecológica é amplamente utilizada para reverter a degradação ambiental causada pelas atividades humanas. No entanto, a eficácia das ações de recuperação, no aumento da prestação de serviços ambientais, não é sistematicamente avaliada. Ainda que sejam destinadas para o aumento da biodiversidade e que possam contribuir para o aumento da prestação destes serviços (REY BENAYAS et al., 2009).

Vários serviços ambientais estão associados à revegetação de áreas degradadas, tais como a regulação da qualidade e quantidade hídrica, a formação de solo e o aumento da capacidade de infiltração. Inclui-se também o sequestro de carbono, a fixação de nitrogênio, a proteção do habitat aquático, o controle da erosão, o favorecimento do aumento da biodiversidade, o aumento da resiliência, a produção de alimento e a provisão de habitats (SOUZA et al., 2016).

A nucleação é uma nova tendência, dentre os modelos de restauração, que preza por abordagens mais amplas e integradas, priorizando a retomada de processos naturais de sucessão aleatória. Isso representa um avanço nos modelos de restauração, expressando um forte caráter ético com a conservação, promovendo a conectividade e a integração das áreas naturais e produtivas (REIS et al., 2014).

A restauração ecológica vem sendo considerada uma estratégia importante para o aumento da prestação de serviços ambientais e no aumento da biodiversidade (BULLOCK et al., 2011). O planejamento das ações de restauração deve procurar usar técnicas específicas, que eliminem os fatores de distúrbio e criem estruturas necessárias para o desenvolvimento dos processos ecológicos (PIOVESAN et al., 2013).

A teoria dos serviços ambientais é uma abordagem poderosa para o entendimento das relações humanas com o meio ambiente. A inclusão explícita de beneficiários

torna os valores intrínsecos aos serviços, independentemente desses valores serem ou não monetizados, permitindo uma forma de avaliação dos riscos e oportunidades (BRAUMAN et al., 2007).

Segundo Daily et al. (1997), os serviços ambientais são condições e processos que fornecem real suporte à vida, através dos quais ecossistemas naturais e as espécies que os compõem, sustentam e atendem a vida humana. Eles dão suporte à biodiversidade e à produção de bens, advindos dos ecossistemas, como a caça, pesca, madeira, combustíveis, fibras, medicamentos e insumos industriais, além de purificar o ar e a água, desintoxicar e decompor os resíduos, regular o clima, regenerar a fertilidade do solo e produzir e manter a biodiversidade.

Os serviços "ambientais" e "ecossistêmicos" são frequentemente usados como sinônimos. No entanto, considera-se que os serviços ecossistêmicos são uma subcategoria da primeira, tratando exclusivamente dos benefícios humanos derivados dos ecossistemas naturais, enquanto que os serviços ambientais também compreendem benefícios associados a diferentes tipos de ecossistemas ativamente gerenciados pelo ser humano, como práticas agrícolas sustentáveis (MURADIAN et al., 2010).

Embora a falta de dados empíricos e de consenso sobre uma abordagem coerente e integrada de avaliação de serviços ambientais, os esforços para preencher essas lacunas mudaram os termos das discussões. Agora é amplamente reconhecido que as estratégias de conservação da natureza e de gestão da conservação, não mais representam só um compromisso entre o ambiente e o desenvolvimento, mas que os investimentos na conservação, restauração e utilização sustentável dos ecossistemas, geram consideráveis benefícios ecológicos, sociais, ambientais e econômicos. (DE GROOT et al., 2010).

Os serviços ambientais e o capital natural, que segundo Costanza e Daly (1992) consiste no estoque de recursos naturais utilizados pelos seres humanos, são formas cada vez mais úteis de destacar, medir e valorizar o grau de interdependência entre os seres humanos e o resto da natureza. Esta abordagem é complementar com outras

abordagens à conservação da natureza, sendo que esta fornece ferramentas conceituais e empíricas, que os outros carecem e se comunica com diferentes setores para diferentes propósitos (COSTANZA et al., 2014).

No caso de políticas de compensação, os valores gerados pela ótica privada podem ser inferiores aos valores sociais gerados, no que diz respeito à importância da manutenção da vegetação nativa para a biodiversidade e geração de serviços ecossistêmicos (CUNHA et al., 2014).

Por isso, precisam-se desenvolver relações úteis entre condições ambientais locais, métodos de restauração e probabilidades de resultados, através de base científica sólida, para ligar as ações de restauração às mudanças nos processos biofísicos e características ecológicas, que possam resultar na prestação de serviços específicos de ecossistemas, sem isso os mercados baseados em restauração e as oportunidades podem se tornar negócios arriscados (PALMER; FILOSO, 2009).

2. Objetivo

Este estudo tem o objetivo de discutir o potencial da nucleação no fornecimento de serviços ambientais na recuperação de áreas degradadas, pautados na Avaliação Ecosistêmica do Milênio (MEA, 2005).

3. Metodologia

Trata-se de um estudo descritivo com análise qualitativa realizada através de uma revisão sistemática, utilizando-se uma metanálise de artigos científicos relacionados com a recuperação de áreas degradadas através de técnicas nucleadoras, também denominada de nucleação.

Segundo Bicudo (2014), a metanálise é uma modalidade de pesquisa qualitativa, em que se define um tema como significativo para responder a uma interrogação ou pergunta de fundo de uma área de investigação, buscando-se pesquisas que tenham

como alvo a investigação de aspectos desse tema e da interrogação ou pergunta formulada.

A raiz etimológica deste termo está na língua grega, em que μετα, que significa ‘depois de’, e ‘além de’, e ανάλυση, que significa ‘análise, para combinar os resultados” de estudos desenvolvidos por outros pesquisadores acerca da temática de interesse. Assim, pesquisas desse tipo buscam, por meio de um recorte de tempo definido, a sistematização de um determinado campo do conhecimento, objetivando reconhecer e identificar os principais resultados da investigação, identificar as principais tendências temáticas, assim como as abordagens dominantes e emergentes (BICUDO, 2014).

Trabalhando na perspectiva da pesquisa qualitativa, seguindo a metanálise, após definido o objeto de investigação, passou-se para o processo de desenvolvimento de modos de investigar esse objeto. Antes de localizar os estudos foi definida a pergunta da pesquisa: "Existe diferença na importância da abordagem dos tipos de serviços ambientais prestados na recuperação de áreas degradadas utilizando-se técnicas nucleadoras?".

Para identificação dos estudos utilizou-se as bases de dados da SCIELO e do Google Acadêmico. Os descritores, que são os critérios de busca, utilizados foram: áreas degradadas nucleação (*degraded areas nucleation*), áreas degradadas técnicas nucleadoras (*degraded areas nucleating techniques*).

Os critérios de seleção incluíram artigos com experimentos que aplicaram ou verificaram a eficiência do uso de técnicas nucleadoras em áreas degradadas, com o idioma português ou inglês, no período de 2003 a 2016. Foram excluídos estudos de revisão e aqueles em que não apresentaram elementos suficientes para análise, tais como ausência dos termos e descrições relativas aos serviços ambientais.

As variáveis consideradas e investigadas sobre os serviços ecossistêmicos na recuperação de áreas degradadas são os serviços presentes na Avaliação Ecosistêmica do Milênio (MEA, 2005). Estes serviços são apresentados no Quadro 1:

**Quadro 1 – Síntese dos Serviços Ambientais da Avaliação Ecosistêmica do Milênio
(MEA, 2005)**

Serviços de Provisão	
1	Alimentos
2	Fibras/Madeira
3	Recursos Genéticos
4	Recursos Medicinais
5	Recursos Ornamentais
6	Água Potável
Serviços de Regulação	
7	Qualidade do Ar
8	Clima
9	Fluxos de Água
10	Purificação da Água
11	Fertilidade do Solo
12	Prevenção da Erosão
13	Controle Biológico
14	Polinização
15	Prevenção de Desastres
16	Controle de Resíduos
Serviços Culturais	
17	Valores estéticos
18	Recreação e Turismo
19	Valores Espirituais/Religiosos
20	Valores Educacionais/Culturais

Os Serviços de Suporte, como a formação do solo e ciclagem de nutrientes, não foram

considerados por se tratarem de serviços necessários para a produção de outros serviços dos ecossistemas e também não são utilizados diretamente pelas pessoas, sendo complexos para dissociá-los e avaliá-los (MEA, 2005).

A técnica utilizada na análise foi a de agrupamentos (*clusters*), baseados em similaridades ou distâncias (dissimilaridades) das variáveis de interesse. Diferentemente dos métodos de classificação, nesta análise não há nenhum pressuposto sobre o número de grupos e a estrutura de cada grupo, cabendo ao próprio pesquisador o papel de identificar se o agrupamento é bom ou ruim (JOHNSON; WICHERN, 2007).

Após a leitura e disposição dos dados obtidos dos artigos, foram feitas análises de conglomerados, que serviram como ponto de partida e estudo exploratório para estabelecimento das similaridades entre a abordagem dos serviços ambientais. Buscando-se distinguir os grupos (ou *clusters*) de serviços que têm características semelhantes, ou seja, que tiveram maior ocorrência.

O agrupamento de elementos é realizado, levando em conta, simultaneamente, várias dimensões, sendo que as informações das diferentes variáveis são integradas em uma única função de distância ou similaridade, que determina até que ponto os elementos são tratados de maneiras parecidas ou diferentes entre si.

4. Resultado

Foram analisados neste trabalho 28 artigos, sendo 27 publicações nacionais e 1 internacional (Polibotánica, revista mexicana). O principal periódico é a Revista Árvore com 7 publicações, seguida da Revista Biotemas, com 4 publicações e as demais revistas representadas por um ou dois artigos.

A importância dada aos serviços ambientais, nos artigos analisados, resultou em quatro grupos distintos de similaridade (Figura 1). O primeiro agrupa o serviço de prevenção da erosão (PE) e o serviço de fertilidade do solo (FS), demonstrando haver uma forte similaridade na abordagem dos artigos. O segundo grupo foi composto pelos

serviços relacionados a recursos genéticos (RG), polinização (PO) e valores estéticos (VE). No terceiro, são relacionados os serviços de regulação do clima (RC), regulação dos fluxos de água (RF) e o controle de resíduos (CR). O quarto grupo, aglutina os demais serviços relacionados ao provimento de alimentos (AL), recreação e turismo (RT), valores educacionais/culturais (VC), fibras/madeira (FI), água potável (AP), purificação da água (PA) e o Controle biológico (CB).

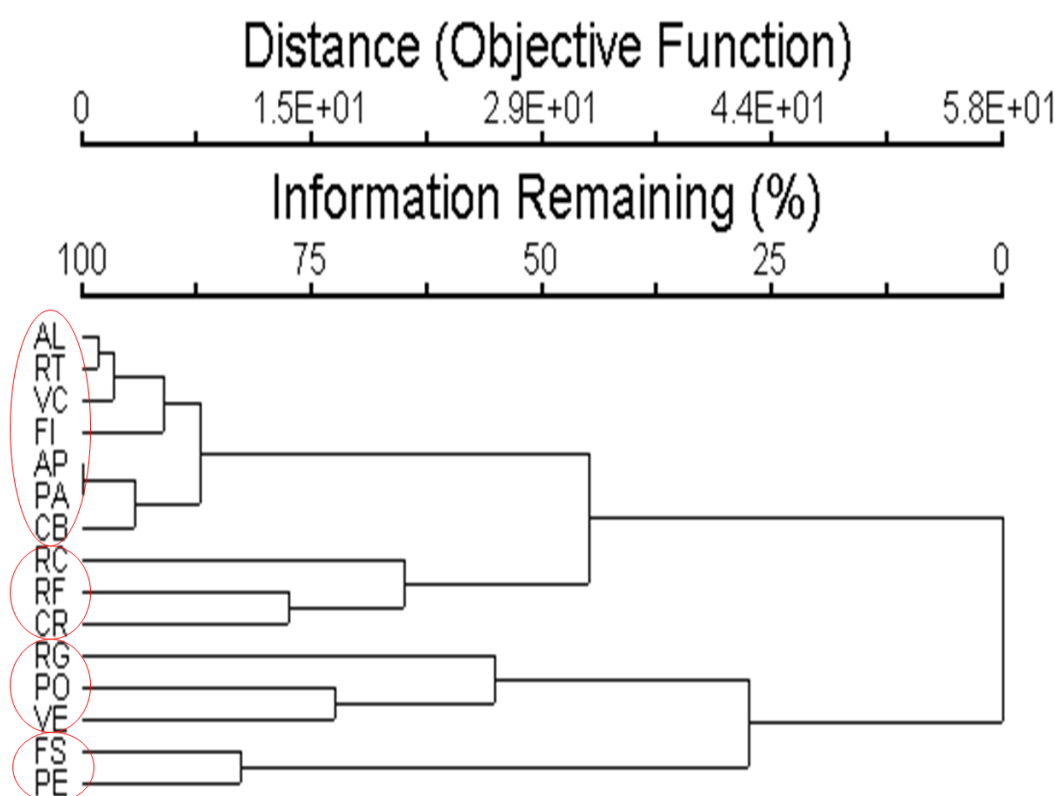


Figura 1 – Dendrograma resultante da análise de agrupamento de abordagens dos serviços ecossistêmicos identificados nos artigos de técnicas nucleadoras.

Alguns serviços não foram identificados nos artigos analisados, sendo eles o provimento de recursos medicinais (RM), recursos ornamentais (RO), regulação da qualidade do ar (RA), prevenção de desastres (PD) e os valores espirituais e religiosos (VR).

5. Discussão

A fertilidade do solo e a prevenção da erosão são serviços de regulação relacionados

com os aspectos estruturais dos ecossistemas, contribuindo com a capacidade destes na regulação dos processos ecológicos essenciais ao suporte da vida (ANDRADE; ROMEIRO, 2009).

A análise apontou que o uso da nucleação tem grande abordagem na melhoria das condições do solo, a exemplo da fertilidade, como foi apresentado nos trabalhos de Silva et al. (2015; 2012), Filho et al. (2013), Marcuzzo et al. (2013) e Silva et al. (2012), Tres e Reis (2009) e Kriek (2006). Os trabalhos de Albuquerque et. al. (2013), Daktro et al. (2013), Gris et. al. (2012), Aumond et. al. (2012), Rodrigues et. al. (2010) e Tomazi et al. (2010) que apontaram além da melhoria das condições, a proteção do solo, principalmente a redução de processos erosivos, semelhante a Venturolli et. al. (2013).

Um dos fatores chave no processo de degradação e desertificação da terra é a erosão do solo. A cobertura da vegetação tem a função de regulação vital do solo, porque previne a erosão e confere fertilidade, requisitos essenciais ao crescimento de plantas e ao incremento da agricultura, sendo que o bom funcionamento dos ecossistemas também fornece ao solo, os nutrientes básicos para o seu desenvolvimento (TEEB, 2010, p. 21).

O serviço de provisão de recursos genéticos e o serviço de regulação (polinização) têm relação, uma vez que o potencial de deslocamento dos genes através de animais polinizadores tem sido pouco mensurado, considerando que a grande maioria das espécies arbóreas tropicais são alógamas, isto é, tem polinização cruzada e dependem de animais (BAWA, 1974; BAWA et al., 1985; BULLOCK, 1985).

O equilíbrio do ecossistema e a manutenção do potencial genético das espécies requerem uma compreensão da estrutura genética das populações e das interações complexas presentes nos ecossistemas (KAGEYAMA; CASTRO, 1989). Atualmente, o processo de desmatamento é o fator crítico mais importante nas paisagens tropicais e, possivelmente, o ponto mais importante na biologia da conservação, já que essas florestas devem conter boa parte das espécies existentes no mundo (WILSON, 1992).

Para controlar a perda de integridade das paisagens tropicais, precisa-se compreender melhor o efeito da atividade humana na conectividade, assim como o efeito da conectividade no processo de extinção de espécies (METZGER; DECAMPS, 1997). A fragmentação vem ocorrendo em grandes áreas florestais dos trópicos, tornando-as rapidamente fragmentadas, como resultado das atividades humanas, levando a uma cada vez maior necessidade de informação sobre as respostas reprodutivas e genéticas das espécies arbóreas à perturbação (NASON; HAMRICK, 1997).

Segundo Metzger (2001), a escala e o nível biológico de análise da paisagem dependem do observador e do objeto de estudo, podendo ser abordada de uma forma geográfica ou ecológica. Apropriando-se da forma estética ou sensorial, tratar a paisagem como objeto é ainda continuar num horizonte restrito, não sendo satisfatório para dar conta de todas as suas dimensões (MENEZES, 2002, p. 32).

Ainda que as pessoas se beneficiem de serviços ecossistêmicos, como a presença de uma paisagem esteticamente agradável, não há mercado para esses serviços e ninguém tem um incentivo para pagar e manter este bem. Quando a degradação ocorre não há mecanismo de mercado que garanta a compensação por estes danos (MEA, 2005).

O terceiro grupo envolve os serviços de regulação do clima, dos fluxos de água e o controle de resíduos. Neste caso, as florestas tropicais contribuem para o fornecimento de vapor de água para a atmosfera, ao ponto que também são importantes sequestradoras do excesso de gás carbônico atmosférico (AGUIAR et al., 2006). Assim como, os fluxos da água e do carbono estão intensamente conectados em ecossistemas vegetais, uma vez que a fixação de carbono por meio da fotossíntese e da transpiração é na maioria dos casos limitada pela condutância estomática vegetal (SILVA; VON RANDOW, 2010).

Por isso, a taxa de adição de resíduos vegetais mantém relação direta com as quantidades de carbono armazenadas no solo e inversa com a taxa de decomposição da matéria orgânica. Visto que a taxa de decomposição da matéria orgânica necessita,

dentre vários fatores, do grau de aeração, da relação carbono/nitrogênio e da natureza dos resíduos (SILVA; MACHADO, 2010). A quantidade global de carbono, estocado nas plantas é consideravelmente pequena, em comparação aos grandes aportes de carbono armazenados no oceano e nos reservatórios de combustíveis fósseis. (SILVA; VON RANDOW, 2010).

Embora, não se tenha um completo entendimento da dinâmica implícita aos processos regulatórios dos ecossistemas, espera-se que o futuro de determinados serviços ambientais, tais como a regulação climática e os fluxos naturais, não seja comprometido por mudanças que prejudiquem o seu papel de minimizadores de desastres naturais (ANDRADE; ROMEIRO, 2009).

O quarto grupo de similaridade aglutinou os demais serviços relacionados ao provimento de alimentos (AL), água potável (AP), purificação da água (PA), fibras/madeira (FI), controle biológico (CB), recreação e turismo (RT) e valores educacionais/culturais (VC). Por conseguinte, não foi identificada uma forte relação entre eles, pois reúnem três categorias de serviços aqui abordados de maneira distinta entre os artigos analisados.

Apesar disso, vale considerar que o resgate dos princípios ecológicos básicos está baseado na produtividade de níveis tróficos, ou seja, na entrada e fluxo de energia e relações alimentares (ODUM, 1968), o que é fundamental e determinante em projetos que visem restaurar áreas degradadas. Bechara (2007) define que a nucleação é biocêntrica, isto é defende que o ser humano é apenas mais um elemento no ecossistema da natureza (JUNGES, 2004), um elo entre muitos outros na cadeia de reprodução da vida, dessa forma não sendo uma prioridade o provimento de alimentos nos processos de restauração através da nucleação.

Somando-se à modificação do uso e manejo do solo, especialmente em bacias hidrográficas, a sua afetação pode comprometer o fornecimento dos serviços ambientais, sobretudo os hidrológicos, abrindo espaço para estratégias como a de pagamento por serviços ambientais (PSA), considerada uma ferramenta para gestão dos recursos hídricos (CAMELO; SANCHES, 2014).

Medidas de nucleação podem contemplar o emprego de espécies de múltiplos usos, cumprindo várias funções, tais como a proteção e melhora da fertilidade do solo, o fornecimento de polpas, a melhoria do microclima para desenvolvimento de outras espécies e, inclusive, produzirem madeira de boa qualidade (MAY, 2008).

Estas devem incorporar práticas adequadas ao manejo dessas espécies, de modo a conferir os custos do controle aos beneficiários e aos responsáveis pela introdução de espécies invasoras. Inclusive, pode até mesmo aplicar o princípio do poluidor-pagador, em que o processo de invasão será considerado uma forma de poluição biológica (ZILLER; ZALBA, 2007).

Quanto ao turismo, mais especificamente a atividade ecoturística, houve um aumento na procura por áreas naturais. Para tanto, tais áreas devem ser mantidas, desde a aparência até a manutenção dos processos vitais do ecossistema (BOTEZELLI, 2005). Já Pelegrini (2006) aponta que as interfaces entre cultura e natureza, têm se revelado nas concepções do patrimônio e direcionadas ações no campo da reabilitação de núcleos históricos, como também no âmbito da educação patrimonial e ambiental, recebidas como instrumentos para a construção da cidadania e da sustentabilidade.

Contudo, alguns serviços acabaram não sendo identificados nos artigos analisados, como o provimento de recursos medicinais (RM), os recursos ornamentais (RO), a regulação da qualidade do ar (RA), a prevenção de desastres (PD) e os valores espirituais e religiosos (VR). Ainda que sejam serviços importantes na manutenção da sociedade humana, alguns destes podem não ter grande relevância nas abordagens relacionadas à implantação de projetos de recuperação com nucleação, ainda mais pelo fato de serem assuntos não muito abordados nas ciências biológicas e agrárias.

6. Considerações Finais

Dos 22 artigos analisados, relativos a periódicos nacionais em quase sua totalidade, verificou-se maior ênfase aos serviços relacionados aos fatores edáficos, tais como os serviços de regulação da fertilidade do solo e do controle dos processos erosivos.

A recuperação do solo, conseqüentemente de suas propriedades, é o passo fundamental nos trabalhos de restauração ambiental, sendo uma etapa precursora do processo de sucessão ecológica.

É notório, nos artigos analisados, que a recuperação do solo é fator preponderante na recuperação das áreas degradadas. Desde ações de controle dos processos erosivos, impedindo demasiadas perdas de nutrientes e estabilidade do solo, como outras voltadas para o restabelecimento da fertilidade, através da transposição de materiais (serapilheira, solo, etc) ou da adubação verde.

Os serviços de provisão, exceto os recursos genéticos, não tiveram muita ênfase em virtude do enfoque antropocêntrico desses serviços, ou seja, a recuperação, nos artigos analisados, não considera o fornecimento de produtos dos ecossistemas, ainda que estes possam ser aproveitados de forma sustentada. Todavia, a nucleação tem papel mais preponderante no processo ecológico entre a biota e o meio físico, promovido para a restituição das comunidades e das funções ecológicas.

Quanto aos serviços culturais, por estarem numa dimensão mais social, contrastam com as abordagens ecológicas dos trabalhos. O que requer uma visão mais holística, para que seja considerada uma recuperação não apenas de aspectos biofísicos, mas também dos processos que envolvem o ser humano e seus processos culturais, conforme os objetivos.

Contudo, diante da complexidade das questões geradas das modificações do espaço urbano e da substituição das suas características naturais, faz-se necessária uma abordagem epistemológica interdisciplinar. Esta deve ser gerada a partir de uma visão holística e contextualizada com os inúmeros desafios da busca por uma melhor qualidade de vida, considerando os serviços culturais mais um fator balizador para a recuperação de áreas degradadas.

Referências

AGUIAR, R. G et al. **Fluxos de massa e energia em uma floresta tropical no sudoeste da Amazônia**. Revista Brasileira de Meteorologia, v.21, n.3b, p.248-257,2006

BAWA, K. S. **Breeding systems of tree species of a lowland tropical community**. *Evolution*, 28: 85-92, 1974.

BAWA, K. S. et al. : **Reproductive biology of tropical lowland rain forest trees: 1 - sexual systems and incompatibility mechanisms**. American journal of botany, 72(3): 331- 45, 1985.

BITAR, O. Y.. **Recuperación de áreas degradadas por la minería en regiones urbanas**. In: UNESCO. II Curso Internacional de Aspectos Geológicos de Protección Ambiental. Montevideo: UNESCO, 2002, v.1, p.332-345.

BOTEZELLI, L. et al. **Relações entre estudos da dinâmica florestal, conservação da biodiversidade e ecoturismo**.. In: VIII Simpósio de Ciências Aplicadas. Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal (FAEF) Garça/SP, 17-19 de maio de 2005., 2005, Garça/SP. Anais do VIII Simpósio de Ciências Aplicadas da Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal (FAEF) Garça/SP. Garça/SP: Editora Faef, 2005. p. 349-352.

BULLOCK, J. M. et al. **Restoration of ecosystem services and biodiversity: conflicts and opportunities**. Trends Ecol Evol 26:541–9. 2011.

BULLOCK, S. H. **Breeding systems in the flora of a tropical deciduous forests in Mexico**. Biotropica, Lawrence, 17(4): 287-301, 1985.

CAMELO, A. P. S. ; SANCHES, K. L. . **O Pagamento por Serviços Ambientais como Ferramenta para a Gestão de Recursos Hídricos?** In: XII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 2014, Rio Grande do Norte. Anais XII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 2014.

COSTANZA, R. et al. . Changes in the global value of ecosystem services. Global Environmental Change 26:152-158. 2014.

CUNHA, J. U. C P. ; ANDRADE, D. C. ; UEZU, A. ; ALENCAR, C. M. M. **Valoração econômica de serviços ecossistêmicos no território Bacia do Jacuípe (Bahia)**. Revista Debate Econômico , v. 2, p. 5-30, 2014.

DAILY, G. C. et al. **Ecosystem services: benefits supplied to human societies by natural ecosystems**. Washington, DC: Ecological Society of America, 1997.

DE GROOT, R.S. et al. **Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making**, Ecological Complexity, 7(3): 260–272, 2010.

JOHNSON, R.A.; WICHERN, D.W. **Applied Multivariate Statistical Analysis**, 6.^a edição. New Jersey: Prentice Hall. 2007.

JUNGES, J. R. . **Ética Ambiental**. São Leopoldo: Unisinos, 2004.

KAGEYAMA, P. Y.; CASTRO, C. F. A. **Sucessão Secundária, Estrutura Genética e Plantações de Espécies Nativas**. IPEEF, Piracicaba, SP., v. 42, p. 0-0, 1989.

MAY, P. H., TROVATTO, C. M. M.. **Manual Agroflorestal para a Mata Atlântica**. Ministério do Desenvolvimento Agrário, Secretaria de Agricultura Familiar, Brasília. 196p. :il; 21cm. 2008.

MENESES, U.; BEZERRA. T. **A paisagem como fato cultural**. In: YÁZIGI, Eduardo (org.). Turismo e paisagem. São Paulo: Contexto, 2002, p. 29-64.

METZGER, J ; DECAMPS, H . **The structural connectivity threshold: An hypothesis in conservation biology at the landscape scale**. Acta Oecologica (Montrouge) , v. 18, n.1, p. 1-12, 1997

METZGER, J. P. **O que é ecologia de paisagens?** Revista Biota Neotropica, Vol. 1, números 1 e 2, p. 1-9, 2001.

MEA - MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and human well-being: synthesis**. Washington: Island Press, 2005. 155p.

MURADIAN, R. et al. **Reconciling theory and practice: An alternative conceptual framework for understanding payments for environmental services.** Ecological Economics, 2010. nº. 69, p. 1202-1208.

NASON, J. D.; HAMRICK, J. L. **Reproductive and genetic consequences of forest fragmentation: two case studies of neotropical canopy trees.** Journal of Heredity 88: 264-276. 1997.

ODUM, E.P. **Energy flow in ecosystems: A historical review.** American Zoologist 8:11-18, 1968.

PALMER. M.A.; FILOSO, S. **Restoration of Ecosystems Services for Environmental Markets.** Science. 2009. 325(5940):575-576.

PELEGRINI, S. C. A. . **Cultura e natureza: os desafios das práticas preservacionistas na esfera do patrimônio cultural e ambiental.** Rev. Bras. Hist., São Paulo , v. 26, n. 51, p. 115-140, June 2006 .

PIOVESAN, J. C. et al. **Ecological processes and the landscape scale as guidelines for ecological restoration projects.** Revista CAITITU - aproximando pesquisa ecológica e aplicação , v. 1, p. 57-72, 2013.

REIS, A. et al. . **Nucleação: concepção biocêntrica para a restauração ecológica.** Ciência Florestal (UFSM. Impresso), v. 24, p. 509-518, 2014.

REY-BENAYAS, J. M. R., A. C. NEWTON, A. DIAZ, J. M. BULLOCK. **Enhancement of biodiversity and ecosystems services by ecological restoration: a meta-analysis.** Science 325: 1121-1124. 2009.

RIGHI, C. A. **Sistemas Agroflorestais: definição e perspectivas.** In: Ciro A. Righi; Marcos S. Bernardes (Eds.). Cadernos da Disciplina de Sistemas Agroflorestais. (Série Difusão) 1º ed. Piracicaba, SP. 2015. vol. 1. pp. 1-5.

SILVA, C. A. ; MACHADO, P. L. O. A. . **Sequestro e emissão de carbono em ecossistemas agrícolas.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000

SILVA, E. A. D. ; von RANDOW, C. . **Avaliação da Eficiência do uso da água em diferentes biomas brasileiros.** In: SICINPE 2010, 2010, SÃO JOSÉ DOS CAMPOS. SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO INPE- SICINPE2010, 2010.

SILVA, R. F. G. ; BACELLAR, L. A. P.; FERNANDES, K. N.. **Estimativa de parâmetros de aquíferos através do coeficiente de recessão em áreas de embasamento cristalino de Minas Gerais.** Rem: Rev. Esc. Minas, Ouro Preto, v. 63, n. 3, p. 465-471, Sept. 2010.

SOUZA, C. A. et al. **Environmental Services Associated with the Reclamation of Areas Degraded by Mining: Potential for Payments for Environmental Services.** Ambiente & Sociedade (Online) , v. 19, p. 137-168, 2016.

TEEB The Economics of Ecosystems and Biodiversity – **A Economia dos Ecossistemas e da Biodiversidade para Formuladores de Políticas Locais e Regionais,** 2010. Disponível em <http://doc.teebweb.org/wp-content/uploads/Study%20and%20Reports/Reports/Synthesis%20report/TEEB_Sintese-Portugues.pdf> Acessado em 10 de julho de 2016.

WILSON E. O. **The diversity of life.** Havard University Press, Cambridge. 1992.

ZILLER, S. R. ; ZALBA, S. M. . **Propostas de ação para prevenção e controle de espécies exóticas invasoras.** Natureza & Conservação , v. 5, p. 8-15, 2007.

CAPÍTULO 2 – Avaliação de Dois Métodos de Nucleação no Recrutamento de Plântulas

1. Introdução

Nos processos de restauração, a implantação de técnicas em núcleos com espaços entre si, denominado nucleação, contribuem para a gradativa colonização por vários organismos. Isto propicia uma significativa melhoria dos aspectos bióticos e abióticos do ambiente, promovendo o processo de sucessão ecológica, principalmente por conta do aumento na probabilidade de ocupação (YARRANTON; MORRISON, 1974).

Assim, a transposição de banco de sementes favorece o recrutamento de espécies novas para o local a ser recuperado, sendo capaz de modificar o ambiente, permitindo uma nova dinâmica sucessional. Por isso, o recrutamento de plântulas decorrentes do banco de sementes é um importante indicador da restauração ecológica (TRES et al., 2007; BRACALION et al., 2012).

No processo de recuperação, considera-se que as áreas degradadas são aquelas submetidas a impactos que de alguma forma tiveram a sua capacidade diminuída ou até mesmo impedida de se restabelecer naturalmente por meio dos processos de sucessão ecológica (REIS et al., 1999).

Assim, as técnicas nucleadoras surgem como práticas de recuperação de áreas degradadas, que possibilitam um bom custo-benefício. Isto porque inspiram-se em mecanismos naturais, conduzindo a regeneração local. Um bom exemplo disso é a transposição do banco de sementes do solo, que se beneficia da capacidade das áreas doadoras na melhoria ambiental das áreas impactadas (BECHARA, 2007; TRES et al., 2007; MIRANDA-NETO et al., 2010).

Ao passo que o banco de semente contribui para o equilíbrio dinâmico da floresta, ele também é um dos responsáveis pela recolonização da vegetação em ambientes perturbados (SCHMITZ, 1992). O banco de sementes é composto, principalmente, por espécies pioneiras (GROMBONE-GUARATINI; RODRIGUES, 2002), sendo que a

maior parte das sementes viáveis está concentrada nas porções mais próximas a superfície do solo (FOWLER, 2012).

Quando transpostas para o solo, o banco de sementes e a serapilheira, configura-se como uma forma praticável de dar celeridade ao processo de sucessão em áreas em que o solo foi degradado (ZHANG et al., 2001; MARTINS, 2008), uma vez que a riqueza em matéria orgânica da serapilheira, decorrente do processo de ciclagem do solo, interage com artrópodes e microrganismos, refletindo assim num equilíbrio entre a produção e decomposição no ambiente (OLSON, 1963; EWEL, 1976; BRAGA, 2005; COSTA et. al., 2010).

Todavia, deve-se considerar o impacto sofrido pelas áreas doadoras, que terão a sua serapilheira retirada e encaminhada para áreas objeto da recuperação. Algumas pesquisas vêm apresentando bons resultados, no entanto, há especificidades que devem ser justificadas para a utilização dessa prática, onde seja evitado grandes remoções de material e perdas (BECHARA, 2006).

O mesmo ocorre com o resgate e transposição do *topsoil* (horizonte orgânico do solo florestal) para áreas com o solo degradado, prática que fornece propágulos e matéria orgânica para recuperação de áreas degradadas (MOREIRA, 2004; JAKOVAC, 2007). Nesse processo, a coleta e transporte de pequenos núcleos de solo de fragmentos conservados, desencadeia uma nova dinâmica sucessional na área recebedora, contribuindo para o resgate de parte das características e funções de solos conservados, e nas relações entre os organismos (REIS et al., 2003).

Partindo do princípio, que para a escolha do método de recuperação com o uso de banco de sementes, a sua composição deve ser estimada. Há duas técnicas distintas, a primeira consiste na extração física da semente do solo, através de peneiramento, flotação ou separação do fluxo de ar, seguida da seleção manual de sementes, o que pode superestimar o banco de sementes, que detecta muitas sementes inviáveis. Já a segunda, avalia a emergência de mudas de solos incubados em estufa ou *in situ*, método mais utilizado, mas que detecta apenas a fração facilmente germinável (BROWN, 1992).

Logo, as espécies comuns, ao contrário das espécies exclusivas, geralmente exigem ambientes menos específicos para o seu recrutamento (germinação), o que confere maiores probabilidades de recrutamento em diferentes condições edáficas, agindo como gatilho para a formação de uma comunidade favorável a sucessão (TRES, 2006). Nos estágios iniciais, a riqueza do banco de sementes é maior em razão da dominância das espécies pioneiras, pois alcançam rápida maturação, frutificando por um extenso período, com alta produção de sementes que perduram por muito tempo no solo (GUEVARA; GOMEZ-POMPA, 1979).

Para atender o conceito de restauração, prevista em legislação, o projeto deve considerar como estratégia a determinação de processos de sucessão ecológica e somente utilizar espécies nativas que contribuam na formação de um novo recobrimento vegetal, com características naturais similares às originais (ESPÍNDOLA et al., 2005).

Diante disso, a recuperação de ambientes degradados representa um desafio em iniciar um processo de sucessão o mais semelhante possível aos processos naturais, em virtude dos métodos convencionais estarem embasados em plantio de árvores, gerando bosques com baixa diversidade de espécies (BECHARA, 2006).

2. Objetivo

Considerando o recrutamento de plântulas como um indicador de recuperação de áreas degradadas, o estudo teve por objetivo comparar a densidade e a riqueza de plântulas entre os métodos de transposição de solo e o de transposição de serapilheira.

3. Metodologia

3.1 Caracterização da Área de Estudo

A Trilha Ecológica do Parque Ecológico Universitário do Campus de Pituvaçu localiza-se no município de Salvador, compreendido entre as coordenadas geográficas 12° 00´

S e 38° 00' W. Foi inaugurada em 21 de outubro de 2016, a trilha é resultado da ação da Universidade Católica do Salvador através do Programa de Pós-Graduação em Planejamento Ambiental (ROCHA, 2016). Para o experimento, foi utilizada uma área próxima à cerca que limita a trilha ao campus da UCSAL em Pituaçu.

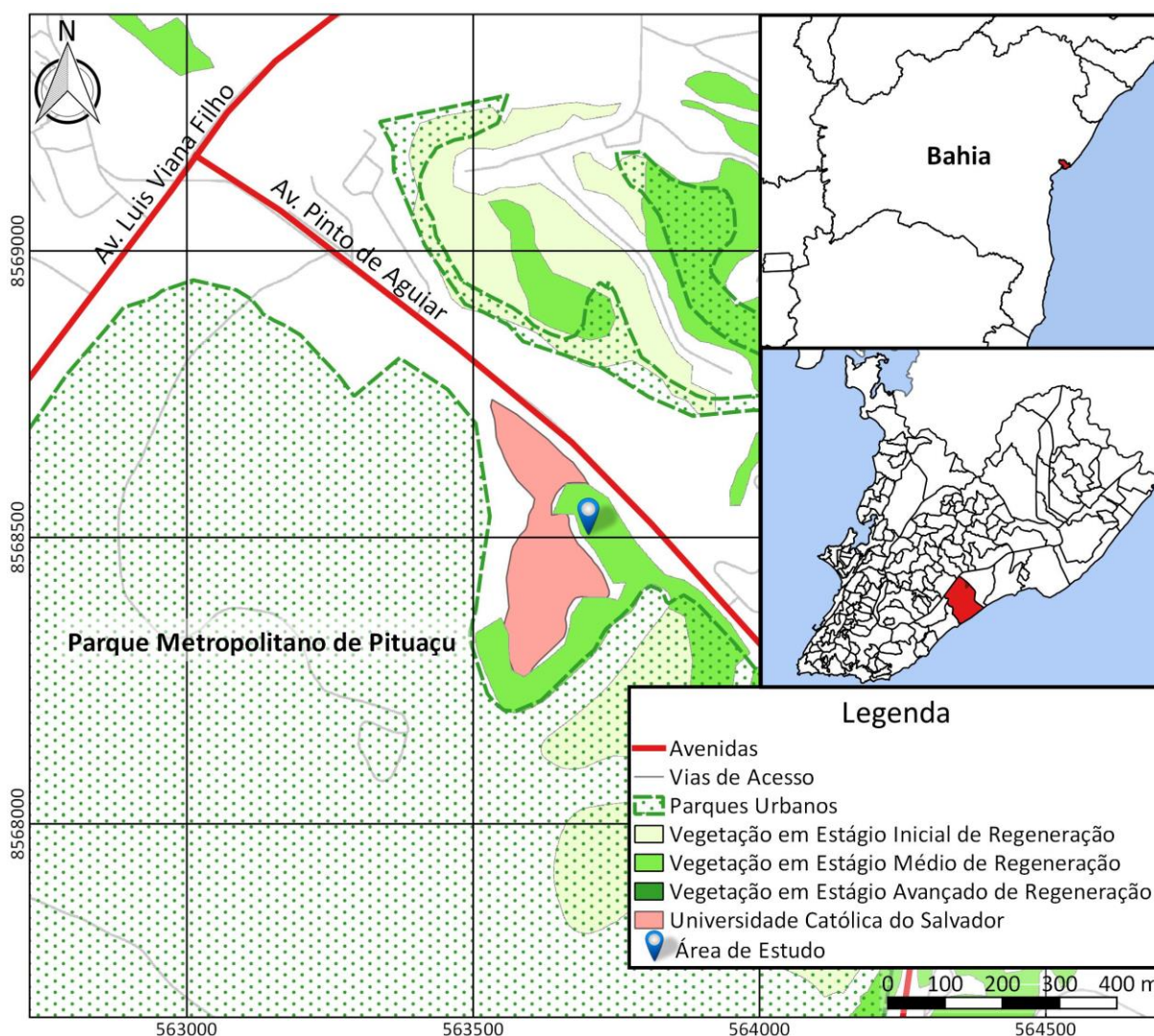


Figura 2 – Mapa de Localização da Área de Estudo

3.2 Transposição de Solo e Serapilheira

Para avaliar a densidade das espécies recrutadas na transposição do solo e na de serapilheira, foram coletadas amostras superficiais do solo (cinco centímetros de profundidade) e da serapilheira presentes na área de estudo. Esta amostragem da camada superficial do solo tem sido comumente utilizada em estudos desta natureza,

por ser a mais representativa em termos de densidade e riqueza de sementes viáveis do banco (BRAGA et al., 2008; MARTINS et al., 2008; MARTINS, 2009b).

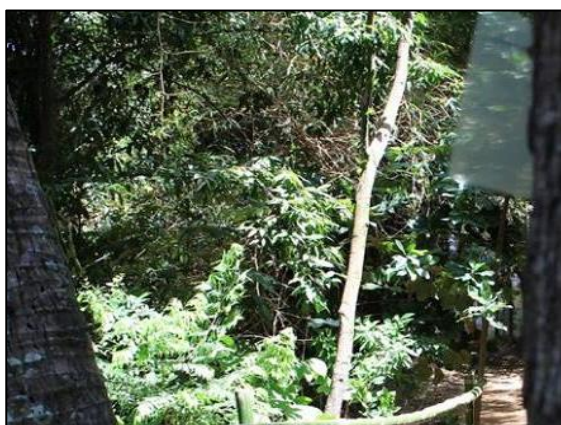


Figura 3 – Trilha do Parque Ecológico UCSAL



Figura 4 – Serapilheira presente em uma das áreas de coleta

Foram retiradas cinco amostras de solo e cinco amostras de serapilheira, utilizando um gabarito (moldura de madeira), de um metro quadrado, para delimitar a amostra coletada. Os locais estavam inseridos na Trilha Ecológica da UCSAL, em fragmentos de mata atlântica em estágio médio de regeneração (PDDU, 2016), respeitando uma distância de pelo menos cinquenta metros das bordas degradadas da trilha.



Figura 5 – Unidade amostral de coleta de solo



Figura 6 – Unidade amostral de coleta de serapilheira

O material coletado foi colocado em sacos de rafia identificados e transportados para local próximo ao experimento. Em seguida, foram dispostos em uma lona e

misturados, para que se tivessem amostras homogêneas de cada tratamento. Foram analisados dois tratamentos e uma testemunha, com cinco repetições cada, totalizando quinze amostras. O primeiro tratamento (T1) foi à transposição da serapilheira apenas, o segundo tratamento (T2) a transposição do solo e da serapilheira e por último a testemunha (T).



Figura 7 – Mistura das amostras de solo e serapilheira coletadas



Figura 8 – Disposição do solo e serapilheira nas unidades amostrais (tratamentos)

Para evitar contaminação com sementes oriundas das proximidades, o local do experimento foi mantido limpo e sem vegetação ruderal. Para a simulação, mais próxima da realidade, não foi utilizado nenhum tipo de cobertura na área experimental. Cada amostra de solo e de serapilheira foi depositada em um canteiro de um metro quadrado, sendo demarcados por estacas e fitas na área experimental. As amostras foram distribuídas de forma intercalada na área, sendo realizado um acompanhamento da germinação ao longo de quatro meses, entre outubro de 2016 e janeiro de 2017.



Figura 9 – Limpeza e demarcação dos locais de tratamento



Figura 10 – Amostras dispostas nas unidades demarcadas

A avaliação do experimento consistiu na quantificação do número de plântulas que visualmente emergiram dos diferentes tratamentos, sendo que correlação entre os testes foi averiguada utilizando-se o pacote estatístico PAST (Hammer et al. 2001). Para todos os indivíduos que germinaram, buscou-se identificar as espécies, utilizando-se a literatura especializada, consulta a herbários e especialistas. Os indivíduos foram quantificados e agrupados por espécie mais provável, uma vez que houve dificuldades na identificação em nível de espécie de indivíduos muito jovens.



Figura 11 – Emergência de plântula *Myrcia* sp.



Figura 12 – Plântula da espécie *Dioclea violacea* Mart. ex Benth.

4. Resultado

Durante os 4 meses de análise do trabalho, nas 15 amostras avaliadas, foram registradas, dentre as plântulas recrutadas nos tratamentos, 8 espécies e 7 famílias. A família Asteraceae foi representada pela *Chaptalia integerrima* (Vell.) Burkart, a Commelinaceae pela *Commelina erecta* L., a Cyperaceae pela *Rhynchospora cephalotes* (L.) Vahl., a Euphorbiaceae pela *Chamaesyce hyssopifolia* (L.) Small, a Fabaceae pela *Dioclea violacea* Mart. ex Benth. e a *Desmodium* sp, a Myrtaceae pela *Myrcia* sp. e a Urticaceae pela *Cecropia glaziovii*.

Quanto ao hábito das espécies germinadas, a herbácea foi predominante com 75% de ocorrência, sendo considerada arbórea apenas a *Cecropia glaziovii* e a *Myrcia* sp.. Nas repetições da testemunha (T), não houve germinação de espécies herbáceas decorrentes de espécies invasoras próximas, com nenhuma germinação de espécies arbóreas ou arbustivas.

Em relação à densidade de recrutamento de plântulas nos tratamentos T1 e T2, através de uma análise de correlação, verificou-se que não houve diferença significativa entre as médias (Figura 13). Embora, na correlação da riqueza entre os métodos, constata-se uma sutil diferença (Figura 14).

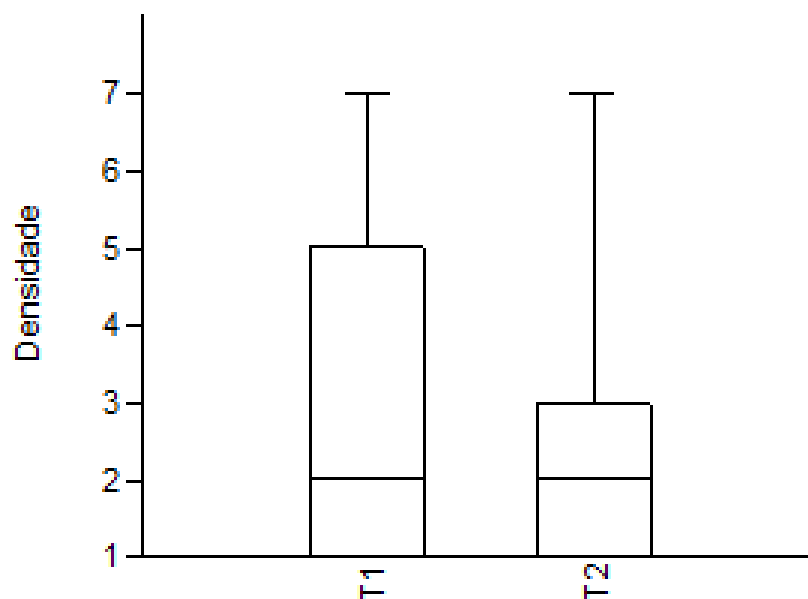


Figura 13 – Densidade média dos indivíduos emergidos do banco de sementes e seus respectivos desvios padrões, nos dois tratamentos de nucleação aplicados em área degradada. T1 (aplicação de serapilheira) e T2 (aplicação de serapilheira + solo *topsoil*)

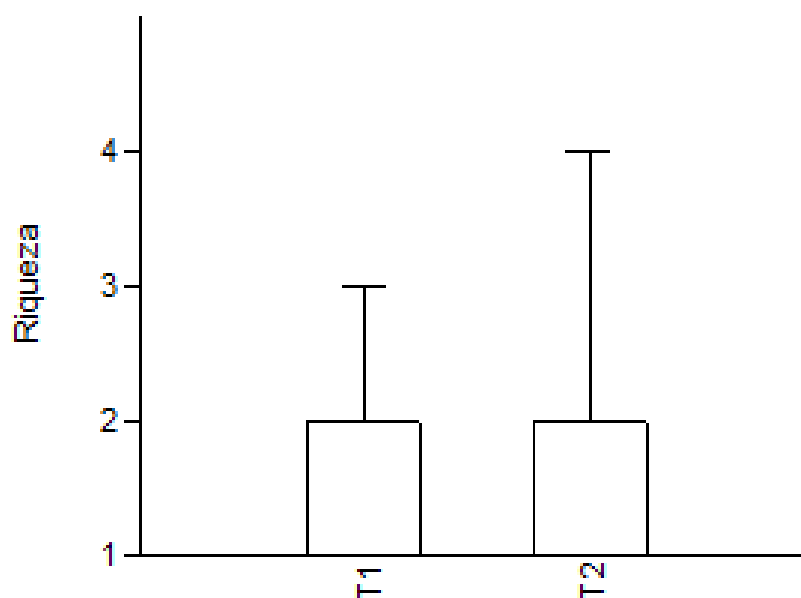


Figura 14 – Riqueza média dos indivíduos emergidos do banco de sementes, nos dois tratamento de nucleação aplicados em área degradada. T1 (aplicação de serapilheira) e T2 (aplicação de serapilheira + solo *topsoil*)

5. Discussão

Como esperado, os valores encontrados nas análises dos tratamentos T1 (serapilheira) e T2 (serapilheira + solo) mostraram-se mais elevados do que o T0, uma vez que os solos expostos perdem seus nutrientes mais facilmente, transformando-se em áreas de baixa fertilidade, sendo que a vegetação é cada vez menos expressiva conforme o grau de exposição do solo aos efeitos das intempéries (SOUSA et al., 2007)

O estudo de Silvia et al. (2015) apresenta uma maior riqueza de espécies arbustivo-arbóreas no tratamento com transposição de serapilheira, o que difere deste experimento, talvez por conta de o local de coleta não possuir um banco de sementes expressivo. O referido trabalho considera a semeadura direta, seguida da cobertura pela serapilheira, como uma técnica ainda mais eficiente.

No caso da transposição do banco de sementes, presente no solo, contribuir para o estabelecimento de uma vegetação com um número menor de espécies pioneiras arbóreas, o sucesso dependerá mais das características físico-químicas do substrato utilizado no tratamento (LEAL et al., 2013), do que a competição com espécies herbáceas, consideradas daninhas.

Assim, a transposição do solo realizada por Miranda-Neto et al. (2010), também encontrou abundância de espécies pioneiras que representavam 64% do total de espécies arbustivas e arbóreas. Da mesma maneira, Rodrigues et al. (2010), identificou que espécies pioneiras representaram 69,41% dos indivíduos arbustivos e arbóreos. Esses dados reforçam os resultados do presente estudo, no favorecimento de espécies pioneiras nos tratamentos.

Não obstante, um dos desafios da restauração de áreas perturbadas está justamente na proliferação dessas espécies oportunistas e pioneiras (herbáceas), que em muitos casos, podem impedir o desenvolvimento do banco de sementes presente no solo, alterando o desenvolvimento do ecossistema (ARAÚJO et al., 2004). Miranda-Neto (2010) reforça ainda que o banco de sementes, antes de ser transposto, deve ser

analisado para que plantas herbáceas e gramíneas agressivas, não inibam a sucessão que se pretende estimular. Contudo, herbáceas pioneiras são essenciais no processo de sucessão, agindo como um primeiro estágio da sucessão após uma perturbação (ARAÚJO et al., 2004).

Por isso, quando a camada de serapilheira é posta sobre o banco de sementes na área degradada, pode-se formar uma barreira física, dificultando a germinação e o estabelecimento das plântulas de espécies herbáceas. Isto pode ser positivo, uma vez que a abundância de espécies herbáceas pode inibir a regeneração de espécies arbustivo-arbóreas responsáveis pela celeridade da sucessão secundária. (RODRIGUES et al., 2010).

O T2 mesmo sendo estatisticamente igual ao T1, em relação à densidade de espécies, proporcionou maior riqueza em relação aos demais tratamentos. Contudo, tratando-se de restauração, os tratamentos podem estagnar a sucessão devido à ausência de espécies secundárias tardias, o que segundo Neto et al. (2010) revela a necessidade de plantios de enriquecimento, de maneira a garantir o restabelecimento de espécies que ocorriam originalmente, antes da degradação.

Porquanto, ainda é muito comum verificar em trabalhos com banco de sementes em fragmentos florestais, ou ainda em vegetação antropizada, como no caso de pastagens ou agriculturas, situações de dominância e predomínio das espécies herbáceas (HOPKINS et al., 1990). Isso porque, as espécies utilizadas na recuperação de áreas degradadas, apresentam características marcantes, relacionadas ao rápido crescimento, principalmente quando é aplicada uma cobertura morta (*mulch*), que reduz a perda de umidade (SILVA; CORRÊA, 2008).

Por serem consideradas facilitadoras, as espécies pioneiras, numa fase, alteram as condições e propriedades da comunidade, permitindo que espécies subsequentes tenham maiores chances de estabelecimento (RICKLEFS, 2003). Os processos iniciais, da recuperação de áreas degradadas, dependem mais das espécies pioneiras, do que das secundárias e clímax, já que estas últimas irão contribuir mais para o enriquecimento da área (GRIS et. al., 2012).

Por fim, ainda que seja necessário trabalhar mais para comparar técnicas de restauração florestal, em diferentes contextos ambientais, parece que a nucleação preserva melhor o legado de diversidade dos sistemas florestais. Todavia, faz-se necessária uma abordagem integrada, que utilize tanto a produtividade da plantação, como também as funções naturais associadas à nucleação, desenvolvendo a diversidade desejada e contribuindo com a conservação (BECHARA et al., 2016)

6. Considerações Finais

A transposição de solo e serapilheira, como técnicas nucleadoras, podem ser alternativas viáveis para iniciar o processo de recuperação em áreas degradadas, ao invés de deixar o solo exposto, atuando em conjunto, tornam-se uma técnica de nucleação eficiente.

Embora, não haja muitas diferenças nos resultados dos tratamentos empregando somente a serapilheira ou combinado às técnicas, pode-se ter melhor custo benefício utilizando-se separadamente (o solo e a serapilheira), tendo dois compostos para a restauração de áreas degradadas.

Todavia, deve-se avaliar, em situações de supressão de remanescentes florestais para implantação de empreendimentos, após o resgate de flora, o custo-benefício de resgatar inicialmente a serapilheira, para depois coletar o *topsoil*. Sendo que em muitos casos os dois são coletados e empilhados juntos.

Ainda que se tenha certo impacto nas áreas que fornecem o banco de semente, por conta da remoção do solo e serapilheira, a técnica torna-se menos impactante quando as áreas doadoras estão destinadas a ocupação. Devendo, antes do processo de terraplanagem, remover os materiais e estoca-los, para posterior utilização na recuperação de ambientes degradados.

Referências

ARAÚJO, M. M. et al. **Caracterização da chuva de sementes, banco de sementes do solo e banco de plântulas em Floresta Estacional decidual ripária Cachoeira do Sul, RS.** Scientia Forestalis, Piracicaba, v. 66, p.128141, 2004.

BRANCALION, P. H. S. et al. **Avaliação e Monitoramento de Áreas em Processo de Restauração.** In: Sebastião Venâncio Martins. (Org.). Avaliação e Monitoramento de Áreas em Processo de Restauração. 1ed.Viçosa: UFV, 2012, v. 1, p. 262-293.

BROWN, D. **Estimating the composition of a forest seed bank: a comparison of the seed extraction and seedling emergence methods.** Canadian Journal of Botany, v.70, n.8, p.1603-1612, 1992.

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

FOWLER, W. M. **Soil seed bank dynamics in transferred topsoil.** Western Australia: Murdoch University; 2012. 56 p

GRIS, D. ; TEMPONI, L. G. ; MARCON, T. R. . **Native species indicated for degraded area recovery in Western Paraná, Brazil.** Revista Árvore (Impresso) , v. 36, p. 113-125, 2012.

GROMBONE-GUARATINI M.T., RODRIGUES R.R. **Seed bank and seed rain in a seasonal semi-deciduous forest in south-eastern Brazil.** Journal Tropical Ecology. 2002;(18):759-774.

GUEVARA SADA, S., GOMEZ-POMPA, A. **Determinación del contenido de semillas en muestras de suelo superficial de una selva tropical de Veracruz, México.** In: GOMEZ-POMPA, A. et al. Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México: Continental, 1979. p.203-32.

HAMMER, O.; HARPER, D.A.T.; RYAN, P.D. **Past: paleontological statistics software package for education and data analysis.** Paleontologia Electronica 4(1):1-9. 2001.

HOPKINS, M. S.; TRACEY, J. G.; GRAHAM, A. W. **The size and composition of soil seed banks in remnant patches of three structural rainforest types in North Queensland, Australia.** Australian Journal of Ecology, Melbourne, v. 15, n. 1, p. 43-50, Mar. 1990.

JAKOVAC, A.C.C. **O uso do banco de sementes florestal contido no topsoil como estratégia de recuperação de áreas degradadas.** Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2007.

LEAL FILHO, N; SANTOS, G. R.; FERREIRA, R. L. **Comparando técnicas de nucleação utilizadas na restauração de áreas degradadas na Amazônia brasileira.** Rev. Árvore [online]. 2013, vol.37, n.4

MARTINS, C. R. **Revegetação com gramíneas de uma área degradada no Parque Nacional de Brasília-DF, Brasil.** 1996. 70f. Dissertação. (Mestrado em Ecologia) - Universidade de Brasília, Brasília, 1996.

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

MOREIRA, P. R. **Manejo de solo e recomposição da vegetação com vistas a recuperação de áreas degradadas pela extração de bauxita, Poços de Caldas, MG.** 2004. 139p. Dissertação (Doutorado em Biologia)-Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, 2004.

NETO, A. M. 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, Dec. 2010.

REIS, A. et al. **Recuperação de áreas florestais degradadas utilizando a sucessão e as interações planta-animal.** Série Cadernos da Biosfera, 14. Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, São Paulo, Brasil, 42 p. 1999.

RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza.** 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.

ROCHA, A.E. **UCSAL inaugura Trilha Ecológica em Pituacu**. 25 de Outubro de 2016. Disponível em <http://noosfero.ucsal.br/institucional/noticias/ucsal-inaugura-trilha-ecologica-em-pituacu> Acessado em 12 de janeiro de 2017.

RODRIGUES, B.D.; MARTINS, S. V.; LEITE, H. G. **Avaliação do potencial da transposição da serapilheira e do banco de sementes do solo para restauração florestal em áreas degradadas**. Revista *Árvore*, v.34, n.1, p.65-73, 2010.

SCHIMTZ, M. C. **Banco de sementes no solo em áreas do reservatório da UHE Paraibuna**. Recomposição da vegetação com espécies arbóreas nativas em reservatórios de usinas hidrelétricas da CESP. Série IPEF. _99_;8(_5):7-8.

SILVA, K. A. et al . **Semeadura direta com transposição de serapilheira como metodologia de restauração ecológica**. Rev. *Árvore*, Viçosa, v. 39, n. 5, p. 811-820, Oct. 2015.

SILVA, L. C.R; CORRÊA, R. S. **Sobrevivência e crescimento de seis espécies arbóreas submetidas a quatro tratamentos em área minerada no cerrado**. Revista *Árvore*, v. 32, n. 4, p. 731-740, 2008.

SOUSA, R. F. et al. . **Geotecnologia no estudo da evolução espaço-temporal da cobertura vegetal do município de São João do Cariri-PB**. *Ambiental*, v.4, n.2, p.60-67, 2007.

TELES, A. M.; BAUTISTA, H. P. **Flora do Parque Metropolitano de Pituacu e seus arredores, Salvador, Bahia: Compositae** In: Resumos do 52º Congresso Nacional de Botânica. João Pessoa: Espaço Cultural José Lins do Rego. p. 235, 2001.

TRÊS, D. R. **Restauração ecológica de uma mata ciliar em uma fazenda produtora de Pinus taeda L. no norte do Estado de Santa Catarina**. 2006. Dissertação de Mestrado, Pós-Graduação em Biologia Vegetal, UFSC, Florianópolis. p. 85. 2006.

TRES, D. R. et al. **Poleiros Artificiais e Transposição de Solo para a Restauração Nucleadora em Áreas Ciliares**. Revista Brasileira de Biociências, v. 5, p. 312-314, 2007.

YARRANTON, G.A.; MORRISON, R.G. **Spatial dynamics of a primary succession: nucleation.** *Journal of Ecology*, 62: 417- 428, 1974.

CAPÍTULO 3 – Proposta de Indicadores para Protocolo de Avaliação do Potencial de Prestação de Serviços Ambientais por Programas de Recuperação de Áreas Degradadas em Áreas Verdes Urbanas

1. Introdução

O planejamento ambiental inadequado é uma constante no desenvolvimento das cidades, principalmente tratando-se das áreas verdes geralmente delegadas ao segundo plano, quando não ao abandono. A qualidade de vida urbana está diretamente atrelada a vários fatores que estão reunidos na infraestrutura, no desenvolvimento econômico-social e àqueles ligados à questão ambiental, a exemplo das áreas verdes públicas que se constituem elementos imprescindíveis para o bem estar da população (LOBODA e ANGELIS, 2005).

A importância dos parques urbanos para as cidades é evidente, mas apesar dos inúmeros benefícios elencados é possível perceber que muitas vezes a gestão desses espaços não é realizada de forma concisa, sendo que problemas ambientais não são tratados ou mitigados. Problemas referentes a verbas limitadas e interesses da gestão dos municípios, acabam por não propiciar ações de proteção e recuperação de áreas degradadas das áreas oficiais dos parques como também área de entorno (REZENDE et al. 2012)

As diretrizes de um Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) deveriam ser estabelecidas por meio de termos de referência (TR) determinados pelo órgão ambiental responsável pelo licenciamento ambiental, que estabeleceriam nesse documento a abrangência, os procedimentos e os requisitos gerais a serem seguidos pelo proponente da atividade.

O PRAD só poderia ser executado depois de aprovado pelo órgão responsável pelo licenciamento ambiental. Essa medida previne que haja problemas tanto na fase de elaboração quanto na de execução, uma vez que há muitos casos de incompletude e superficialidade em alguns estudos, deixando as empresas livres para agirem como entenderem.

A recuperação de áreas degradadas nem sempre está a cargo de profissionais especializados, muitas vezes é uma tarefa acumulada às atividades de controle dentro dos empreendimentos. Dessa maneira, acabam por fazer parte das exigências estabelecidas pelos órgãos de fiscalização ambiental, sendo tratadas como mais uma ferramenta das políticas públicas que tem o objetivo de assegurar a correção de impactos ambientais negativos (BITAR, 2002).

O sucesso de um programa de recuperação pode ser avaliado conforme diferentes pontos de vista, ou seja, atendendo interesses econômicos, ecológicos ou até ambos. Há muitas empresas que buscam implantar projetos efetivos de recuperação ambiental, no entanto, há uma carência de conhecimentos técnicos por parte delas. Situações como esta resultam em trabalhos pouco eficientes, principalmente quando se trata de procedimentos de recuperação (ALMEIDA; SANCHES, 2005).

Apesar disso, o avanço das pesquisas, aponta a nucleação como uma mudança de paradigma da restauração. Isso contraria os modelos tradicionais de recuperação que apenas satisfazem exigências legais. As técnicas nucleadoras promovem a conservação efetiva dos ecossistemas, tendo um compromisso ético com as futuras gerações (BECHARA, 2006).

Embora, a avaliação dos serviços ambientais prestados na restauração ou recuperação de áreas degradadas não seja uma prática fácil, a maioria dos estudos de valoração não considera todos os serviços ecossistêmicos, focando numa parcela mínima deles. Aliás, nem todos os valores da biodiversidade podem ser estimados ou avaliados de modo confiável utilizando-se os métodos existentes (TEEB, 2010). Isso porque, os impactos negativos das atividades humanas afetam os serviços ambientais, entendidos como benefícios propiciados pelos ecossistemas, que são imprescindíveis para a manutenção das condições necessárias à vida, impactando a conservação, manutenção e ampliação da recuperação dos ambientes que prestam esses serviços (WUNDER, 2005).

Tão logo, os serviços ambientais são estritamente dependentes e correlacionados,

como no caso do controle da erosão (intrínseco ao ciclo de água) e a captura de carbono. Ambos os casos podem ser obtidos através do recobrimento vegetal, inclusive pouca diversidade de espécies, a exemplo das monoculturas florestais (silvicultura). Sendo assim, diferentes de outros serviços ambientais, estes são dependentes de relações bióticas, como a polinização de pomares e o controle biológico de pragas, que em ambos os casos requer uma biodiversidade (CARPANEZZI E CARPANEZZI, 2003).

Assim, os serviços de regulação provenientes das florestas tropicais, como no armazenamento de carbono, prevenção contra erosão, controle de poluição e purificação da água, podem ser responsáveis por cerca de dois terços do seu valor econômico. Enquanto que, os serviços de provisão, tais como o provimento de comida, madeira, recurso genético e outros materiais, representam uma parcela relativamente pequena do valor da floresta, apesar de serem os benefícios mais perceptíveis e importantes do ponto de vista econômico (TEEB, 2010).

Convém reforçar que, do ponto de vista ecológico e de geração de serviços ecossistêmicos, as florestas já estabelecidas ou em estágio inicial, podem gerar mais benefícios e serviços ecossistêmicos do que as florestas implantadas, em processo de restauração (PAGIOLA et al., 2013).

No entanto, técnicas de recuperação, com foco no plantio em grande escala, podem impedir processos de restauração ou redirecioná-los, em certos casos, proporcionando uma rápida recuperação, mas de certa maneira efêmera, sem os processos ecológicos graduais, visando assim atingir metas de curto prazo e onerando os trabalhos com demasiados insumos e serviços silviculturais (BECHARA et al., 2016).

Contudo, os investimentos em restauração ecológica podem contribuir para o aumento de benefícios resultantes dos serviços ambientais, uma vez que florestas naturais ou recuperadas, pobres em espécies, apresentam baixa diversidade funcional e conseqüentemente uma menor capacidade de reter biodiversidade e serviços correlatos (BRANCALION et al., 2010).

As medidas de proteção de matas ciliares, nascentes e encostas, que são consideradas Áreas de Preservação Permanente (APP), têm profunda relevância na prevenção de desastres e de suas consequências ambientais, patrimoniais e pessoais. No Brasil, em virtude de suas características tropicais, a proteção de APP está intimamente relacionada com a prevenção de desastres centrados em eventos de inundações e deslizamentos (CARVALHO, 2015).

Contudo, os projetos de recuperação, em muitos casos, devem avaliar não apenas o estabelecimento da vegetação dominante, mas que considerem os objetivos destinados a melhorias dos aspectos ecológicos, buscando a recriação da totalidade do ecossistema e dos seus processos (LONGCORE, 2003).

2. Objetivo

- Propor indicadores para compor um protocolo de avaliação do potencial de prestação de serviços ambientais por planos de recuperação de áreas degradadas em áreas verdes urbanas.

3. Proposição de Requisitos para Avaliação dos Serviços Ambientais

3.1 Programas de Recuperação de Áreas Degradadas

O Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) é um dos estudos ambientais presentes na Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 237 de 1997, devendo ser elaborado segundo critérios definidos no processo de licenciamento ambiental (BRASIL, 1997).

Diante disso, o PRAD consiste em um documento que preconiza a utilização de procedimentos de revegetação, englobando um conjunto de medidas e ações para a promoção do estabelecimento ou restabelecimento da cobertura vegetal nas áreas degradadas (OCAMPO-ALMEIDA; SÁNCHEZ, 2005).

Conforme Sánchez (2010), o PRAD deve ser conduzido de acordo com o ciclo clássico de gestão PDCA (*plan – do – check – act*), ou seja, planejar, executar, verificar e agir. Dessa forma, pode-se entender que o plano de recuperação, deve ser tratado como um instrumento a ser implementado de modo eficaz (que atenda os objetivos) e eficiente (utilize menores recursos possíveis) (SÁNCHEZ, 2010).

Ainda que se tenham exigências legais, para a recuperação de áreas degradadas, as dificuldades de ordem técnica, gerencial e econômica, interferem no desenvolvimento dos trabalhos. Sendo assim, são frequentes as dificuldades relativas ao manejo do solo, que podem inclusive comprometer a eficiência dos resultados da revegetação (OCAMPO-ALMEIDA; SÁNCHEZ, 2005).

Em certos casos de revegetação, as florestas plantadas podem ter as mesmas funções que as florestas secundárias (nativa). No entanto, devido à sua composição de espécies, estrutura e história de manejo, as plantações podem ser mais suscetíveis a distúrbios do que as florestas secundárias. Ainda que possam ser concebidas para provimento de produtos específicos (madeira), na reabilitação de terrenos ou na proteção dos solos contra a erosão (LUGO, 1997).

Contudo, somente é possível avaliar o sucesso de um PRAD, quanto este é comparado com seus objetivos. Todavia, a clareza na formulação das metas a serem atingidas não é o bastante para aferir os resultados. Fazem-se necessários critérios e parâmetros previamente definidos e negociados com as partes interessadas para poder avaliar o sucesso do programa (SÁNCHEZ, 2010).

3.2 Serviços Ambientais Avaliados

De acordo com o MEA (2000), os serviços ecossistêmicos são os benefícios que as pessoas obtêm dos ecossistemas, incluindo provisão, regulação e serviços culturais. A seguir são listados estes serviços, com a denominação de “ambientais” ao invés de ecossistêmicos, por se tratar de serviços resultantes de áreas manejadas pelo ser humano (GUEDES; SEEHUSEN, 2011).

No presente trabalho, iremos tratar os serviços ecossistêmicos como serviços ambientais, por se tratar de um conceito mais abrangente e compatível com as atividades de recuperação de áreas degradadas. O Quadro 2 apresenta a relação dos serviços ambientais que podem nortear uma proposta do protocolo de avaliação, as definições aqui apresentadas são adaptações com foco na recuperação de áreas degradadas, feitas a partir do livro *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis* do (MEA, 2005).

Quadro 2 – Definição dos Serviços Ambientais relacionados à Recuperação de Áreas Degradadas

Serviços de Provisão	
Alimento	Tem relação com o uso de espécies que fornecem produtos alimentares.
Fibra/Madeira	Tem relação com o uso de espécies que fornecem materiais madeireiros e não madeireiros como fibras.
Recursos genéticos	Tem relação com o uso de espécies que contribuem para um banco genético e a biotecnologia.
Recursos medicinais	Tem relação com o uso de espécies que fornecem bioquímicos, medicamentos naturais e farmacêuticos.
Recursos ornamentais	Tem relação com o uso de espécies que fornecem produtos vegetais, que podem ser utilizados na ornamentação e no paisagismo.
Água	Tem relação com o uso de técnicas de irrigação racional, garantindo a conservação do manancial.
Serviços de Regulação	
Regulação da qualidade do ar	Tem relação com a composição das espécies na extração de substâncias químicas da atmosfera, influenciando muitos aspectos da qualidade do ar.
Regulação climática	Tem relação com o uso de espécies que influenciam no microclima local e no sequestro do gás carbônico.
Regulação da água	Tem relação com o uso e composição de espécies que desempenham papel na regulação do processo de recarga dos aquíferos e proteção dos mananciais.
Regulação da erosão	Tem relação com o uso e composição de espécies que tenham papel importante na retenção do solo e na

	prevenção de deslizamentos de terras.
Purificação de água	Tem relação com o uso e composição de espécies que participam dos processos de manutenção e retenção de impurezas que possam alterar as propriedades dos mananciais.
Polinização	Tem relação com o uso de espécies que atraem os polinizadores.
Tratamento de resíduos	Tem relação com o uso de técnicas que contribuem na decomposição e assimilação dos compostos do solo.
Serviços Culturais	
Valor Estético	Tem relação com a composição e o uso de espécies que despertam um valor estético ou paisagístico.
Recreação e Lazer	Tem relação com a proximidade de áreas destinadas às práticas recreativas ou de lazer.
Valor Espiritual e Religioso	Tem relação com a proximidade de áreas com valor espiritual e religioso.
Valor Educacional e Cultural	Tem relação com a proximidade de áreas destinadas ao fornecimento de bases para a educação formal e informal, sendo fonte de inspiração para arte, folclore, símbolos nacionais, arquitetura e publicidade.

3.3 Protocolo de Avaliação

Para Almeida e Sanches (2005), os indicadores de desempenho devem ser objetivos, de fácil mensuração, reprodutíveis e capazes de serem obtidos a um baixo custo. A utilização de indicadores permite uma melhor compreensão pelas partes interessadas (setores públicos, privados e a comunidade), mediante a possibilidade de uma fácil compreensão e interpretação dos dados.

Quaisquer que sejam os parâmetros selecionados como os indicadores da restauração, eles devem ser escolhidos com base em critérios que reflitam a viabilidade e a estabilidade do ecossistema em longo prazo (MUMMEY et al., 2002).

Dessa maneira, a Tabela 1 apresenta os requisitos deste protocolo para avaliação de projetos de recuperação de áreas degradadas. É possível observar a proposição de

dezenove indicadores, relacionados principalmente com a conservação, além de parâmetros relacionados com a flora.

Tabela 1 – Indicadores de Avaliação dos Serviços Ambientais na Recuperação de Áreas Degradadas

Serviço Ambiental	Indicadores	Pesos			
		1	2	3	4
Provisão					
Alimentos	% de espécies	Até 25%	26 a 50%	51 a 75%	76 a 100%
Fibra / Madeira	% de espécies	Até 25%	26 a 50%	51 a 75%	76 a 100%
Recursos Genéticos	Nº de mudas / ha	Até 400 mudas / ha	401 a 833 mudas / ha	833 a 1.665 mudas / ha	Acima de 1.665 mudas / ha
Recursos Medicinais	% de espécies	Até 25%	26 a 50%	51 a 75%	76 a 100%
Recursos Ornamentais	% de espécies	Até 25%	26 a 50%	51 a 75%	76 a 100%
Água	Tipo de sistema de irrigação	Aspersão / Mangueira	Gotejamento	Polímero retentor de água	Nenhum
Regulação					
Regulação da Qualidade do Ar	Nº de mudas / ha	Até 400 un / ha	401 a 833 un	833 a 1665 un	Acima de 1.665 mudas / ha
Regulação do Clima	Nº de mudas / ha	Até 400 un / ha	401 a 833 un	833 a 1665 un	Acima de 1.665 mudas / ha
Regulação dos Fluxos de Água	Nº de mudas / ha	Até 400 un / há	401 a 833 un	833 a 1665 un	Acima de 1.665 mudas / ha
Purificação da Água	Nº de mudas / ha	Até 400 mudas / ha	401 a 833 mudas / ha	833 a 1.665 mudas / ha	Acima de 1.665 mudas / ha
Fertilidade do Solo	Tipo de técnica	Adubação Química	Adubação Verde / Esterco	Transp. de Serapilheira	Transposição de Solo
Regulação da Erosão	Tipo de técnica	Reconformação / Retaludamento	Obras ¹	Bioengenharia ²	Revegetação
Polinização	% de espécies	Até 25%	26 a 50%	51 a 75%	76 a 100%
Controle de Resíduos	Tipo de técnica	Nenhuma	Transposição de Solo/Serapilheira	Galharias/Compostagem	Combinação de + 2 métodos de aproveitamento
Cultural					
Valores Estéticos	Potencial	Baixo	Médio	Alto	Muito alto

¹ Canaletas, banquetas, escadas ou drenos.

² Terraceamento, curvas de nível, bermas ou biotextil.

Serviço Ambiental	Indicadores	Pesos			
		1	2	3	4
Recreação e Turismo	Potencial	Baixo	Médio	Alto	Muito alto
Valores Espirituais / Religiosos	Potencial	Baixo	Médio	Alto	Muito alto
Valores Educacionais / Culturais	Potencial	Baixo	Médio	Alto	Muito alto

A análise do PRAD, diante dos indicadores propostos, servirá como uma forma de estimar o potencial de fornecimento de serviços ambientais decorrentes de sua execução, agregando mais uma abordagem à prática.

Por isso, os indicadores de avaliação devem permitir um amplo entendimento quanto à formulação e execução dos planos pelas partes interessadas. Tão logo seja o empreendedor (financiador), o executor (empresa consultora) e o órgão fiscalizador, que neste caso representa o interesse da sociedade.

O empreendedor (financiador) é o agente causador, na maioria dos casos, da degradação, por conta das ações relacionadas às suas atividades, ainda que estejam licenciadas ou resultantes de algum desvio, podem gerar modificações em ambientes naturais. Principalmente, quando se trata de supressão de vegetação e alteração da cobertura do solo.

A empresa consultora, contratada pelo empreendedor, deve executar os programas de mitigação, prevista na licença de um determinado empreendimento. Em certos casos, as orientações metodológicas dos programas de recuperação, podem apresentar objetivos específicos para a revegetação ou proposições que contemplem a restauração da cobertura vegetal, como também dos processos ecológicos.

Por fim, o poder público, por meio do órgão fiscalizador, analisa e aprova os planos de recuperação, bem como avaliam a sua execução e efetividade no atendimento dos objetivos previstos. Todo esse processo faz parte do licenciamento ambiental, podendo ser uma condicionante de licença ou um ajustamento de conduta.

3.4 Classificação do PRAD

Considerando a proposição, os planos de recuperação poderão ser enquadrados em quatro categorias de acordo com o seu potencial (baixo, médio, alto ou muito alto), resultantes do somatório dos pontos avaliados para cada um dos indicadores propostos no Quadro 2 e Tabela 1. A pontuação e o percentual do potencial em fornecer serviços ambientais se enquadrará em uma das categorias presentes no Quadro 3.

Quadro 3 – Potencial de Serviços Ambientais em PRAD

Potencial	Pontuação	Percentual	Característica
Baixo	18-31	Até 25%	Plano com baixa diversidade de flora, pouca contribuição aos processos ecológicos e baixa sustentabilidade socioambiental.
Médio	32-45	26-50%	Plano com moderada diversidade de flora, modesta contribuição aos processos ecológicos e razoável sustentabilidade socioambiental.
Alto	46-59	51-75%	Plano com alta diversidade de flora, moderada contribuição aos processos ecológicos e alta sustentabilidade socioambiental.
Muito Alto	60-72	Acima de 75%	Plano com alta diversidade de flora, elevada contribuição aos processos ecológicos e maior sustentabilidade socioambiental.

Essa avaliação apresenta vantagens, desvantagens e limitações, bem como aplicabilidades distintas. Assim, as partes interessadas precisam alinhar as metas e expectativas, quando na análise combinada dos indicadores propostos, empregando-o de forma adequada.

3.5 Passo-a-passo da Avaliação do Potencial

A primeira etapa, presente na Figura 15, consiste na leitura e análise do PRAD, buscando identificar os indicadores dos serviços ambientais contemplados no programa.

Em seguida, deve-se atribuir pesos aos indicadores conforme a Tabela 1 (Gradação dos SA). No terceiro passo serão somados os valores atribuídos, que poderão tender a serem mais expressivos em determinada categoria de serviço (provisão, regulação e cultural) e também resultar em um escore total.

Por fim, o resultado da soma dos valores servirá para verificar a classificação do PRAD conforme a Quadro 3 (Potencial em AS). Neste caso, o PRAD poderá ser definido como de baixo, médio, alto ou muito alto potencial em fornecimento de Serviços Ambientais.

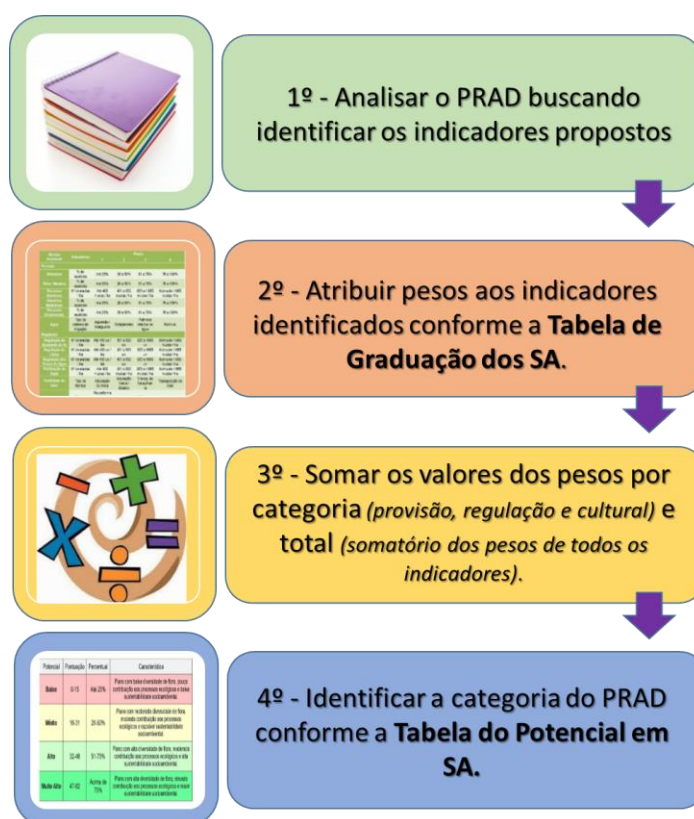


Figura 15 – Passo-a-passo metodológico da avaliação

3.5 Estudo de Caso

Foi considerado para este trabalho três experiências de PRAD em áreas urbanas, com características distintas. Os referidos PRAD não foram planejados considerando a prestação de serviços ambientais, no entanto a avaliação deles contribui para um importante exercício de análise dos indicadores propostos.

3.5.1 Síntese das Informações dos PRAD

São apresentadas a seguir uma síntese para cada um dos planos, com o foco nas características da área e seu entorno imediato, nos fatores que acarretaram a degradação e na condição em que se encontravam antes da execução da recuperação:

a) PRAD 1

Este plano foi desenvolvido para uma área urbana próxima a um condomínio, às margens de um córrego poluído, apresentando um mosaico de configurações, notadamente recoberto por gramíneas invasoras e muitos pontos com o solo exposto. A degradação deve-se a substituição da vegetação nativa, deposição na margem de material dragado do córrego e resíduos sólidos, além das intervenções da implantação do condomínio, como na instalação de mourões, cercas e manilhas de drenagem de águas pluviais do condomínio.

A execução deste plano contou com a remoção dos resíduos sólidos, controle das espécies invasoras, aplicação de métodos de nucleação (transposição de serapilheira e poleiros artificiais) e o plantio de mudas nativas nas áreas menos adensadas na proporção de 1.666 mudas/hectare.

b) PRAD 2

Este outro plano foi desenvolvido para uma área urbana próxima a um condomínio, também às margens de um córrego poluído, com o solo exposto, praticamente

ausente de vegetação, decorrente das inúmeras conformações de terra que foram feitas durante a obra. A degradação deve-se a ausência de qualquer recobrimento vegetal, acarretando lixiviação e agravando a erosão e o comprometimento do curso hídrico.

A execução deste plano contou com a reconformação e estabilização da margem com biotêxtil, adubação verde com gramíneas e leguminosas, plantio de grama esmeralda (em virtude do projeto paisagístico do condomínio), além do plantio de mudas de espécies nativas na proporção de 1.666 mudas/hectare.

c) PRAD 3

Este último plano também foi desenvolvido para uma área urbana próxima a um condomínio, considerada área de preservação permanente por estar situada às margens de um córrego intermitente, com o solo exposto, praticamente ausente de vegetação, decorrente da movimentação de terra para a implantação do sistema de drenagem de águas pluviais do condomínio. A degradação deve-se a ausência de qualquer recobrimento vegetal, acarretando lixiviação e agravando a erosão e podendo comprometer a drenagem e o fluxo de águas pluviais.

A execução deste plano contou com a adubação verde (gramíneas e leguminosas), além da aplicação de métodos de nucleação (transposição de serapilheira e transposição de solo) e ainda o plantio de mudas nativas em núcleos de diversidade na proporção de 600 mudas/hectare.

3.5.2 Avaliação dos PRAD com base nos indicadores propostos

O Tabela 2 apresenta a valoração dada aos PRAD avaliados com base nos indicadores propostos.

Tabela 2 – Classificação dos indicadores de Potencial de Serviço Ambiental dos PRAD avaliados

Serviço Ambiental	Plano de Recuperação de Áreas Degradadas		
	1	2	3
Provisão			
Alimentos	2	2	2
Fibra / Madeira	3	3	3
Recursos Genéticos	4	4	2
Recursos Medicinais	1	1	1
Recursos Ornamentais	2	2	2
Água	3	3	3
Regulação			
Regulação da Qualidade do Ar	4	4	2
Regulação do Clima	4	4	2
Regulação dos Fluxos de Água	4	4	2
Purificação da Água	4	4	2
Fertilidade do Solo	2	1	4
Regulação da Erosão	4	1	4
Polinização	2	2	2
Controle de Resíduos	2	1	2
Cultural			
Valores Estéticos	2	3	3
Recreação e Turismo	1	2	1
Valores Espirituais / Religiosos	2	2	2
Valores Educacionais / Culturais	2	2	2
Resultado			
Potencial em SA	48	45	41

Legenda (1) Baixo (2) Médio (3) Alto (4) Muito Alto

3.5.3 Resultados e Discussão

A avaliação do potencial dos serviços ambientais dos PRAD realizados resultou em um potencial alto para o PRAD 1 com 77%, seguido do PRAD 2 com 73% e o PRAD 3 com 66%, estes dois últimos ficando classificados como médio (Figura 16).

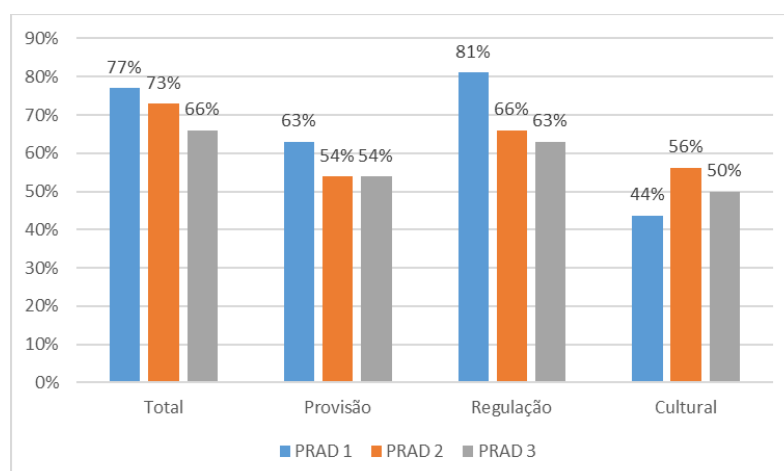


Figura 16 – Percentuais dos serviços ambientais, totais e por tipo, dos PRAD avaliados

A Figura 15, apresenta, além do percentual do potencial (total), os valores percentuais por tipo de serviço (provisão, regulação e cultural). No que se refere ao serviço de provisão, verifica-se que os valores também foram muito próximos entre os planos, com 63% para o PRAD 1 e 54% para o PRAD 2 e 3. O serviço de regulação também apresentou resultados próximos para o PRAD 2 e 3, correspondente a 66% e 63% respectivamente, e 81% para o PRAD 1. O serviço cultural com o maior percentual ficou com o PRAD 2 (56%), seguido do PRAD 3 com 50% e o PRAD 1 com 44%.

4. Considerações Finais

Há poucas ferramentas disponíveis na literatura para avaliação de planos de recuperação de áreas degradadas no âmbito do licenciamento ambiental, ainda mais no que se refere aos possíveis serviços ambientais que possam ser prestados. Diante de um cenário em que se tem uma expansão de áreas degradadas, são necessários indicadores para o alcance de metas mais conservacionistas.

Nesse horizonte, a presente proposta de indicadores para um protocolo visa agregar como mais uma ferramenta de planejamento e avaliação de Planos de Recuperação de Áreas Degradadas, principalmente aquele em que façam uso de metodologias de restauração ecológica, em especial as técnicas nucleadoras, por se tratarem de métodos precursores e com bom custo-benefício.

Por fim, se tratando de uma exigência legal e necessária para a conservação

ambiental, os órgãos que compõem o sistema de licenciamento ambiental devem criar regulamentos técnicos mais específicos para os planos de recuperação, com enfoque na conservação produtiva, através de estratégias inovadoras em sintonia com os interesses das diversas partes envolvidas no processo.

Referências

ALMEIDA, R. O. P. O. SÁNCHEZ, L. E.. **Revegetação de Áreas de Mineração: critérios de monitoramento e avaliação de desempenho.** Revista *Árvore* , Viçosa-MG, v. 29, n.1, p. 47-54, 2005.

BECHARA, F. C. **Unidades Demonstrativas de Restauração Ecológica Através de Técnicas Nucleadoras: Floresta Estacional Semidecidual, Cerrado e Restinga.** Tese (Doutorado em Recursos Florestais), Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura - “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2006.

BECHARA, F. C. et. al. **Neotropical rainforest restoration: comparing passive, plantation and nucleation approaches.** *Biodiversity and Conservation* , v. 25, p. BITAR, O. Y.. **Recuperación de áreas degradadas por la minería en regiones urbanas.** In: UNESCO. II Curso Internacional de Aspectos Geológicos de Protección Ambiental. Montevideo: UNESCO, 2002, v.1, p.332-345.

2021-2034, 2016.

BRANCALION, P. H. S. et. al. **Instrumentos legais podem contribuir para a restauração de florestas tropicais biodiversas.** Revista *Árvore* (Impresso), v. 34, p. 455-470, 2010.

BRASIL, Conselho Nacional do Meio Ambiente/CONAMA. Resolução n. 237, de 1997. **Dispõe sobre licenciamento ambiental; competência da União, Estados e Municípios; listagem de atividades sujeitas ao licenciamento; Estudos Ambientais, Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental.** Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>

CARPANEZZI, A. A. ; CARPANEZZI, O. T. B. **Reabilitação ambiental de ecossistemas florestais: uma introdução.** In: SEMANA DO ESTUDANTE UNIVERSITÁRIO - FLORESTAS E MEIO AMBIENTE, 1., 2003, Colombo. Anais... Colombo: Embrapa Florestas, 2003. p. 1 - 7.

CARVALHO, D. W. **Os serviços ecossistêmicos como medidas estruturais para prevenção dos desastres.** Revista de Informação Legislativa, v. 206, p. 53-65, 2015.

GUEDES, F. B.; SEEHUSEN, S. E. **Pagamentos por Serviços Ambientais na Mata Atlântica: lições aprendidas e desafios**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2011.

LOBODA, C. R. ; ANGELIS, B. L. D. . **Áreas verdes públicas urbanas: conceitos usos e funções**. *Ambiência* (UNICENTRO), Guarapuava - PR, v. 1, p. 125-139, 2005.

LONGCORE, T. **Terrestrial arthropods as indicators of ecological restoration success in Coast Sage Scrub (California, USA)**. *Restoration Ecology*, 11: 397-409. 2003.

LUGO, A. E. **The apparent paradox of reestablishing species richness on degraded lands with tree monocultures**. *Forestry Ecology and Management*, v.99, n.1, p.9-19, 1997.

MEA – MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and Human Well-being: Synthesis**. Island Press, Washington, DC. 2005.

MUMMEY, D.L.; STAHL, P. D.; BUYER, J.S. **Microbial biomarkers as an indicator of ecosystem recovery following surface mine reclamation**. *Applied Soil Ecology*, 21: 251-259. 2002.

OCAMPO-ALMEIDA, R. O. P. ; SÁNCHEZ, L. E. . **Revegetação de áreas de mineração: critérios de monitoramento e avaliação do desempenho**. *Revista Árvore* (Impresso) , Viçosa, v. 29, n.1, p. 47-54, 2005..

PAGIOLA, S.; GLEHN, H. C.; TAFARELLO, D. **Experiências de pagamentos por serviços ambientais no Brasil**. São Paulo: SMA/CBRN, 2013. 336p.

REZENDE, P. S. ; SOUZA, J. R. ; SILVA, G. O. ; RAMOS, R. R. ; SANTOS, D. G. . **Qualidade Ambiental em Parques Urbanos: levantamento e análises de aspectos positivos e negativos do Parque Municipal Victório Siquierolli. Uberlândia - MG**. *Revista Observatorium - Revista Eletrônica de Geografia* , v. 10, p. 53-73, 2012.

SÁNCHEZ, L.E. **Planejamento e gestão do processo de recuperação de áreas degradadas**. In: Filippini-Alba, J.M. (org.), *Recuperação de Áreas Mineradas: a Visão dos Especialistas Brasileiros*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2ª. ed., p.

103-121, 2010.

TEEB. The Economics of Ecosystems and Biodiversity Ecological and Economic Foundations. Edited by Pushpam Kumar. Earthscan, London and Washington. 2010.

WUNDER, S. Payments for environmental services: some nuts and bolts. CIFOR Occasional Paper, Jakarta, n. 42, 2005

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É inegável o desafio em conciliar os diversos interesses por trás das ações de recuperação de áreas degradadas. Assim como é imprescindível e urgente a recuperação dos serviços ambientais que as áreas verdes urbanas podem fornecer, diante da carência de ambientes que possibilitem o bem-estar humano e as condições de sobrevivência da biota nas cidades. As áreas verdes urbanas degradadas refletem o descaso com a questão ambiental, com o social, com o cultural e com a Ética.

Considerar a recuperação das áreas verdes como uma forma de gerar ou retomar serviços ambientais, ainda que pouco observado pelos órgãos ambientais, torna-se de grande valia para o planejador ambiental ampliar o alcance dos PRAD. As inúmeras possibilidades metodológicas das práticas de nucleação, notadamente as técnicas precursoras (transposição de serapilheira, solo ou banco de sementes), promovem um rápido reestabelecimento da cobertura vegetal e das interações biológicas do solo.

Ainda que se tenham poucas ferramentas disponíveis na literatura para avaliação de PRAD no âmbito do licenciamento ambiental, sobretudo no que se refere aos possíveis serviços ambientais, essa discussão é importante e deve envolver os atores envolvidos no processo. Diante de um cenário em que se tem uma expansão de áreas degradadas e práticas de recuperação incipientes, são necessários indicadores para o alcance de metas mais conservacionistas.

Nesse horizonte, o presente trabalho apresentou mais uma ferramenta de planejamento e avaliação para as estratégias de recuperação de áreas degradadas. Principalmente para os adeptos da restauração ecológica, em especial da nucleação, por se tratarem de métodos que trazem mais benefícios do que os métodos convencionais de plantio de mudas, respeitam a sucessão ecológica e têm um bom custo-benefício.

Não se pode perder de vista a qualidade ambiental no uso e ocupação do solo nas áreas urbanas, há exemplos de áreas verdes que vem prestando serviços ambientais culturais importantes. Por isso, esse aspecto também precisa ser mais considerado e

incorporado pelos planejadores ambientais no âmbito da elaboração do PRAD.

Ter como referencial os remanescentes de vegetação conservados ou bem regenerados contribui para a valorização dessa memória cultural ambiental, garantindo às próximas gerações o legado desse patrimônio do qual as pessoas também fazem parte. A persistência das espécies nativas na paisagem, associada às interações planta-animal intensifica ainda mais esse legado ambiental e aproxima-se dos objetivos da restauração ecológica.

Por fim, se tratando de uma exigência legal e necessária para a conservação ambiental, os órgãos que compõem o sistema de licenciamento ambiental devem criar regulamentos técnicos mais específicos para os PRAD, com enfoque na conservação produtiva, através de estratégias inovadoras em sintonia com os interesses das diversas partes envolvidas no processo.

REFERÊNCIAS

BECHARA, F. C. et. al. **Nucleação de diversidade ou cultivo de árvores nativas? Qual paradigma de restauração?** In: Congresso Latino-Americano sobre Recuperação de Áreas Degradadas. Anais do VI Simpósio Nacional e Congresso Latino-Americano sobre Recuperação de Áreas Degradadas. Curitiba: SOBRADE, 2005.

BECHARA, F. C. **Unidades Demonstrativas de Restauração Ecológica através de Técnicas Nucleadoras:** Floresta Estacional Semidecidual, Cerrado e Restinga. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. 2006.

BRANCALION, P. H. S. et al. **Instrumentos legais podem contribuir para a restauração de florestas tropicais biodiversas.** Revista *Árvore*, Viçosa-MG, v.34, n.3, 2010.

ENGEL, V. L.; PARROTTA, J. A. . **Definindo restauração ecológica: tendências e perspectivas mundiais.** In: P. Y. Kageyama; R. E. Oliveira; L. F. D. Moraes; F. B. G. Mendes; Vera Lex Engel. (Org.). *Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais*. Botucatu: FEPAF, 2003, v. , p. 1-18.

EVANS, D. M. et al. **Reforestation practice for enhancement of ecosystem services on a compacted surface mine: path toward ecosystem recovery.** *Ecological Engineering*, v. 51, pp. 16-23, Feb. 2013.

LAMB, D.; ERSKINE, P.D.; PARROTTA, J.A. 2005. **Restoration of degraded tropical forest landscapes.** *Science* 310: 1628-32.

MATIAS, L. F. ; CAPORUSSO, D. . **Áreas verdes urbanas: avaliação conceitual e metodológica a partir do estudo de caso na cidade de Paulínia - São Paulo, Brasil.** In: 12º. Encuentro de Geógrafos de América Latina, 2009, Montevideú. *Anales*. Montevideú: Universidad La Republica, v. 1. 2009.

PORFIRIO et al. **Formas de Interação de três bairros periféricos com o Parque Municipal das Mangabeiras, Belo Horizonte/MG.** *Árvore*, Viçosa-MG, v.30, n.6,

p.1033-1038, 2006. Disponível: <http://www.scielo.br/scielo.php?>. Acesso 9 de julho de 2011.

REIS, A. ; TRES, D. R. ; BECHARA, F. C. . **A nucleação como novo paradigma na restauração ecológica: “espaço para o imprevisível”**. In: Simpósio sobre Recuperação de Áreas Degradadas com Ênfase em Matas Ciliares e Workshop sobre Recuperação de Áreas Degradadas no Estado de São Paulo: Avaliação da Aplicação e Aprimoramento da Resolução SMA 47/03, 2006, São Paulo. Anais do Simpósio sobre Recuperação de Áreas Degradadas com Ênfase em Matas Ciliares e Workshop sobre Recuperação de Áreas Degradadas no Estado de São Paulo: Avaliação da Aplicação e Aprimoramento da Resolução SMA 47/03, 2006.

REIS, A. et al. **Restauração de áreas degradadas: a nucleação como base para incrementar os processos sucessionais**. Natureza & Conservação, Curitiba, v. 1, n. 1. 2003.

REIS, A. et al.. . **Nucleação: concepção biocêntrica para a restauração ecológica**. Ciência Florestal (UFSM. Impresso), v. 24, p. 509-518, 2014.

REZENDE, P. S.; SOUZA, J. R.; SILVA, G. O.; RAMOS, R. R.; SANTOS, D. G. **Qualidade ambiental em parques urbanos: levantamento e análises de aspectos positivos e negativos do Parque Municipal Victório Siquierolli – Uberlândia – MG**. Observatorium: Revista Eletrônica de Geografia, Uberlândia (MG), v. 4, n.10, p. 53-73, ago. 2012.

RODRIGUES, B.D.; MARTINS, S.V. ; LEITE, H. G. . **Avaliação do potencial da transposição da serapilheira e do banco de sementes do solo para restauração florestal em áreas degradadas**. Revista Árvore (Impresso) , v. 34, p. 65-73, 2010.

SCHUTZER, José Guilherme ; Massafume, Newton ; PARMA, T. R. . **A preservação de nascentes em áreas urbana consolidadas: microáreas de proteção ambiental como instrumento urbanístico para um zoneamento ambiental do solo urbano**. In: Seminário Nacional sobre o Tratamento de Áreas de Preservação Permanente em Meio Urbano e Restrições Ambientais ao Parcelamento do Solo - APPURBANA 2014, 2014, Belém / PA. Seminário Nacional sobre o Tratamento de Áreas de Preservação

Permanente em Meio Urbano e Restrições Ambientais ao Parcelamento do Solo - APPURBANA 2014, 2014. v. GT4.

SER (Society for Ecological Restoration) 2004. **SER International Primer on Ecological Restoration**. Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group, Washington DC.

TABARELLI, M. et al. **Prospects for biodiversity conservation in the Atlantic Forest: lessons from aging human-modified landscapes**. Biological Conservation. 2010.

ZANETI, B. B. **Avaliação do potencial do banco de propágulos alóctone na recuperação de uma área degradada de Floresta Ombrófila Densa Aluvial, no município de Registro, SP**. 2008. 115f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.