



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

ANÁLISE DE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA ATRAVÉS DE INDICADORES EM ÁREA DE REFLORESTAMENTO NO PARQUE ESTADUAL MATA DOS GODOY, LONDRINA, PR.

Lilian Buss Cardoso Kühlewein, Universidade Estadual de Londrina, Rodovia Celso Garcia
Cid, PR-445, Km 380, Campus Universitário, Londrina, PR, 86057-970, Brasil,
liliankühlewein@gmail.com

Joel Leandro de Queiroga, Embrapa Meio Ambiente, Rodovia SP 340, Km 127 s/n,
Jaguariúna, SP, 13820-000, Brasil, joel.queiroga@embrapa.br

Resumo

O acompanhamento do desenvolvimento das espécies plantadas na área em restauração torna-se imprescindível e há a necessidade do estabelecimento de indicadores que permitam avaliações periódicas durante todo o desenvolvimento do projeto, possibilitando um monitoramento efetivo na área. O objetivo deste estudo foi analisar o processo de restauração ecológica de um reflorestamento com espécies nativas denominado Projeto Primavera no Parque Estadual Mata dos Godoy através da aplicação de protocolo de monitoramento de áreas em restauração por uma matriz universal de indicadores ecológicos. O indicador cobertura de solo foi obtido a partir da medida linear da projeção das copas das espécies marcadas em cada parcela e o valor final da porcentagem foi superior a 80%, indicando conformidade adequada. Quanto à estratificação, a área estudada possui dois estratos, um mais uniforme e outro com algumas espécies emergentes. Quanto ao estágio sucessional à fitofisionomia, a área foi considerada como uma capoeirinha/capoeira, estando então os indicadores estratificação e estágio sucessional fitofisionomia na conformidade adequada. Foi observada uma invasão por *Panicum maximum* Jacq. (capim-colônião), sendo crítica esta situação, pois em nenhuma parcela evidenciou-se um sub-bosque regenerante. É necessário o controle desta espécie gramínea invasora e avaliações periódicas da regeneração natural para o sucesso da restauração ecológica.

Palavras-chave: indicadores ecológicos, monitoramento, regeneração.

1. Introdução

Os projetos de recuperação visam melhorar as condições do meio em face à degradação provocada por alguma atividade humana seja agrícola, agropecuária, industrial, de mineração, de ocupação habitacional, bem como de áreas que sofreram degradação por processos de intempéries não-antrópicas como assoreamento natural, escorregamento de massas, etc.

Considerando como uma área de pesquisa relativamente nova e envolvendo diferentes áreas do conhecimento, Dias e Mello (1998), afirmam que são comuns as citações de termos



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

como recuperação, restauração e reabilitação utilizados como sinônimos de um único processo. Entretanto não consideram fundamental a padronização dos termos, mas sim a realização do processo utilizando-se do termo que melhor o represente. Neste sentido estes autores buscam o embasamento para definição do significado de recuperação no IBAMA, conforme citação a seguir:

(...) a recuperação significa que o sítio degradado será retornado a uma forma e utilização de acordo com o plano preestabelecido para o uso do solo. Implica que uma condição estável será obtida em conformidade com os valores ambientais, estéticos e sociais da circunvizinhança. Significa também que o sítio degradado terá condições mínimas de estabelecer um novo equilíbrio dinâmico, desenvolvendo um novo solo e uma nova paisagem (...) (DIAS e MELLO, 1998).

A recuperação de uma área degradada ocorre por meio do processo de sucessão ecológica. A sucessão é lenta e gradual e pode ocorrer em uma área antes desabitada sendo denominada de sucessão primária e quando a sucessão ocorre em uma área onde antes já se constituía um ecossistema, como uma área florestal desmatada, ela é denominada de sucessão secundária. A sucessão deve ser entendida não como uma simples substituição de espécies no tempo, mas sim como uma substituição de grupos ecológicos ou categorias sucessionais.

Um projeto de recuperação pode ser planejado segundo diferentes conceitos e com etapas distintas, mas sempre há uma fase de avaliação das condições atuais da área degradada. Esta é uma das principais fases dentro de um programa, pois somente a partir de um aprofundado conhecimento dos fatores de degradação e das características da área degradada propriamente dita é que se poderá identificar as dificuldades e se definir as estratégias que deverão ser empregadas para a restauração da formação vegetacional (RODRIGUES e GANDOLFI, 2004).

Segundo Durigan (2011) é necessária uma avaliação constante no processo de implantação de um projeto de recuperação, sendo realizada em diferentes momentos entre o início e o final do projeto, o que se denomina de monitoramento. E para realizar esta comparação são necessários indicadores, sendo estes variáveis perfeitamente identificáveis, fáceis de medir, de fácil compreensão e que representem, de fato, o que se quer avaliar, de modo que mostrem claramente a situação em cada momento.

Neste sentido, Gandara e Uehara (2011) organizaram uma publicação da Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo (SMA), com estudo de protocolos de monitoramento de áreas em restauração desenvolvido por diversos especialistas em Restauração Ecológica com o objetivo de selecionar indicadores para qualidade de áreas em regime de recuperação cujos parâmetros para avaliação sejam simples, de fácil mensuração e análise.

Segundo Gandara e Uehara (2011), na elaboração dos protocolos considerou-se que existem dois horizontes temporais importantes em termos de monitoramento da restauração: o acompanhamento temporal dos parâmetros estabelecidos para posterior avaliação do projeto e o acompanhamento a longo prazo (não restrito ao período de execução de um projeto) do processo ecológico da restauração em determinada área. O primeiro caso aplica-se às restaurações



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

compulsórias ou financiadas com recursos de fundos públicos; o segundo, aplica-se às restaurações voluntárias e ao monitoramento – a longo prazo – da restauração atrelada a outros objetivos. Neste contexto, este estudo tem por objetivo realizar uma análise em uma área de recuperação com reflorestamento de espécies nativas no Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG) através da aplicação do protocolo de monitoramento de áreas em restauração segundo Gandara e Uehara (2011) por uma matriz universal de indicadores ecológicos a fim de obter dados que possam indicar o grau de desenvolvimento do ecossistema avaliado.

2. Fundamentação teórica

2.1 Recuperação de áreas degradadas

A degradação das áreas de floresta deve ser discutida sendo inserida nas considerações sobre o uso e ocupação do solo brasileiro, quanto à expansão desordenada das fronteiras agrícolas. Historicamente a agricultura brasileira tem resolvido o dilema do aumento da produção agrícola, não apenas com o aumento da produtividade dos solos agrícolas já disponíveis, mas principalmente pela expansão das áreas agricultáveis através da abertura de novas fronteiras agrícolas (RODRIGUES e GANDOLFI, 2004).

Segundo Rodrigues e Gandolfi (2004) a expansão da fronteira agrícola brasileira tem se caracterizado pela inexistência (ou ineficiência) de um planejamento ambiental prévio, que possibilitasse a delimitação das áreas que deveriam ser efetivamente ocupadas pela atividade agrícola e as áreas que deveriam ser preservadas em função de suas características ambientais ou legais.

A abertura de novas fronteiras agrícolas não significou fundamentalmente a oferta de áreas com valoração agrícola bem estruturada, se comparada com a degradação da eliminação da vegetação natural, devido a áreas que seriam utilizadas pela agricultura hoje estarem abandonadas ou subutilizadas. Assim, a ciência da recuperação destas áreas degradadas, é portanto, “uma consequência do uso incorreto da paisagem e dos solos por todo o país, sendo apenas uma tentativa limitada de remediar um dano que na maioria das vezes poderia ter sido evitado”, discutem Rodrigues e Gandolfi (2004).

A recuperação de ecossistemas degradados é uma atividade muito antiga, sendo existentes relatos de sua prática em diferentes povos, épocas e regiões. Mas, até recentemente esta prática se caracterizava como uma atividade sem uma estrutura teórica, sendo aplicada como uma prática de plantio de mudas, com objetivos muito específicos, como controle de erosão, estabilização de taludes, melhoria visual, etc (RODRIGUES e GANDOLFI, 2004).

Sobre as tendências atuais da recuperação de áreas degradadas, os mesmos autores apresentam que com o avanço significativo do conhecimento sobre os processos envolvidos na dinâmica de formações naturais (tanto preservadas, como em diferentes graus e tipos de degradação), tem conduzido a uma significativa mudança na orientação de projetos de recuperação, que não se tornam uma aplicação de práticas agronômicas ou silviculturais de plantios de espécies perenes, que objetiva a re-introdução de espécies arbóreas em uma dada área, mas torna-



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

se de fato um processo de reconstrução dos processos ecológicos e assim das complexas interações da comunidade, com suas características internas, de forma a garantir a perpetuação e a evolução da comunidade vegetal no espaço e no tempo.

2.2 Grupos sucessionais: características das espécies

Sendo os trabalhos de recuperação direcionados nos princípios básicos da dinâmica florestal, o maior objetivo é que os plantios gradualmente se tornem um novo ecossistema, que seja equilibrado, permanente e capaz de se auto-renovar. A sucessão secundária torna-se uma estratégia para modelos de revegetação, pois, através deste processo pode-se compreender os mecanismos naturais que ocorrem na floresta para a regeneração de uma área perturbada. Através do entendimento da sucessão secundária pode-se planejar com mais sucesso um plantio para a recuperação da área degradada, e o grupo de espécies pioneiras deve ser a primeira instância a compor o plantio (CRESTANA et al., 2004). Segundo o mesmo autor, seguem-se as principais características dos três grupos que desenvolvem a dinâmica da sucessão:

As espécies pioneiras são encontradas principalmente em grandes clareiras, crescendo rápido e a pleno sol; são heliófilas, produzindo grande volume de sementes em pouco tempo. São espécies colonizadoras, que ocupam rapidamente os espaços cobrindo-os em alta densidade de indivíduos, o que é desejável, uma vez que assim sobra pouco espaço para a infestação de gramíneas. Suas sementes apresentam dormência, necessitando de alta temperatura e/ou de luz solar direta para germinar.

As espécies secundárias, geralmente, produzem sementes que, ao chegarem ao solo, estão prontas para germinar, formando o banco de plântulas. Elas conseguem germinar à sombra, mas precisam da luz de pequenas clareiras para crescer. Na busca pela luz, as secundárias chegam ao dossel da floresta e algumas delas podem também ultrapassá-lo, sendo por isso chamadas de plantas emergentes. Estas abrindo a copa acima do dossel estão sujeitas à ação do vento e a grande maioria delas possui estruturas adaptadas para a dispersão de suas sementes pelo vento, produzindo sementes ou frutos alados.

As espécies clímax formam também banco de plântulas, porém não necessitam da luz solar para se desenvolver. Essas espécies conseguem completar todo o seu ciclo de vida à sombra, assim, não precisam crescer muito em altura e suas copas normalmente estão abaixo do dossel da floresta. Muitas espécies clímax produzem frutos carnosos e grandes, tornando estes alimentos para grandes animais, tais como mamíferos. A semente destas espécies pode apresentar dormência que é quebrada pelos ácidos digestivos destes animais. A organização das espécies da floresta tropical em grupos ecológicos de sucessão torna-se um modo de facilitar o entendimento, planejar de melhor forma as ações de manejo e plantio em uma área a ser recuperada, de modo que haja critérios mais exatos do ponto de vista técnico.



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

3. Metodologia

A coleta de dados foi realizada seguindo-se uma matriz de indicadores universais para monitoramento de áreas em recuperação elaborada por pesquisadores da área de Restauração Ecológica de várias instituições e universidades brasileiras, sendo esta matriz compilada em uma publicação da Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo organizada por Gandara e Uehara (2011).

A matriz de indicadores apresentada foi escolhida por representar os parâmetros ecológicos mais importantes e indicar a qualidade da área em restauração, independentemente da técnica (ou estratégia) utilizada para promover a recuperação. Os indicadores universais elencados como os mais pertinentes para um monitoramento simples e objetivo de ecossistemas florestais em recuperação são: (1) a cobertura do solo, (2) a estratificação, (3) a fitofisionomia (três indicadores naturais) e (4) a presença de espécies lenhosas invasoras (um indicador de função ecológica).

Este estudo foi realizado no Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG) em um reflorestamento denominado “Projeto Primavera” de 6 hectares implantado em setembro de 2003. Em uma área mais homogênea do reflorestamento, com borda próxima a área de floresta nativa do PEMG, foram alocadas 5 parcelas amostrais de 12m x 12m com traçado diagonal de 15m. Para a coleta de dados, os indicadores utilizados foram: cobertura do solo, estratificação, fitofisionomia (estádio sucessional) e presença de espécies lenhosas invasoras.

4. Resultados

Os resultados obtidos foram avaliados com base nos critérios de conformidade também estabelecidos pela SMA/SP, que definem valores de referência para avaliação dos diferentes indicadores em função do tempo de implantação do projeto.

O indicador cobertura de solo foi obtido a partir da medida da projeção das copas das espécies sobrepostas no traçado diagonal de 15m das parcelas (Tabela 1).



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
 VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
 16 a 18 de novembro de 2021

Tabela 1 - Medida da copa das espécies lenhosas distribuídas em cinco parcelas amostrais no Projeto Primavera do PEMG

Parcela	Indivíduo	Medida da copa
01	01	3,15 m
01	02	3,83 m
01	03	7,66 m
02	01	1,17 m
02	02	3,92 m
02	03	6,64 m
02	04	5,03 m
03	01	3,45 m
03	02	3,09 m
03	03	4,10 m
04	01	6,99 m
04	02	8,60 m
05	01	3,85 m
05	02	4,52 m
05	03	9,68 m
05	04	5,97 m

Fonte: Pesquisa de Campo – Da autora

As medidas da projeção de cada copa sobreposta no traçado diagonal das parcelas foram somadas, multiplicadas pelo valor 100 e divididas por 15 (traçado diagonal de 15 m), como indicado abaixo:

$$\text{C\% da parcela} = 100 (\Sigma P_i) / 15$$

Foi calculado uma média dos valores obtidos nas cinco parcelas, gerando um valor médio de estimativa da cobertura de copas (C) para a área de estudo:

$$\text{C\% média} = (\Sigma \text{C\% parcelas}) / 5$$

$$\text{C\% média} = 108,864\%.$$

O valor final da porcentagem de cobertura foi superior a 80%, indicando que o reflorestamento segundo o indicador cobertura de copas está em conformidade

Quanto à estratificação, foram identificados dois estratos, um mais uniforme e outro com algumas espécies emergentes (Figura 1). Quanto ao indicador fitofisionomia, definido como a aparência apresentada por uma comunidade, de acordo com a metodologia utilizada, as



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

observações realizadas indicaram que a comunidade se encontrava em estágio sucessional caoeirinha/capoeira (Figura 2). Os indicadores estratificação e fitofisionomia demonstraram que a área analisada corresponde a uma conformidade considerada adequada.

Figura 1. Vista parcial da área do reflorestamento Primavera demonstrando sua estratificação



Fonte: Da autora

Figura 2. Vista parcial da área do reflorestamento Primavera demonstrando sua fitofisionomia (estádio sucessional)



Fonte: Da autora

Não observou-se a presença de espécies lenhosas invasoras na área analisada, porém, foi observada uma invasão por *Panicum maximum* Jacq. (capim-colonião) (Figura 3). Considerou-se crítica esta invasão, uma vez que em todas as parcelas não evidenciou-se um banco de plântulas, ou seja, ausência de um sub-bosque regenerante (Figura 4).

Figura 3. Presença de *Panicum maximum* Jacq. (capim-colonião) na área do Projeto Primavera



Fonte: Da autora

Figura 4. Presença de *Panicum maximum* Jacq. (capim-colonião) nas parcelas amostrais



Fonte: Da autora



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

5. Conclusões

Assim, dentro da área amostrada, que foi uma parcela mais homogênea da área total de 6 hectares do reflorestamento do Projeto Primavera no PEMG, a cobertura de solo pelas copas das espécies arbóreas encontrou-se em conformidade adequada.

Há uma ligeira estratificação, com um estrato formado onde as copas tendem a serem uniformes em altura e algumas espécies emergentes foram constatadas na área de amostragem. Como já discutido anteriormente, este reflorestamento completou 8 anos de plantio, e para melhor visualização da estratificação, segundo Gandara e Uehara (2011), é necessário 10 anos plenos de plantio, para um monitoramento com avaliação mais definidos.

A fitofisionomia da área amostrada demonstrou ser uma capoeirinha, que tende a se estruturar em uma capoeira, o que de modo mais concreto segundo Gandara e Uehara (2011) pode ocorrer após 10 anos de plantio. Porém já há presença de um estrato mais uniforme e espécies emergentes, indicadores de fisionomia capoeira. Assim considera-se a situação atual como um estágio parcial capoeirinha/capoeira, estando a formação analisada na conformidade classificada como adequada para os indicadores ecológicos de estratificação e fitofisionomia.

Não houve a identificação da presença de espécies lenhosas invasoras. Porém, na área de amostragem e também em praticamente todo o limite do reflorestamento do Projeto Primavera houve a presença da espécie exótica invasora *Panicum maximum* Jacq. (capim-colonião).

Em cada parcela de amostragem analisada não foi observado a existência de plântulas e também de sub-bosque lenhoso, provavelmente devido a invasão do capim-colonião. Quanto a esse problema da presença de espécie exótica no reflorestamento, deve-se haver preocupação com os objetivos almejados no projeto de recuperação de área degradada.

Sendo esta área de reflorestamento dedicada a uma busca de restauração ecológica, e estando inserida no interior de uma Unidade de Conservação, pode-se considerar em conformidade crítica esta presença abundante do capim-colonião e desta forma é necessária uma intervenção adicional, utilizando-se primeiramente do controle para a eliminação deste fator degradante e após, um planejamento de enriquecimento, adensamento e/ou condução da regeneração natural na área.

O reflorestamento do Projeto Primavera torna-se uma área de importância por sua localização. Está nos limites laterais do Projeto Madeira (um reflorestamento de vinte e dois anos de plantio), e também tem uma de suas bordas proximamente à borda da área nativa (Trilha dos Catetos) do PEMG. O desenvolvimento de uma recuperação de forma a favorecer um sucesso no processo de sucessão secundária torna-se imprescindível para o estabelecimento de um novo ecossistema capaz de possuir sua funcionalidade.

A prática de um projeto de recuperação de área degradada através da implantação de um reflorestamento, é uma ação que possibilita restabelecer a formação vegetal nativa em áreas antes impactadas e sem uso. O incentivo de fortalecer a flora nativa no interior de uma Unidade de Conservação, como é o PEMG, é um processo experimental que tem sua importância tanto ecológica quanto social.

E em todos os projetos que apliquem tal objetivo, o monitoramento e a avaliação do percurso deste projeto implantado, tem uma grande relevância no acompanhamento dos processos ecológicos. A utilização de métodos que embasem uma metodologia de recuperação de



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

ecossistemas traz em si o valor de identificar no próprio ambiente características que demonstrem a qualidade ou não do processo, como são os indicadores ecológicos.

A utilização da matriz universal de indicadores ecológicos para monitoramento de áreas em recuperação possibilitou uma avaliação objetiva do reflorestamento do Projeto Primavera no PEMG através da análise de indicadores como cobertura do solo, estratificação, fitofisionomia e presença de espécies invasoras, sendo estes de fácil aplicação quanto a identificação, medição, e compreensão e que puderam revelar o grau de desenvolvimento atual deste ecossistema avaliado.

A avaliação deve ocorrer em intervalos de períodos e sempre gerar um monitoramento para o melhor progresso da recuperação esperada. Esta ação periódica permite demonstrar o processo de regeneração de um novo ecossistema em suas conformidades adequadas, mas também, principalmente, possibilitar a identificação de algum fator que esteja impedindo-o de prosseguir naturalmente no processo de sucessão secundária, havendo assim a necessidade de uma intervenção para alcançar devidamente os objetivos almejados para uma restauração com qualidade ecológica.

6. Referências bibliográficas

CRESTANA, M. de S. M. (Org.) et al. **Florestas** – sistemas de recuperação com essências nativas, produção de mudas e legislações. 2ª. ed. Campinas, CATI, 2004. 216p.

DIAS, L.E; MELLO, J.W.V.de. **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa: UFV, 1998. 251 p.

DURIGAN, G. O uso de indicadores para monitoramento de áreas em recuperação. In: GANDARA, F. B.; UEHARA, T.H.K. (Org.). **Monitoramento de áreas em recuperação: subsídios à seleção de indicadores para avaliar o sucesso da restauração ecológica** São Paulo : SMA, 2011. 68 p.

Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/mataciliar/>>.

GANDARA, F. B.; UEHARA, T.H.K. (Org.). **Monitoramento de áreas em recuperação: subsídios à seleção de indicadores para avaliar o sucesso da restauração ecológica** São Paulo : SMA, 2011. 68 p.

Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/mataciliar/>>.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. de F. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: USP/FAPESP, 2004. 320p.