

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

BÁRBARA SOUZA DE AMORIM LASMAR DUARTE

**ESTUDO DE CASO: ANÁLISE DE PROJETO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREA
DEGRADADA NO MUNICÍPIO DE FOZ DO IGUAÇU NO CONTEXTO ATUAL DE
REDUÇÃO DA VEGETAÇÃO DE MATA ATLÂNTICA**

CURITIBA

2022

BÁRBARA SOUZA DE AMORIM LASMAR DUARTE

**ESTUDO DE CASO: ANÁLISE DE PROJETO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREA
DEGRADADA NO MUNICÍPIO DE FOZ DO IGUAÇU NO CONTEXTO ATUAL DE
REDUÇÃO DA VEGETAÇÃO DE MATA ATLÂNTICA**

Artigo apresentado como requisito parcial à conclusão do curso de Pós-Graduação MBA em Gestão Ambiental, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Alessandro Camargo Angelo
Coorientadora: Prof. Karen Koch F Souza

**CURITIBA
2022**

Estudo de caso: análise de Projeto de Recuperação de Área Degradada no município de Foz do Iguaçu no contexto atual de redução da vegetação de Mata Atlântica

Bárbara Souza de Amorim Lasmar Duarte

RESUMO

A Mata Atlântica tem sofrido com altas taxas de degradação nos últimos anos, onde o Estado do Paraná se encontra no topo do ranking de desmatamento do país. Essa degradação desenfreada está vinculada ao crescimento das áreas voltadas a atividades agrícolas, onde as áreas de floresta tornaram-se áreas de pastagem ou mosaicos agrícolas. Frente a este cenário, o presente artigo apresenta um estudo de caso de implantação de um Projeto de Recuperação de Área Degradada no contexto atual do estado do Paraná de extrema redução no percentual de vegetação de Mata Atlântica. O objetivo do trabalho é realizar uma análise crítica quanto ao respectivo projeto e relacionar a importância desse tipo de atividade para a sociedade como um todo com a busca pela recuperação de área florestada, em especial no Paraná. A metodologia consistiu na apresentação dos parâmetros identificados na área de estudo, apresentação dos resultados obtidos e proposição de manejo adaptativo, quando aplicável, frente às adversidades encontradas. Os resultados apresentaram altas taxas de mortalidade das mudas relacionadas aos desafios deparados durante a implantação do projeto. Dentre os desafios, destacaram-se a identificação de espécies exóticas pré-existentes e a execução do plantio em áreas com altas taxas de compactação. Por fim, a conclusão contempla uma reflexão sobre a importância de uma reposição florestal frente à sociedade e à busca do estado pela recuperação da sua porcentagem de áreas de Mata Atlântica, corroborada pelo sucesso da implantação desse tipo de projeto.

Palavras-chave: Manejo adaptativo. Ranking de desmatamento. Reposição florestal.

ABSTRACT

The Atlantic Forest has suffered from high rates of degradation in recent years, where the Paraná State is at the top of the country's deforestation ranking. This unbridled degradation is linked to the growth of areas devoted to agricultural activities, where forest areas have become pasture areas or agricultural mosaics. Faced with this scenario, this study presents a case of the implementation of a Degraded Area Recovery Project in the current context of the Paraná State, where there is an extreme reduction in the percentage of Atlantic Forest vegetation. The objective of this study is to carry out a critical analysis of the respective project and to relate the importance of this type of activity for society as a whole with the search for the recovery of forested areas, especially in Paraná. The methodology consisted of presenting the parameters identified in the study area, presenting the results obtained and proposing adaptive management, when applicable, in the face of the adversities encountered. The results showed high seedling mortality rates related to the challenges faced during the project implementation. Among the challenges, the identification of pre-existing exotic species and the execution of planting in areas with high rates of compaction stood out. Finally, the conclusion contemplates a reflection on the importance of reforestation for society and the state's quest to recover its percentage of Atlantic Forest areas, corroborated by the successful implementation of this type of project.

Keywords: Adaptive management. Deforestation ranking. Forest replacement.

1 INTRODUÇÃO

As florestas tropicais possuem fundamental importância em escala global, pois contribuem para a conservação da biodiversidade, prestação de serviços ecossistêmicos e manutenção da qualidade de vida de populações humanas (LEWIS, 2015).

Embora reduzida e altamente fragmentada, a Mata Atlântica ainda abriga mais de 20 mil espécies de plantas, das quais 8 mil são endêmicas, ou seja, espécies que não são encontradas em nenhum outro lugar do mundo. É a floresta mais abundante do planeta em termos de diversidade de árvores. Comparada à Floresta Amazônica,

a diversidade biológica da Mata Atlântica é proporcionalmente maior. Aproximadamente 120 milhões de pessoas vivem na área de domínio da Mata Atlântica. A qualidade de vida desse percentual da população brasileira depende da conservação dos remanescentes, os quais mantêm fontes e nascentes, regulam o fluxo de mananciais que abastecem as cidades e comunidades do interior, ajudam a regular o clima, a temperatura, a umidade, as chuvas, garantem a fertilidade do solo e protegem as encostas (APREMAVI, 2022).

Em 2000, a Mata Atlântica foi reconhecida como um *hotspot* de biodiversidade porque, além do grande número de espécies endêmicas, a maior parte de sua cobertura já desapareceu (MYERS, 2000).

O município de Foz do Iguaçu é conhecido por abrigar um dos mais significativos remanescentes da Mata Atlântica na América do Sul, o Parque Nacional do Iguaçu, uma das mais de 100 unidades de conservação existentes no estado do Paraná (INSTITUTO ÁGUA E TERRA, 2022). De acordo com a Fundação SOS Mata Atlântica, o município ocupa o terceiro lugar na lista dos municípios do estado com maior número de regeneração de Mata Atlântica entre 1985 e 2015. Essa posição torna o município um dos mais importantes para o estado quando se fala em regeneração de vegetação de Mata Atlântica, correspondendo a quase 3 mil hectares, o equivalente a 3,8%, do quantitativo regenerado em todo o estado (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2022).

A Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável - FBDS divulgou em 2019 um mapeamento que indicou que a vegetação nativa no domínio da Mata Atlântica no Brasil corresponde a 32 milhões de hectares, o que equivale a 28% do bioma (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2022). A área que antes era ocupada por mata, hoje possui áreas de pastagem, mosaicos de agricultura e formações de savana (FORBES, 2022).

No Estado do Paraná, segundo o monitoramento realizado pela Fundação SOS Mata Atlântica em parceria com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, a Mata Atlântica perdeu 88% de sua área original até 2019. A Fundação destaca que o Paraná está sempre no ranking dos estados que mais desmatam esse bioma (FOLHA DE LONDRINA, 2021). Entre 2020 e 2021, o Paraná foi o terceiro estado que mais desmatou áreas de Mata Atlântica (G1, 2022).

Esse intenso processo de desmatamento e degradação das terras é um processo histórico, que veio se expandindo com o passar dos anos, originado desde

o período de colonização do estado, e resultando cada vez mais em perda da biodiversidade (LOPES, 2014). De acordo com o histórico dos mapas de uso e ocupação do solo disponibilizados pelo Instituto Água e Terra do Paraná, é possível observar o aumento de infraestrutura de estradas a partir de 1892 e o crescimento das áreas de agricultura no estado já em meados da década de 1920 (INSTITUTO ÁGUA E TERRA, 2022). A restauração dessas áreas degradadas se torna cada vez mais necessária para diminuir os efeitos negativos da destruição dos ambientes naturais (LOPES, 2014).

Na busca por desacelerar esse avanço no desmatamento, o Paraná tem utilizado dos instrumentos disponíveis na Lei da Mata Atlântica, como a instituição de Planos Municipais de Conservação de Recuperação de Mata Atlântica (FOLHA DE LONDRINA, 2021), e a reposição florestal estabelecida em seu artigo 17 (BRASIL, 2006).

O Artigo 17 da Lei da Mata Atlântica estabelece que a supressão de vegetação primária ou secundária nos estágios médio ou avançado de regeneração de vegetação de Mata Atlântica ficam condicionados à compensação ambiental. Em seu inciso 1º, fica estabelecido que, em caso de impossibilidade de compensação ambiental, deve ser realizada a reposição florestal (BRASIL, 2006).

Nesse contexto, o presente artigo apresenta a análise de um Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas - PRAD implantado no município de Foz do Iguaçu, em atendimento à Lei da Mata Atlântica, analisando sua importância em um contexto de extremo desmatamento de vegetação de Mata Atlântica no estado e a busca pela recuperação dessa vegetação, considerando os desafios da implantação e as estratégias necessárias o sucesso do projeto.

2 METODOLOGIA

2.1 METODOLOGIA DO ESTUDO

A metodologia do presente artigo consistiu em uma análise do respectivo PRAD, envolvendo tanto os elementos utilizados durante a sua elaboração, quanto o acompanhamento do desenvolvimento das mudas por aproximadamente 8 meses,

corroborada pelos resultados obtidos no plantio, e finaliza com uma reflexão sobre a implantação do projeto frente ao cenário de desmatamento do Paraná.

2.1 METODOLOGIA DO PROJETO

Durante a implantação de uma linha de transmissão de 525 quilovolts (kV) que atravessa o estado do Paraná, que ocorreu entre junho de 2019 e junho de 2022, iniciando desde o município de Foz do Iguaçu até os municípios de Londrina e Paranavaí, e houve a necessidade de supressão de vegetação de Mata Atlântica em diversos trechos. Uma das subestações de transformação de energia elétrica existente na região de Foz do Iguaçu, onde foi necessária a ampliação da estrutura existente para suportar a nova carga, foi um desses trechos onde houve a necessidade de supressão.

Diante dessa necessidade, conforme disposto na Lei da Mata Atlântica, o órgão ambiental estadual responsável pelo licenciamento ambiental da respectiva linha de transmissão, o Instituto Água e Terra – IAT, emitiu as autorizações para supressão de vegetação atreladas à termos de compromisso, visando assegurar o plantio para reposição florestal da área.

Contudo, a respectiva área não possuía extensão suficiente, dentro de um único perímetro, para o plantio de 3.240 mudas, quantitativo este determinado através das autorizações emitidas. Por consequência, o plantio foi dividido em 3 áreas denominadas Área 1, Área 2 e Área 3. Cada área com uma extensão diferente, onde, quando somadas, totalizasse a área de 1,93 ha necessária ao plantio do quantitativo de mudas estabelecido.

Embora não tenha sido utilizada uma área de plantio única, ambas as áreas foram selecionadas de forma que a paisagem existente fosse integrada, ou seja, considerando-se a conectividade com os fragmentos remanescentes. Dentro do projeto também foi considerado o uso de espécies nativas com ocorrência na região e em formações vegetais similares da respectiva área objeto.

Durante o levantamento de características ambientais da região de estudo, foram analisadas as suas propriedades como o tipo de solo, o clima, o relevo, a bacia hidrográfica, o bioma, seus subtipos e seus respectivos atributos. Nesse mesmo levantamento, realizado através da literatura e do inventário florestal executado previamente à supressão, foi identificada a presença de Floresta Estacional

Semidecidual - FES, que é caracterizada pelo fato de que as árvores que a compõem são, em grande parte, de espécies caducifólias, ou seja, possuem folhas decíduas (caducas), que caem na estação seca, como resposta à escassez de água dos meses de inverno. Por consequência, o interior da floresta se torna mais claro, mais propício à proliferação de lianas, que geralmente são plantas que exigem luz para o seu desenvolvimento e que, nos terrenos mais secos e mais próximos à borda da floresta, às vezes formam um emaranhado intransponível (RAMOS et al., 2008).

Embora esse tipo de vegetação tenha sido encontrado na região mais ao extremo oeste do estado do Paraná, Wrege et al. (2017) citam que a FES é mais ocorrente em sua porção norte e nordeste, bem como em regiões onde se encontram as principais calhas dos rios, como a do Paranapanema, do Paraná, do Tibagi, do Piqueri e do Ivaí. Sua ocorrência está geralmente relacionada a regiões de clima mais quente e de altitudes menores, abaixo de 500 metros.

Por fim, no interior da propriedade, onde estão localizadas as três áreas, também foram identificadas espécies arbóreas típicas da FES, em estágio inicial da sucessão ecológica, sob alta influência antrópica e com a presença de espécies leguminosas exóticas.

Nesse contexto, foi identificada baixa frequência de regeneração natural aliada à monodominância da espécie exótica invasora *Leucaena leucocephala* (leucena) ao longo da borda do fragmento florestal adjacente à área de plantio.

A leucena é uma exótica invasora altamente agressiva, capaz de afetar negativamente o ecossistema nativo (CASTRO et al., 2019). Está presente na Lista de Espécies Exóticas Invasoras no estado do Paraná, disponibilizada pelo Instituto Água e Terra, órgão ambiental do estado do Paraná, e entre as 100 espécies mais invasoras do planeta, catalogadas pela União Internacional para a Conservação da Natureza – IUCN. Essa espécie é caracterizada por colonizar, muito rapidamente, clareiras e áreas em estágios iniciais de sucessão vegetal, formando comunidades muito densas e impedindo o desenvolvimento das florestas nativas (CUNHA et al., 2017).

As espécies exóticas são definidas como espécies introduzidas de forma intencional ou não em um meio em que não havia ocorrência dela antes. A problemática principal é com a possibilidade de se tornarem espécies invasoras, que, por sua vez, possuem facilidade de ocupação do ambiente, colocando em risco as

espécies nativas (ASSOCIAÇÃO DE PRESERVAÇÃO DO MEIO AMBIENTE E DA VIDA, 2014).

Um ponto que merece destaque é que, mesmo com essa problemática, Jesus et al. (2016), afirma que para garantir o sucesso da recomposição vegetal e o alcance da restauração ambiental da área degradada, é necessária a combinação de espécies nativas e exóticas. Outros autores, como Almeida et al. (2019), também associam o uso de espécies exóticas ao sucesso de um PRAD. Segundo eles, essa escolha de inclusão de espécies exóticas no projeto pode ser explicada pelo comportamento ecológico de rápido crescimento e dispersão dessas espécies.

Aliado à problemática da exótica identificada, as áreas apresentavam alta taxa de compactação. Os detrimientos causados às áreas do projeto tiveram origem nas atividades de descarte de resíduos de construção civil e bota-fora de materiais orgânicos provenientes das manutenções do entorno da subestação. Além disso, as áreas também eram utilizadas como pátio de manobras e manutenção de maquinários, o que resultou na alta compactação do solo, aliado aos restos de pavimentações e depósito de material inerte.

A compactação do solo restringe o enraizamento das plantas através da redução da porosidade dos solos, pois cria uma barreira física para a expansão radicular, principalmente nas raízes de menor diâmetro, que são as principais responsáveis pela captação de água e nutrientes (SHAH et al., 2017). Geralmente, em solos compactados ocorre o aumento do conteúdo volumétrico de água e da capacidade de campo, enquanto a aeração, a taxa de infiltração e a condutividade hidráulica são reduzidas, comprometendo o aporte de oxigênio e nutrientes na rizosfera (FRAGOSO et al., 2014). Dependendo da intensidade de uso do solo, os efeitos da compactação podem ser observados ao longo do perfil do solo, alcançando camadas com profundidade superior a 50 cm. Essa profundidade, muitas das vezes supera a qual é utilizada nas covas de acomodação das mudas, fazendo com que elas precisem vencer uma camada compactada do solo para enraizarem (BATEY, 2009).

A compactação dos solos pode mudar o teor de nutrientes disponível para as plantas. A falta de aeração e troca hídrica entre o sistema solo-raiz influencia a capacidade de troca catiônica (CTC) dos solos, alterando o potencial de adsorção de nutrientes (UNGER, 1994). Essa adsorção é fundamental para que os nutrientes sejam fixados nas partículas finas do solo e se tornem disponíveis para as plantas (RIBEIRO et al., 2021).

Em se tratando de plantios de mudas florestais, a adubação é parte integrante do processo de correção do solo e é necessário que os solos estejam em boas condições para receber os nutrientes, adsorvê-los e torná-los disponíveis para as plantas.

Além desses fatores, a compactação é um processo persistente. Mesmo com o agente de compactação removido, os efeitos deste impacto podem perdurar a longo prazo. Em áreas de floresta nativa na Amazônia, por exemplo, os efeitos da compactação do solo produzidos pelo tráfego de maquinário pesado em uma etapa de exploração florestal, podem perdurar por até 30 anos (DEARMOND et al., 2019).

Para acrescentar às dificuldades relacionadas à compactação do solo e à presença de espécie exótica invasora, a região recebeu índices pluviométricos bem abaixo do esperado, conforme apresentado na Figura 1 adiante.

A pluviosidade do Paraná varia entre 1.350 a 2.000 mm anuais, com destaque para a região da Serra do Mar que pode apresentar índices de até 4.000 mm. Ainda, em algumas regiões como Planalto Cristalino, Serra da Esperança, Campos Gerais e Guarapuava, o índice pluviométrico pode registrar até 500 mm a mais do que no restante dos três planaltos paranaense (ESCARPIN, 2006).

Em Foz do Iguaçu, mais especificamente, existe uma pluviosidade expressiva ao longo de todo o ano. A alta pluviosidade ainda é presente mesmo no mês mais seco. De acordo com a Köppen e Geiger, o clima é classificado como Cfa, a temperatura média é 22.4 °C e a pluviosidade média anual é de 1867 mm.

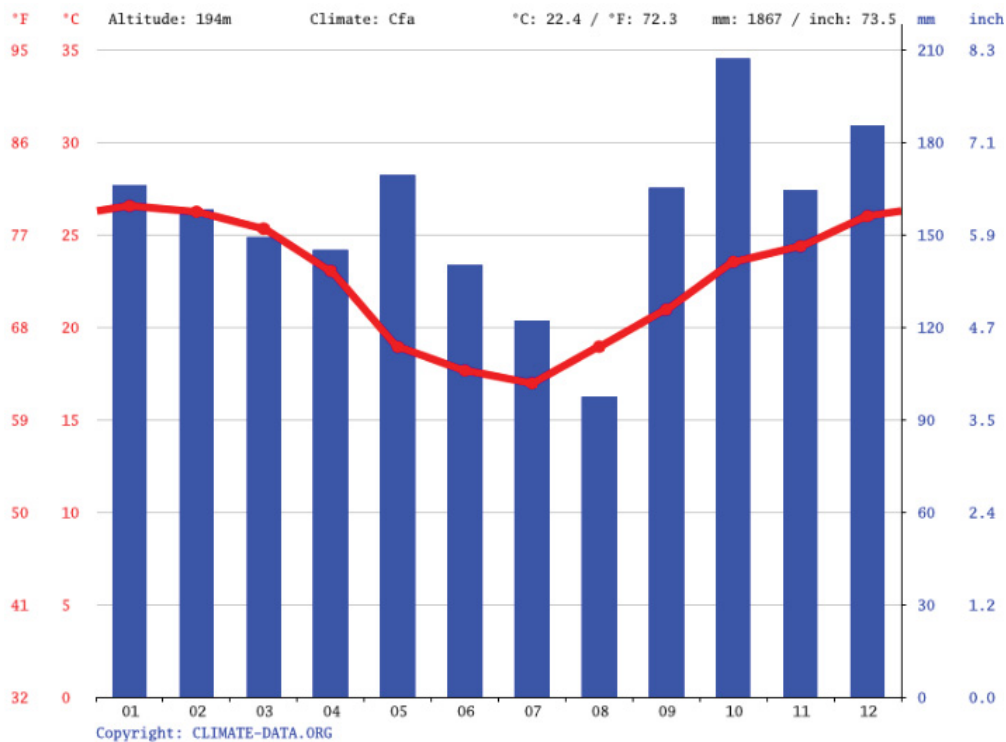


Figura 1 - Gráfico de média pluviométrica em Foz do Iguaçu. Fonte: <https://pt.climate-data.org/americas-do-sul/brasil/parana/foz-do-iguacu-879808/>

Excepcionalmente, durante a implantação do projeto, nos meses de novembro e dezembro de 2021, no início do plantio das mudas, foi identificado um acentuado déficit hídrico.

De acordo com o Boletim Agrometeorológico nº 12 de 2021 do Instituto de Desenvolvimento Rural - IDR do Paraná, entre os meses de novembro e dezembro, o estado apresentou precipitação abaixo de 60 mm, sendo a região Oeste uma das mais críticas. Só no município das áreas de plantio, foi registrado um desvio de precipitação de 132 mm em relação à média histórica.

Por consequência dessa baixa precipitação, ainda nos meses do início do plantio, a temperatura também sofreu alteração, registrando valores acima das médias históricas. Para o caso de Foz do Iguaçu, foi registrado um aumento de 3,8 °C em relação à média histórica (INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO RURAL DO PARANÁ, 2021).

Embora seja clara a influência dos fatores climáticos no sucesso de uma reposição florestal, e o indicativo de possíveis médias atípicas de pluviosidade e temperatura da região divulgados pelos periódicos, foi dada continuidade ao plantio sem qualquer ação voltada à compensação desses fatores.

Com o plantio das mudas finalizado entre esses meses atípicos, iniciou-se a etapa de manutenção das áreas, com o objetivo de acompanhar a evolução dos seus

processos de recuperação, o desenvolvimento das mudas plantadas e constatar quaisquer problemas com potencial de influenciar negativamente sobre o desenvolvimento e fitossanidade do plantio.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para análise do impacto dos fatores expostos, apresenta-se uma divisão dos obstáculos identificados, relacionando-os com as taxas de mortalidade das mudas. Por fim, são apresentadas possíveis ações mitigadoras.

3.1 ESPÉCIE EXÓTICA INVASORA

Nas áreas 1 e 2, onde foram identificadas grandes quantidades da espécie exótica invasora leucena, em março de 2022 o número de mudas mortas somadas chegou a 346. Do total de 890 mudas plantadas na área 1 e 1.594 na área 2, a taxa de mortalidade para a área 1 atingiu 17,6% e para a área 2, 11,9%.

O índice de mortalidade de mudas acaba por se tornar um dos maiores indicadores de sucesso de um projeto de recuperação de área degradada, considerando que este não engloba somente o plantio das mudas, mas sim o desenvolvimento delas.

Essas altas taxas estão associadas à matocompetição, onde a leucena, espécie de crescimento rápido, se estabeleceu de forma predominante por toda a área do plantio resultando no sufocamento das mudas. Essa leguminosa exótica demonstrou potencial de crescimento de até 23 cm por semana após a roçada, ou seja, apresentou alta resiliência. Por não ter sido controlada periodicamente, o seu crescimento ultrapassou o crescimento das mudas.

O rápido crescimento da leucena é esperado no período chuvoso, haja vista seu caráter de vegetação invasora com produção de grande quantidade de sementes e alta eficiência no uso dos recursos água, nutrientes e luz. O corte dessa vegetação deveria visar o alívio de nichos para a continuação do crescimento das mudas e avanço da recuperação do trecho, além de material orgânico para cobertura do solo.

Para que a taxa nessas áreas não atingisse esse valor acima do esperado, um possível manejo adaptativo seria incluir no planejamento do projeto uma periodicidade

de roçada de manutenção mais frequente, de acordo com o crescimento da vegetação exótica, com atenção à diferença no crescimento da leguminosa entre o período seco e chuvoso. Desta forma, a leucena não teria tempo hábil de se desenvolver ao ponto de atingir tamanho maior que a espécie utilizada.

Outra ação mitigadora seria avaliar o uso de uma espécie que fosse possível uma interação planta-planta positiva com a leucena, ou até mesmo, que fosse possível o seu controle. Buturi et al. (2015) realizou um estudo onde foi possível avaliar o desenvolvimento de algumas espécies nativas quando plantadas em conjunto com a leucena. Através da alelopatia, foi possível identificar que a *Schinus terebinthifolius*, cujo nome popular aroeira, uma espécie nativa pioneira, apresentou certo efeito negativo sobre a leucena, podendo ser utilizada inclusive como alternativa para o controle em áreas invadidas pela espécie.

Coincidentemente, Gris et al. (2012) relaciona a espécie *Schinus terebinthifolius* na lista de espécies nativas da região oeste do Paraná indicadas para recuperação de áreas degradadas. O autor ressalta ainda que as espécies pioneiras são as mais indicadas para os processos iniciais na recuperação de áreas degradadas, enquanto as espécies secundárias têm papel principal no enriquecimento da área.

Encontrar determinadas espécies em determinadas regiões também pode ser um desafio para o projeto, podendo elevar o custo inicial. Contudo, ainda segundo GRIS et. al (2012), a espécie indicada pode ser encontrada em herbário localizado no município de Cascavel, que fica a aproximadamente 130 km de distância de Foz do Iguaçu.

Contudo, há de se comentar que o uso de espécies com alto potencial invasor como a leucena ainda é muito discutido, mesmo que utilizada em conjunto com a espécie nativa de interesse. Alguns autores, como caso do (CARPANEZZI et al.,1990), sinalizam que o uso de espécies exóticas como espécies pioneiras na recuperação de áreas degradadas, apresenta uma enorme vantagem por conta da sua habilidade altamente competitiva. A primeira espécie indicada por ele é exatamente a leucena, pela sua abundante e precoce produção de sementes, além de ser uma planta melífera e melhoradora de solos.

Alguns estudos ainda demonstram que espécies exóticas de plantas que aparecem nos estágios iniciais são substituídas por espécies nativas no decorrer da

sucessão, contrariando a premissa problemática da invasora substituir a nativa com o passar do tempo (YOSHIDA e OKA, 2001).

Por outro lado, outros autores, como o caso do (ELEUTÉRIO, 2021), apontam que as invasões biológicas são uma das principais causas de declínio na biodiversidade local e são um fator fundamental para a degradação dos ecossistemas e redução dos serviços ecossistêmicos em todo o mundo, principalmente considerando os estudos que apontam a dificuldade no controle destas espécies, mesmo com alto dispêndio financeiro nas tentativas de combate às invasoras.

3.2 COMPACTAÇÃO DO SOLO E PRESENÇA DE RESÍDUOS

A área 3 foi a única das três com registro de compactação do solo e presença de resíduos de construção civil. A taxa de mortalidade dessas mudas chegou a 33%, correspondendo a 250 mudas somente nesta área.

Essa alta taxa está relacionada ao histórico de ocupação do local, atribuído à deficiência nas intervenções para melhoria das condições de compactação e fertilidade vistas no local.

Além de considerar que para áreas urbanas, esses efeitos de compactação podem se estender por mais tempo do que o esperado, é importante ressaltar que a área 3 foi utilizada por um longo período de tráfego de máquinas, em mais de uma ocasião.

Desta forma, é possível que o nível de intervenções corretivas não tenha sido suficiente para corrigir o longo histórico de alterações no solo. Os efeitos da compactação são persistentes e afetam, por exemplo, a formação e estabelecimento da matéria orgânica, uma das responsáveis pela fixação de nutrientes, carbono, água, aeração e biota do solo (PEZARICO et al., 2012). A formação de camadas orgânicas em solos florestais pode acontecer rapidamente. Contudo, em solos desnudos de plantios de recuperação, é necessário que esta matéria orgânica seja aportada artificialmente aos solos, nos primeiros momentos do plantio, e seja gerenciada e formada ao longo do processo de crescimento das mudas, o que pode levar anos (GAMA-RODRIGUES & GAMA-RODRIGUES, 1999).

Uma das ações mitigadoras possíveis seria a adubação orgânica de cobertura nas covas das mudas para suplementar as deficiências nutricionais do solo. Outra ação seria, a partir do momento da identificação de solo compactado, antes da

realização do plantio, poderiam ter sido executadas as respectivas ações de descompactação. Contudo, essas ações de descompactação envolvendo maquinário elevam o custo do projeto.

Posteriormente foi proposto pela equipe responsável pelo projeto, o plantio das mudas que não pegaram para outra área, de modo que não fosse insistido no problema da compactação.

3.3 PRECIPITAÇÃO ATÍPICA

Embora o fator climático esteja além do controle de qualquer projeto, a análise da região do projeto deve contemplar o histórico de pluviosidade e temperatura. Essa análise deve permanecer constante durante o seu desenvolvimento.

Para o referido PRAD, esse histórico foi analisado. Conforme exposto anteriormente, a região de Foz do Iguaçu possui altos índices pluviométricos até mesmo para os períodos mais secos do ano. Por esse motivo, o período de plantio das mudas foi selecionado entre os meses de outubro a dezembro. Contudo, de acordo com o IDR-PARANÁ, o déficit hídrico ocorrido entre os meses de novembro e dezembro, já vinha sendo sinalizado. A partir de maio já pode-se perceber que o índice pluviométrico no estado do Paraná já estava sendo registrado como abaixo da média histórica.

Uma das ações mitigadoras ao impacto pelo déficit hídrico seria a implantação de um sistema de irrigação simples, ou até mesmo irrigação manual, considerando tratar-se de uma área relativamente pequena e dentro dos limites de uma propriedade particular com disponibilidade de água.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A recuperação de uma área degradada tem por objetivo fornecer ao ambiente degradado, condições favoráveis a reestruturação da vida num ambiente que não tem condições físicas, químicas e/ou biológicas de se regenerar por si só. Através da implantação de espécies vegetais, por exemplo, é possível conduzir a recuperação dessa área, de forma que após determinado período, ela permaneça evoluindo por conta própria.

De maneira direta, o objetivo do Projeto de Recuperação de Área Degradada apresentado foi compensar a supressão de vegetação de Mata Atlântica decorrente da implantação do empreendimento, em atendimento à Lei da Mata Atlântica.

Contudo, considerando o cenário atual de alta taxa de desmatamento, principalmente no estado do Paraná com quase 90% do bioma Mata Atlântica substituído por áreas agrícolas ou urbanas, o projeto avaliado possui peso maior do que o simples cumprimento da legislação.

Cabe, então, a reflexão da importância do sucesso desse tipo de projeto não só para o Paraná, mas para a sociedade como um todo. A recuperação de áreas de vegetação nativa melhora a qualidade do ar e das águas, o que auxilia consequentemente no controle climático, na manutenção da saúde do ser humano e da fauna. A implantação de um PRAD contribui para uma sociedade mais sustentável e equilibrada, ajudando a preservar os recursos naturais disponíveis que estão cada vez mais escassos. Além da proteção e preservação da fauna essencial para a vida humana.

Para que seja possível usufruir de todos esses benefícios proporcionados pela vegetação nativa, o projeto deve ser implantado com atenção às peculiaridades de cada região. Para o caso do projeto em questão, alguns impactos precisam ser mitigados.

Os grandes desafios do projeto analisado envolveram a identificação da espécie exótica invasora comum no oeste do Paraná, a leucena, e do alto grau de compactação em uma das áreas de plantio.

Embora os dois tenham sido significativos, a causa de maior impacto na taxa de sobrevivência das mudas foi a compactação do solo, chegando a 33% de mudas mortas. Por ter a taxa maior do que nas outras áreas com presença da leguminosa exótica, foi a prioridade para a realocação de mudas. A única área disponível para o plantio de mais mudas, foi utilizada para compensar essa alta taxa. Desta forma, este impacto foi resolvido através da adubação direta nas covas das mudas sobreviventes, enquanto o restante foi realocado.

Já para o impacto causado pela presença da leucena, a periodicidade de roçada não estava surtindo efeito na taxa de sobrevivência das mudas. O esperado, é que algumas ações de manejo adaptativo fossem tomadas. Dentre elas, o aumento na frequência das roçadas, ou a utilização de espécies nativas que não sofressem com a alta habilidade de proliferação da invasora.

Embora diversos autores sinalizem o uso de espécies exóticas como ideais para implantação de um PRAD, como o caso do autor (ALMEIDA, 2018), que apontou uma lista de espécies exóticas que apresentam melhor desenvolvimento para a área se comparadas à algumas nativas, cabe considerar o histórico de desmatamento do estado.

Além disso, cabe considerar também os Planos Municipais de Conservação e Recuperação de Vegetação de Mata Atlântica que passaram a ser instituídos pelos municípios do Paraná nos últimos anos, inclusive o de Foz do Iguaçu que foi um dos primeiros municípios a instituir o Plano.

Diante do exposto, entende-se que o objetivo da solicitação do órgão ambiental estadual de implantar especificamente uma reposição florestal para compensação pela supressão, seja exatamente para recuperar aos poucos essa parcela tão importante de Mata Atlântica perdida durante todos esses anos e começar a deixar de integrar o topo da lista dos estados que mais desmatam.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, V. G., MOURA, E. N., & VIEIRA, G. T. (2019). **Espécies vegetais utilizadas em áreas degradadas pela mineração**. Research, Society and Development, vol. 8, núm. 3, pp. 01-15.

APREMAVI (Santa Catarina). **Biodiversidade**. A Mata Atlântica é um dos Biomas mais ricos em biodiversidade do mundo. Disponível em: <https://apremavi.org.br/mata-atlantica/biodiversidade/>. Atalanta. Acesso em: 17 nov. 2022.

ASSOCIAÇÃO DE PRESERVAÇÃO DO MEIO AMBIENTE E DA VIDA. **Espécies exóticas: quem são e que problemas podem causar**. 5 de nov. de 2014. Disponível em: <https://apremavi.org.br/especies-exoticas-quem-sao-e-que-problemas-podem-causar/>. Acesso em: 31 out. 2022.

BATEY, T. **Soil compaction and soil management – a review**. Soil Use and Management, pp. 335–345. Dez. de 2009.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de ago. de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Ago. de 1981.

BRASIL. **Decreto nº 97.632, de 10 de abr. de 1989.** Dispõe sobre a regulamentação do artigo 2º, inciso VIII, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, e dá outras providências. Abr. de 1989.

BRASIL. **Instrução Normativa ICMBio nº 11, de 11 de dez. de 2014.** Estabelecer procedimentos para elaboração, análise, aprovação e acompanhamento da execução de Projeto de Recuperação de Área Degradada ou Perturbada - PRAD, para fins de cumprimento da legislação ambiental. Dez. de 2014.

BRASIL. **Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006.** Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. Brasília, DF. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/11428.htm. Acesso em: 31 out. 2022.

CARPANEZZI, Antonio Aparecido; COSTA, Luiz Gonzaga da Silva; KAGEYAMA, Paulo Voshio; CASTRO, Carlos Ferreira de Abreu. **Funções Múltiplas das Florestas: Conservação e Recuperação do Meio Ambiente:** espécies pioneiras para recuperação de áreas degradadas: a observação de laboratórios naturais*. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990, Campos do Jordão. COMISSÃO TÉCNICA 5. Campos do Jordão: Congresso Florestal Brasileiro, 1990. p. 216-221.

CASTRO, R. A., DANTAS, B. F., & MEIADO, M. V. **A exótica invasora *Leucaena leucocephala* (lam.) de Wit (Fabaceae) forma banco de sementes na Caatinga?** Em Embrapa Semiárido. Embrapa. 2019.

CONAMA. **Resolução CONAMA nº 387, de 27 de dez. de 2006.** Estabelece procedimentos para o Licenciamento Ambiental de Projetos de Assentamentos de Reforma Agrária, e dá outras providências. Dez. de 2006.

CUNHA, F. R., FERNANDES, A., & SILVA, H. P. **A Dispersão da *Leucaena leucocephala* (LAM.) de Wit. nos córregos urbanos de Maringá (PR).** Arquivos do MUDI, n1, 3-4. 2017.

DEARMOND, D., EMMERT, F., LIMA, A. N., & HIGUCHI, N. **Impacts of soil compaction persist 30 years after logging operations in the Amazon Basin.** Soil and Tillage Research, pp. 207-216. 2019.

ELEUTÉRIO, Wellerson Juliano. **Estudo para recuperação de área degradada por mineração em processo de invasão por *leucaena leucocephala* (lam.) de wit e o seu controle.** 2021. 117 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - IFMG, Bambuí, 2021.

ESCAPIN, P. J. **Fundamentos Geográficos do Paraná**. Monografia (Pós-Graduação em Metodologia e Prática do Ensino da Geografia Regional e Ambiental do Brasil) - Faculdade Estadual de Ciências e Letras de Campo Mourão, Campo Mourão. 2006.

FOLHA DE LONDRINA (Brasil). **Mata Atlântica perde quase 90% da área original no Paraná**: Operação do Ministério Público combate desmatamento do bioma e aplica multa aos infratores; ambientalista cobra que municípios desenvolvam planos de conservação. 2021. Disponível em: <https://www.folhadelondrina.com.br/geral/mata-atlantica-perde-quase-90-da-area-original-no-parana-3114009e.html>. Acesso em: 31 out. 2022.

FORBES (Brasil). **Mata Atlântica possui apenas um quarto da sua cobertura florestal preservada**: Dado inédito foi obtido pelo MapBiomas a partir de imagens captadas por satélites entre 1985 e 2020. Disponível em: <https://forbes.com.br/forbesesg/2021/09/mata-atlantica-possui-apenas-um-quarto-da-sua-cobertura-florestal-preserveda/>. Acesso em: 31 out. 2022.

FRAGOSO, R. D., TEMPONI, L. G., GUIMARÃES, A. B., & BONINI, A. K. **Desenvolvimento de espécies arbóreas nativas em uma área reflorestada do corredor de biodiversidade Santa Maria - PR**. Revista Árvore, pp. 1003–1013. Dez. de 2014.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA (São Paulo). **Estudo aponta municípios do Paraná que mais regeneraram a Mata Atlântica**: Santa Helena, São Miguel do Iguaçu e Foz do Iguaçu foram as cidades que mais recuperaram a floresta em 30 anos, segundo levantamento da fundação SOS Mata Atlântica e INPE. Máquina Cohn & Wolfe. Disponível em: <https://cms.sosma.org.br/wp-content/uploads/2017/01/Regeneracao-PR-fev17.pdf>. Acesso em: 31 out. 2022.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA (São Paulo). **Qual é a área de cobertura da mata atlântica?** Disponível em: <https://www.sosma.org.br/artigos/qual-e-area-de-cobertura-da-mata-atlantica/>. Acesso em: 31 out. 2022.

GAMA-RODRIGUES, E. F., & GAMA-RODRIGUES, A. **Biomassa microbiana e ciclagem de nutrientes**. Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais, pp. 227-243. 1999.

G1 (Paraná). **Paraná é 3º estado que mais derrubou área de Mata Atlântica; veja cidades que mais desmataram**: Segundo levantamento da organização SOS Mata Atlântica, 3.299 hectares de florestas sumiram entre 2020 e 2021 no estado. Cidade com mais desmatamento foi Nova Laranjeiras. 2022. Disponível em: <https://g1.globo.com/pr/parana/noticia/2022/07/22/parana-e-3o-estado-que-mais-derrubou-area-de-mata-atlantica-veja-cidades-que-mais-desmataram.ghtml>. Acesso em: 31 out. 2022.

IBAMA. **Instrução Normativa nº 4, de 13 de abr. de 2011**. Estabelece procedimentos para elaboração de Projeto de Recuperação de Área Degradada - PRAD ou Área Alterada, para fins de cumprimento da legislação ambiental, bem como dos Termos de Referência constantes dos Anexos I e II desta Instrução Normativa. Abr. de 2011.

ICMBio. **Instrução Normativa ICMBio nº 11, de 11 de dez. de 2014**. Estabelecer procedimentos para elaboração, análise, aprovação e acompanhamento da execução de Projeto de Recuperação de Área Degradada ou Perturbada - PRAD, para fins de cumprimento da legislação ambiental. Dez. de 2014.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO RURAL DO PARANÁ (IDR-PARANÁ). **Boletim Agrometeorológico IDR - Paraná**. Londrina. 2021.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE – INEA (Rio de Janeiro). **Projeto de Restauração Florestal - PRF**. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/>; <http://www.inea.rj.gov.br/Portal/Agendas/BIODIVERSIDADEEAREASPROTEGIDAS/ServicoFlorestal/ProjetoDeRestauracaoFlorestal/index.htm&lang=PT-BR#ad-image-0>. Acesso em: 31 out. 2022.

INSTITUTO ÁGUA E TERRA (Paraná). **Dados sobre as Unidades de Conservação**. Disponível em: <https://www.iat.pr.gov.br/Pagina/Dados-sobre-Unidades-de-Conservacao#:~:text=Dados%20gerais%20sobre%20as%20Unidades%20de%20Conserva%C3%A7%C3%A3o&text=Munic%C3%ADpios%3A%20Jaguaria%C3%ADva%2C%20Lapa%2C%20Porto,Sul%2C%20Palmeira%20e%20Balsa%20Nova.&text=Munic%C3%ADpios%3A%20Guarapuava%2C%20In%C3%A1cio%20Martins%2C,Paula%20Freitas%20e%20Paulo%20Frontin>. Acesso em: 31 out. 2022.

JESUS, E. N., SANTOS, T. S., RIBEIRO, G. T., ORGE, M. D., AMORIM, V. O., & BATISTA, R. C. **Regeneração Natural de Espécies Vegetais em Jazidas Revegetadas**. *Floresta e Ambiente*, pp. 23 (2): 191-200. 2006.

LEWIS, Simon L.; EDWARDS, David P.; GALBRAITH, David. **Increasing human dominance of tropical forests**. *Science*, vol.349, 2015, pp. 827-832.

LOPES, Vanessa. **Avaliação do banco de sementes do solo de um trecho de Floresta Estacional Semidecidual – Mata Atlântica no município de Foz do Iguaçu - PR**. 2014. 45f. Trabalho de Conclusão de Curso Tecnologia em Gestão Ambiental - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2014.

MYERS, Norman et al. **Biodiversity hotspots for conservation priorities**. *Nature*, vol.403, 2000, pp. 853-858.

PEZARICO, C. R., VITORINO, A. T., MERCANTE, F. M., & DANIEL, O. **Indicadores de qualidade do solo em sistemas agroflorestais**. Revista de Ciências Agrárias - Amazon Journal of Agricultural and Environmental Sciences, pp. 40-47. 11 de dez. de 2012.

RAMOS, V. S., DURIGAN, G., FRANCO, G. A., SIQUEIRA, M. F., & RODRIGUES, R. R. **Árvores da Floresta Estacional Semidecidual - Guia de Identificação de Espécies**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, Biota/ Fapesp. 2008.

RIBEIRO, E., RAMOS, P. V., FRUETT, T., NASCIMENTO, P., & CHAVES, E. **Changes by use and management in alluvial plain soils in southern Brazil**. Agrarian and Biological Sciences, pp. e78101623317-e78101623317. 07 de dez. de 2021.

SANTOS, M. A., MUNIZ, J., DINIZ, L. P., & DAMASCENO, P. **PRAD & PTRF**. Dissertação (Dissertação em Engenharia Ambiental e Sanitária). Formiga - MG: UNIFOR. 2013.

SHAH, A. N., TANVEER, M., SHAHZAD, B., YANG, G., FAHAD, S., ALI, S., SOULIYANONH, B. **Soil compaction effects on soil health and cropproductivity: an overview**. Environmental Science and Pollution Research, pp. 10056-10067. 24 de abr. de 2017.

UNGER, P. W. **Soil Compaction and Root Growth: A Review**. Agronomy Journal, pp. 759–766. 1 de set. de 1994.

WREGE, M. S., GARRASTAZU, M. C., SOARES, M. T., FRITZSONS, E., SOUSA, V. A., & AGUIAR, A. V. **Principais fitofisionomias existentes no estado do Paraná e os novos cenários definidos pelas mudanças climáticas globais**. Ambiência, pp. 600-615. Dez. de 2017.

YOSHIDA, K. e OKA, S. **Pattern of secondary succession in anthropogenic habitats on Miyako-jima Island, the Ryukyu Islands, north-western Pacific**. Geogr. Rep. Tokyo. Metropolitan Univ. 36:1–10. 2001.