

PLANO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS: ESTUDO DE CASO DA CABECEIRA DO CÓRREGO MANDAGUARI EM CATALÃO-GO

RECOVERY PLAN FOR DEGRADED AREAS: CASE STUDY OF THE HEADWATERS OF THE MANDAGUARI STREAM CATALÃO-GO

PLAN DE RECUPERACIÓN DE ÁREAS DEGRADADAS: ESTUDIO DE CASO DE CABECERA DEL ARROYO MANDAGUARI EN CATALÃO-GO

Antonio Rodrigues da Silva Neto

Acadêmico em Geografia, Universidade Federal de Catalão – UFCAT, Catalão – GO
e-mail: nettokingi@gmail.com

Rafael de Ávila Rodrigues

Doutor em Geografia, Professor na Universidade Federal de Catalão – UFCAT, Catalão – GO
e-mail: rafael.rodrigues@ufcat.edu.br

Ana Paula Novais Pires Koga

Doutor em Geografia, Professor na Universidade Federal de Catalão – UFCAT, Catalão – GO
e-mail: ana_novais@ufcat.edu.br

Paulo Henrique Kingma Orlando

Doutor em Geografia, Professor na Universidade Federal de Catalão – UFCAT, Catalão – GO
e-mail: Paulo_orlando@ufcat.edu.br

RESUMO: Este trabalho apresenta uma proposta de Plano de Recuperação de Áreas Degradadas para a cabeceira do córrego Mandaguari, localizada na cidade de Catalão-GO. O plano de recuperação é de suma importância para proteger a vegetação nativa e garantir o cumprimento das exigências trazidas pela Lei 12.651/2012. O objetivo deste trabalho é utilizar imagens de satélite, ortofoto elaborada através do drone DJI Mavic 2 PRO, para elaboração de diagnóstico, prognóstico, proposta de intervenção e gestão da área de estudo. Utilizando drone, e aplicativos de processamento de imagem (dronedeploy), realizou-se ortofotomosaico da área de estudo o que através de software de geoprocessamento (QGIS) foram elaborados mapas de localização, delimitação das nascentes e cursos d'água e uso da terra. O uso da terra da área aponta para a existência de áreas de vegetação nativa em seu interior, juntamente com a predominância de regiões de pastagem, silvicultura, estradas, área assoreada área de plantio de espécies nativas. A partir do diagnóstico, notou-se que a área possui no interior das áreas de preservação permanente- APP, pastagens, estradas, eucaliptos, além de uma parte do córrego estar assoreado, sem apresentar indícios de regeneração natural. O prognóstico da área de estudo aponta para a necessidade de intervenção para garantir a recuperação da área e evitar o surgimento de processos erosivos. Essa intervenção está detalhada na proposta, onde para cada área foi determinada uma técnica de intervenção além de estabelecer as estratégias de monitoramento e manutenção necessárias para a adequada implementação do plano.

Palavras-Chaves: Áreas-Degradadas; Geoprocessamento; Recuperação; Intervenção.

ABSTRACT: This work presents a proposal for a Recovery Plan for Degraded Areas for the headwaters of the Mandaguari stream, located in the city of Catalão-GO. The recovery plan is of paramount importance to protect native vegetation and ensure compliance with the requirements brought by Law 12.651/2012. The objective of this work is to use satellite images, orthophoto created using the DJI Mavic 2 PRO drone, for the elaboration of diagnosis, prognosis, intervention proposal and management of the study area. Using drone and image processing applications (dronedeploy), an orthophotomosaic of the study area was carried out, which through geoprocessing software (qgis) maps of location, delimitation of springs and watercourses and land use were prepared. The use of the land in the area points to the existence of areas of native vegetation in its interior, together with the predominance of regions of pasture, forestry, roads, silted area, area of planting of native species. From the diagnosis, it was noted that the area has, within the permanent preservation areas - APP, pastures, roads, eucalyptus, in addition to a part of the stream being silted up, without showing signs of natural regeneration. The prognosis of the study area points to the need for intervention to ensure the recovery of the area and prevent the emergence of erosion processes. This intervention is detailed in the proposal, where an intervention technique was determined for each area, in addition to establishing the monitoring and maintenance strategies necessary for the proper implementation of the plan.

Keywords: Degraded-Areas; Geoprocessing; Recovery; Intervention.

RESUMEN: Este trabajo presenta una propuesta de Plan de Recuperación de Áreas Degradadas para la cabecera del arroyo Mandaguari, ubicado en la ciudad de Catalão-GO. El plan de recuperación es de suma importancia para proteger la vegetación nativa y garantizar el cumplimiento de los requisitos establecidos por la Ley 12.651/2012. El objetivo de este trabajo es utilizar imágenes satelitales, ortofotos creadas utilizando el dron DJI Mavic 2 PRO, para la elaboración de diagnóstico, pronóstico, propuesta de intervención y manejo del área de estudio. Utilizando aplicaciones de procesamiento de imágenes y drones (dronedeploy), se realizó un ortofotomosaico del área de estudio, el cual a través de un software de geoprocésamiento (qgis) se elaboraron mapas de ubicación, delimitación de nacientes y cursos de agua y uso de suelo. El uso del suelo en la zona apunta a la existencia de áreas de vegetación autóctona en su interior, junto con el predominio de regiones de pastos, silvicultura, caminos, zona de encharcamiento, zona de siembra de especies autóctonas. Del diagnóstico se observó que el área presenta, dentro de las áreas de preservación permanente - APP, potreros, caminos, eucaliptos, además de que una parte del arroyo se encuentra colmatada, sin mostrar signos de regeneración natural. El pronóstico de la zona de estudio apunta a la necesidad de intervención para asegurar la recuperación de la zona y evitar la aparición de procesos erosivos. Esta intervención se detalla en la propuesta, donde se determinó una técnica de intervención para cada área, además de establecer las estrategias de seguimiento y mantenimiento necesarias para la correcta ejecución del plan.

Palabras Clave: Áreas-Degradadas; procesamiento; Recuperación; Intervención.

1. INTRODUÇÃO

No decorrer dos anos, o bioma cerrado passou por um processo de conversão do uso do solo, onde sua vegetação nativa foi suprimida, e no seu lugar foram inseridas pastagens, lavouras, e outras áreas antropizadas, fazendo com que essas regiões, perdessem suas características naturais afetando diretamente a fauna, flora, qualidade das águas, solo e do ar (Pena, 2022).

A Legislação Brasileira, especialmente a lei 12.651 de 25 de maio de 2012 (conhecida como novo código florestal) estabelece condições mínimas de vegetação nativa para determinadas propriedades e cursos d'água. A lei estabelece que em qualquer propriedade que a vegetação nativa do interior das áreas de preservação permanente tenha sido suprimida, o proprietário, possuidor ou ocupante, mesmo que já tenha adquirido a propriedade sem a respectiva vegetação, fica obrigado a recuperá-la, mantendo a faixa mínima estabelecida em lei.

Para se verificar a condição de determinada gleba de terra, é importante realizar uma análise minuciosa do uso e ocupação do solo, delimitando suas nascentes, cursos d'água e respectivas áreas de preservação permanente, com o intuito de realizar um diagnóstico detalhado da situação atual destas áreas e das possíveis medidas de recuperação a serem implementadas.

A escolha da área em questão, se deu pela disponibilidade e interesse do proprietário em realizar a adequada recuperação e recomposição da vegetação, não somente no interior das áreas de preservação permanente, mais em todas as glebas da propriedade que, através do diagnóstico possa ser apontado a necessidade de intervenção.

Seguindo as etapas do planejamento ambiental, o primeiro passo para o PRAD será o diagnóstico, onde, através de imagens de satélite, realizará a análise do histórico de uso e ocupação da área e os principais impactos associados. Para avaliação do uso atual do solo será realizado o aerolevantamento, com obtenção de ortofotomosaico atualizada da área de estudo com alta resolução, permitindo uma análise detalhada de toda a propriedade e ajudando no direcionamento das visitas em campo. A partir da ortofoto também serão elaborados os mapas de uso e ocupação do solo no interior das APP's e em toda a propriedade.

Após o diagnóstico, é importante que seja feito o prognóstico ambiental, analisando os principais impactos associados ao atual uso do solo, e uma previsão da evolução desses impactos no decorrer dos anos caso não sejam implementadas as ações necessárias para recuperação.

Partindo do diagnóstico e prognóstico serão apresentadas as propostas de intervenção na área de estudo, buscando sempre técnicas que sejam indicadas para recuperação da área e economicamente viáveis para a sua implementação. Também é importante que seja definido as etapas de gestão e monitoramento da recuperação dessas áreas, pois, não basta somente executar de forma imediata a recuperação, é necessário que seja realizado o acompanhamento de modo a verificar a eficácia das ações implementadas e a necessidade de implementação de novas ações para essas áreas.

Portanto, a implementação do PRAD seguindo todas as etapas de planejamento ambiental, visa a recuperação das áreas degradadas através da recomposição da vegetação e implementação de outras técnicas de recuperação necessárias na área de estudo, fazendo com que essa área possa novamente abrigar a fauna local, espécies da flora, garantir o adequado escoamento da água superficial através de suas drenagens naturais e também contribuir para o restabelecimento da vegetação nativa no seu entorno

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para realizar o diagnóstico da área, utilizou-se imagens de satélite disponíveis em softwares de geoprocessamento como Qgis, Arcgis e também através do banco de dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, obteve-se imagens gratuitas de alta resolução do Satélite CBERS-4 com que, após tratamento da imagem utilizando o Software Arcgis, foram obtidas imagens com melhor resolução espacial (2 metros por pixel) o que é suficiente para a primeira etapa de delimitação da área de estudo.

2.1 Delimitação e Localização da Área de Estudo

A área de estudo se localiza no Estado de Goiás, cidade de Catalão-GO, está inserida na cabeceira do córrego Mandaguari, afluente córrego Santo Antônio que é tributário do Ribeirão Ouvidor, todos inseridos na Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba. A área de estudo possui 74,44 hectares que foi delimitada levando em consideração o limite da propriedade objeto do PRAD, e as linhas de drenagem da cabeceira do Córrego Mandaguari. Na Figura 1 se tem a imagem do córrego Mandaguari considerando três vistas: montante, intermediária e jusante; na Figura 2 se tem o mapa de localização da área.



Figura 1 - Imagens aéreas do Córrego Mandaguari.

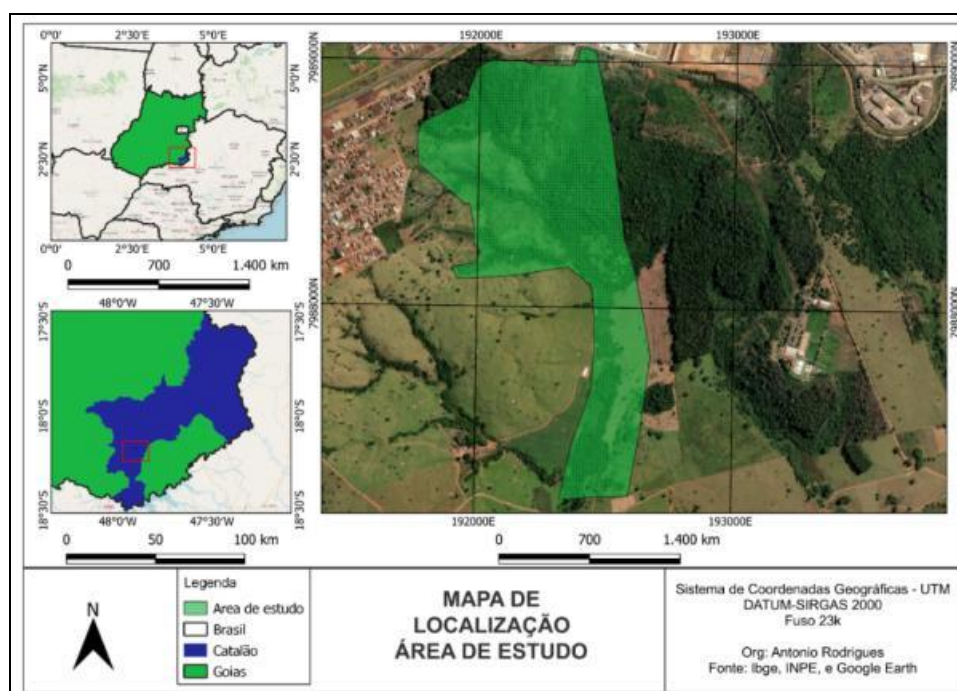


Figura 2 - Localização da Área de Estudo.

2.2 MAPEAMENTO DA ÁREA DE ESTUDO

Com o objetivo de delimitar as classes de uso do solo existentes atualmente na área de estudo, foi elaborada uma ortofotomosaico de alta resolução. Uma ortofoto é uma imagem georreferenciada (possui coordenadas geográficas definidas) e através de softwares de processamento de imagem são retiradas as distorções causadas pelo relevo, ângulo da câmera, e etc. Em comparação as imagens de satélite convencionais, a ortofoto nos permite analisar determinada região com alta resolução e riqueza de detalhes. Utilizou-se para geração da ortofoto da área de estudo, um drone DJI Mavic 2 PRO e através do Software “DroneDeploy” foi feito o plano de voo, utilizando-se como critérios:

- Altitude em relação ao solo: 140m
- Taxa de Sobreposição de Imagens: 75%
- Velocidade média do mapeamento: 12m/s
- Ângulo da Câmera: -90°

A partir do planejamento de voo, no dia 05/08/2022 foi realizado o aerolevanteamento, onde seguindo os critérios mencionados foram registradas 720 imagens georreferenciadas da área. A partir da obtenção das imagens em campo, voltou-se ao software DroneDeploy para realizar o processamento das imagens que durou cerca de 2 horas.

Com o processamento concluído, na própria plataforma do software já foi possível visualizar a imagem com resolução de 2cm/pixel, ou seja, objetos com mais de 2 cm podem ser observados na imagem. Também utilizando a ortofoto é possível gerar o modelo tridimensional do terreno, modelo 3D, que nos permite avaliar o relevo do terreno com grande precisão. Na Figura 03 observa-se um exemplo do modelo 3D utilizado no diagnóstico da área.

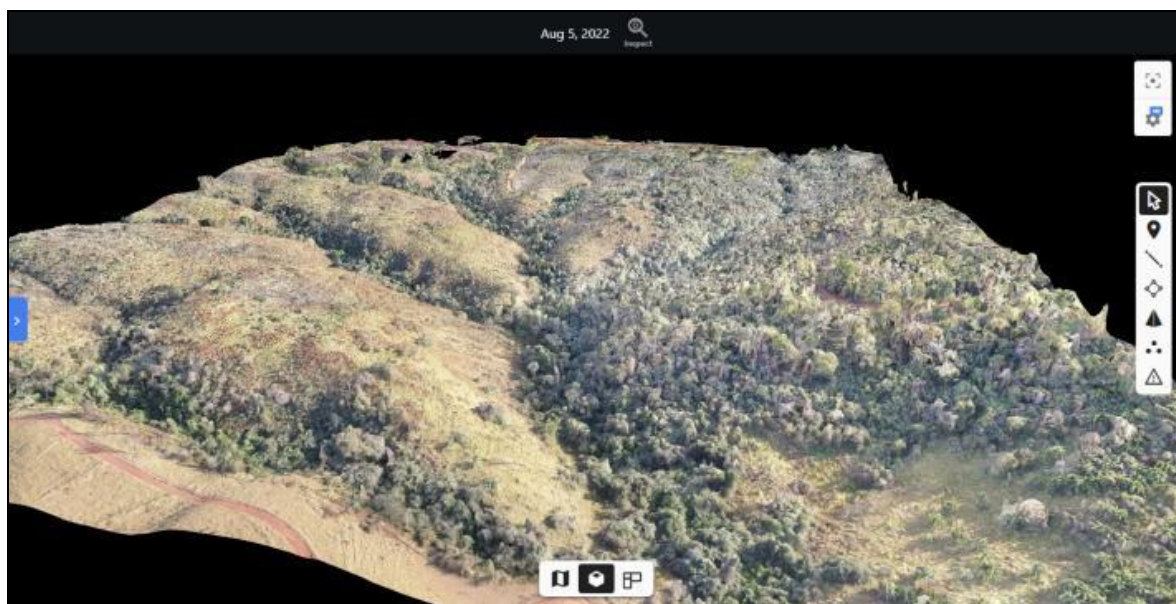


Figura 3 - Modelo 3d da área de estudo.

Para delimitação das redes de drenagem no Software QGIS, versão 3.26.1 foi utilizado Modelo Digital de Elevação (MDE) obtidos na plataforma do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), o Topodata, que é o banco de dados geomorfométricos do Brasil. Após download do MDE da região de estudo, utilizando a função de geoprocessamento “Channel Network and Drainage Basins”, foi possível gerar as redes de drenagem, bacias de drenagem e pontos de junção.

A partir das redes de drenagens obtidas com ferramentas de geoprocessamento e também do levantamento realizado em campo, é possível a delimitação adequada de todas as drenagens e nascentes da área. Na área de estudo foi possível identificar nascentes perenes e intermitentes. Conforme estabelecido pela [Lei Nº 12.651, DE 25 de maio de 2012 \(novo código florestal\)](#), nas áreas no entorno de nascentes ou olhos d'água perenes a APP deve respeitar um raio mínimo de 50 metros, já a faixa marginal dos cursos d'água perenes ou intermitentes a faixa de APP varia de acordo com a largura do córrego.

Através de análise no ortofotomosaico foi realizada verificação dos principais tipos de uso do solo existentes na área, e utilizando o software QGIS, foram gerados arquivos no formato *shapefile* para cada tipologia encontrada. A delimitação foi realizada através de polígonos e dividida em duas etapas, onde a primeira se ateve a delimitar o uso do solo no interior das áreas de preservação permanente e a segunda delimitou-se o uso do solo nas demais áreas da propriedade.

Também foi analisada a declividade na área, onde utilizou-se como camada raster os dados disponibilizados pelo projeto topodata que oferece o Modelo Digital de Elevação (MDE). No software QGIS, versão 3.26.1, utilizando a ferramenta declividade, foi feita a classificação da declividade em graus com o objetivo de verificar a existências de áreas de declividade acima de 45°.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Histórico de Ocupação

Através da Ferramenta *Timelapse* do Google Earth, é possível verificar o histórico de ocupação da área de estudo. Para análise temporal foi escolhido os últimos 20 anos, onde através da imagem de satélite foi possível visualizar o uso da área em 2002, 2013 e 2021.

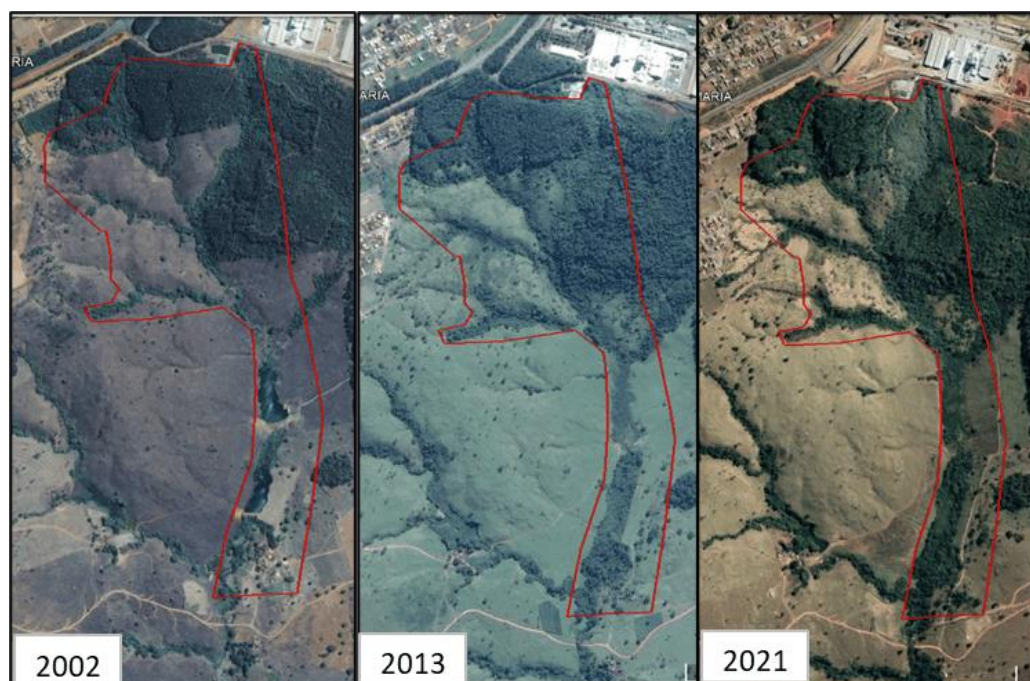


Figura 4 - Comparação das imagens do Google Earth na Área de Estudo.

Através de imagens do Google Earth é possível verificar que o uso da área nas últimas duas décadas não sofreu grandes alterações, sempre esteve associado a áreas de pastagens e silvicultura (plantio de eucaliptos). A mudança significativa que ocorreu comparando imagens de 2002 e 2021 é com relação a antigos represamentos que existiam dentro da área e que deixaram de existir estando atualmente assoreados e com presença de gramíneas. O assoreamento do córrego neste trecho pode ter ocorrido pela presença de sedimentos que se acumularam no antigo barramento e não foram removidos durante o processo de descomissionamento das estruturas.



Figura 5 - Antigo Represamentos em dois períodos distintos.



Figura 6 - Região assoreada no córrego mandaguari.

3.2 Classificação e Delimitação das Tipologias Encontradas

No Córrego Mandaguari, que possui menos de 10 metros de largura, para delimitação das áreas de preservação permanente, a faixa mínima a ser respeitada são 30 metros. Na Figura 7 é possível verificar a delimitação da APP do córrego mandaguari de acordo com a Lei 12.651/2012, e na Figura 8 registros de imagem aérea do córrego mandaguari e curso d'água.

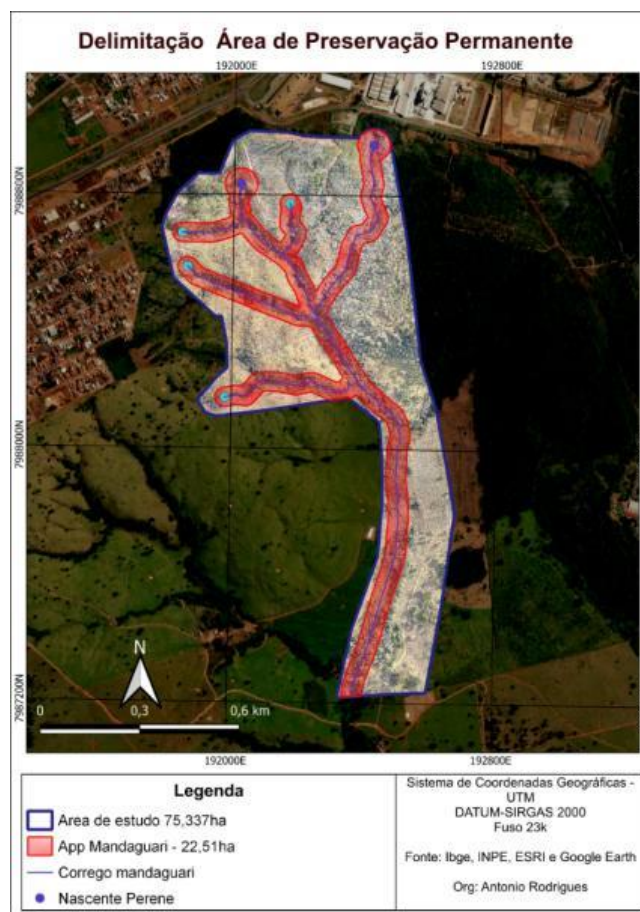


Figura7 - Delimitação da APP - Córrego Mandaguari



Figura 8 - Imagem aérea do córrego mandaguari e foto do curso d'água.

Na fazenda Mandaguari, conforme citado, o uso do solo predominante nos últimos anos é a pastagem e silvicultura (plantio de eucaliptos) e além disso, nas margens do curso d'água existe a mata de galeria, composta por espécies nativas e que exerce a função de proteger o canal. Na Figura 9, é apresentado o mapa de uso do solo geral da área de estudo, onde as classes de uso foram definidas de acordo com as principais tipologias encontradas.

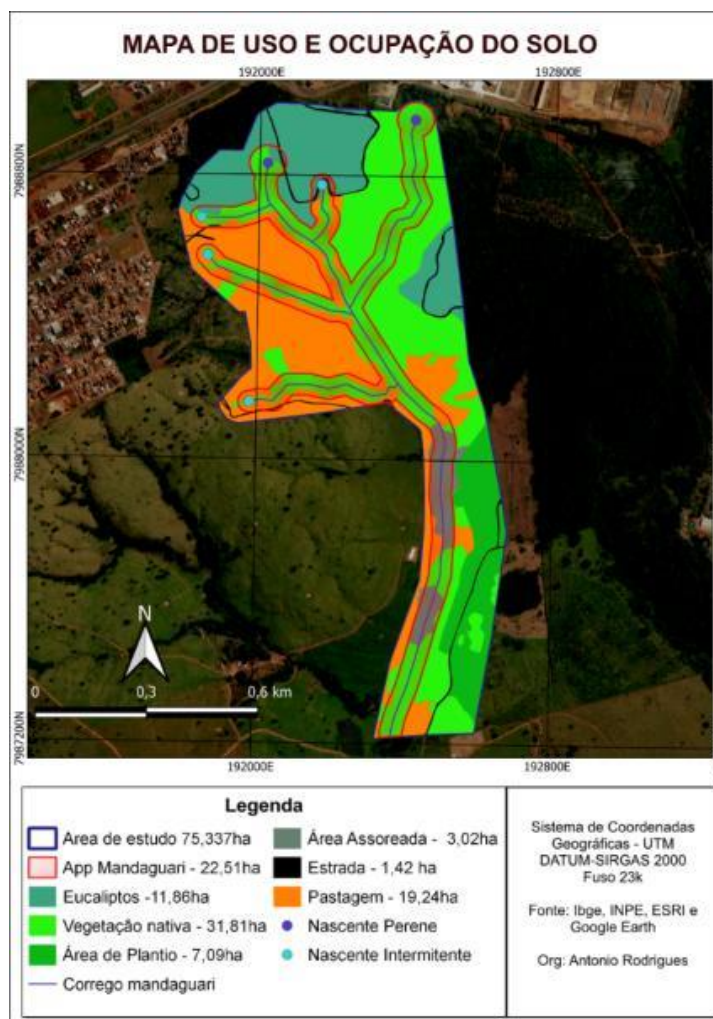


Figura 9 - Mapa de Uso e Ocupação do Solo

Conforme pode ser observado na figura acima, pode ser identificado na área de estudo 6 diferentes classes de uso do solo. O remanescente de vegetação nativa é a maior classe, com 31,81 hectares, seguido pelas áreas de pastagem que ocupam 19,24 hectares. As áreas de Eucaliptos correspondem a 11,86 hectares. A área delimitada como “área de plantio” ocupa 7,09 hectares, e corresponde a uma área onde foi realizado plantio de espécies nativas do cerrado, com o intuito de enriquecimento vegetal da área.

A classe de uso do solo nomeada como “área assoreada” possui 3,02 hectares e corresponde aos antigos represamentos existentes na área, onde, mesmo após 17 anos da descaracterização dos barramentos, não ocorreu processo de regeneração, estando a área hoje ocupada somente por gramíneas conforme pode ser evidenciado na foto abaixo.

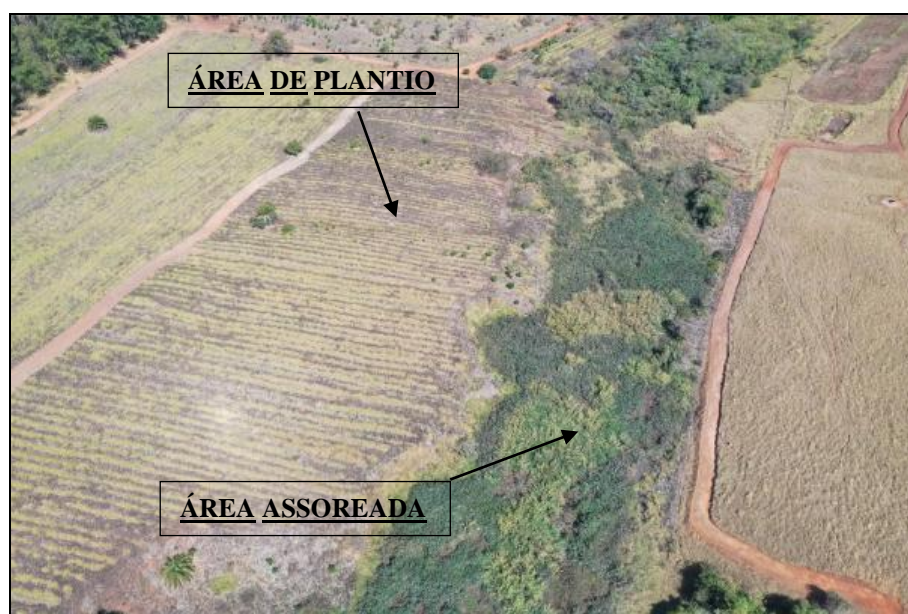


Figura 1 - Área Classificada como área assoreada

Por fim, as estradas que cortam a área ocupam 1,42 hectares. Na tabela abaixo se tem as classes de uso do solo com as respectivas áreas e porcentagens em relação a área total.

Tabela 1 - Classes de ocupação da área de estudo.

Classe de Uso do Solo	Área (Hectares)	% de ocupação
Vegetação Nativa	31,81	43%
Pastagem	19,24	26%
Eucaliptos	11,86	16%
Área de Plantio	7,09	10%
Área Assoreada	3,02	4%
Estradas	1,42	2%
Total:	74,44	100%

Portanto, conforme evidenciado na tabela acima, a classe de uso do solo com maior predominância na área é a vegetação nativa, porém, a segunda classe com maior incidência é a pastagem, e, atualmente na propriedade a área não é utilizada para fins de criação de gado estando essas áreas sem utilização.

De acordo com o Código Florestal, no interior das áreas de preservação permanente, como regra geral, a vegetação nativa deverá ser mantida inalterada, e caso tenha ocorrido supressão da vegetação o proprietário, possuidor ou ocupante da área é obrigado a promover a recomposição da vegetação, e mesmo que tenha adquirido o imóvel já com ausência de vegetação nativa nas faixas de APP, o proprietário atual fica com a obrigação. Na Figura 16, se tem as classes de uso do solo no interior das Áreas de Preservação Permanente.

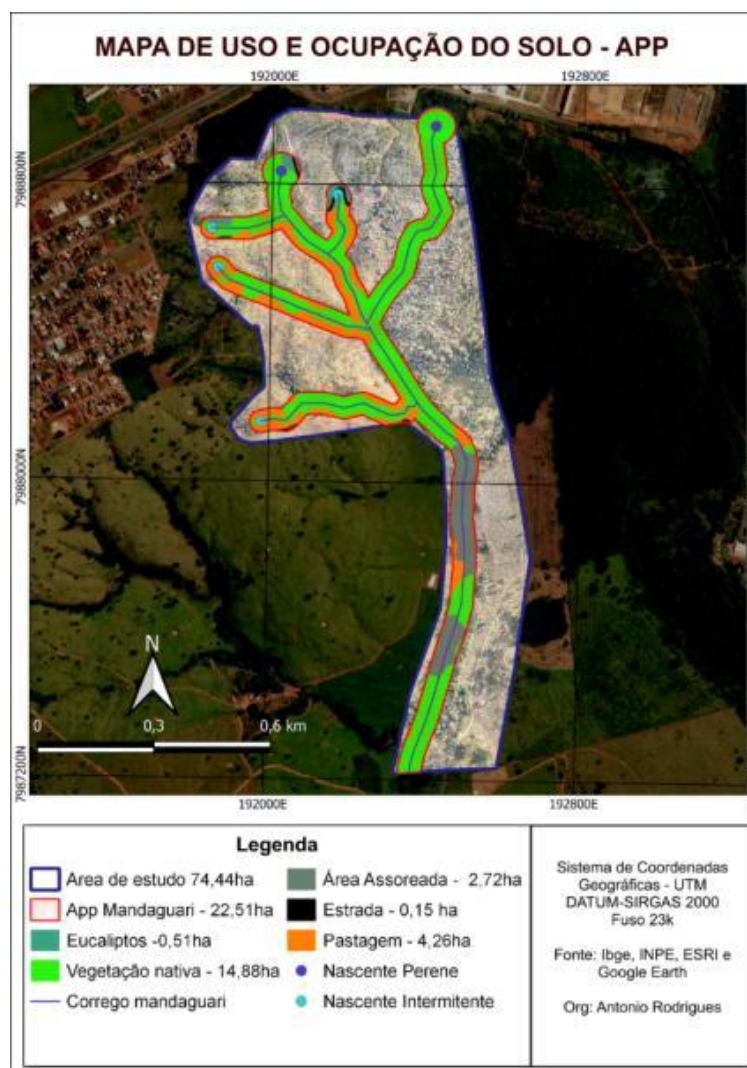


Figura 2 - Uso do Solo no Interior das Áreas de Preservação Permanente.

Conforme pode ser verificado no mapa acima, no interior da faixa de APP, existem outras classes de uso do solo além da vegetação nativa, o que mostra uma desconformidade com o código florestal, que, conforme já citado, estabelece como regra geral que no interior das faixas de APP o Uso do Solo deve ser de vegetação nativa, e caso suprimida, o proprietário ou sucessor precisa recuperar. Na tabela abaixo se tem as classes de uso do solo no interior da APP, com suas respectivas áreas e porcentagens em relação a área total da APP.

Tabela 2 - Classes de Uso do Solo no Interior da APP

Classe de Uso do Solo	Área (Hectares)	% de Ocupação
Vegetação Nativa	14,88	66%
Pastagem	4,26	19%
Área Assoreada	2,72	12%
Eucaliptos	0,51	2%
Estradas	0,15	1%
Total:	22,52	100%

Conforme evidenciado na Figura 11 e na Tabela 2, no interior da APP existe em sua grande maioria áreas com remanescentes de vegetação nativa, porém, como segunda classe de uso existem áreas de pastagem que em alguns trechos em pelo menos uma margem do córrego a faixa de vegetação foi removida, estando o curso d'água exposto. A área assoreada do interior da APP, conforme citado é referente aos antigos represamentos existente na área, que mesmo estando sem utilização a muitos anos, a área não apresenta condições de regeneração natural, estando até os dias atuais sem presença de vegetação arbórea.

3.3 Prognóstico

A área de estudo, assim como diversas áreas na região, possuiu durante muitos anos o uso predominante de pecuária, o que resultou em processos de supressão/fragmentação da vegetação nativa e compactação do solo.

O proprietário atual, por vontade própria, realizou algumas etapas de reflorestamento com espécies nativas em alguns trechos da propriedade, conforme verificado no mapa de uso do solo. Esses trechos, vetorizados como área de plantio, possuem diversas mudas se desenvolvendo, porém, estima-se que a taxa de morte, que pode estar associada a formigas, queimadas e a falta de manutenção adequada, ultrapassou os 50%.

As áreas de pastagem, mesmo sem a presença de gado, não apresentam capacidade de regeneração natural, tendo em vista o nível de compactação do solo, a taxa de exposição, e a falta de cuidados com essas áreas ao longo dos anos. A área dos antigos represamentos, mesmo após 17 anos da sua descaracterização (da retirada dos barramentos), também não apresentam capacidade de regeneração natural, estando hoje assoreada, apresentando no período chuvoso aspecto brejoso e tendo em vista que está localizada na área de menor altitude a depender da precipitação a área fica alagada.

Portanto, tendo em vista o diagnóstico da área, e os fatos aqui relatados, avaliando principalmente a capacidade de regeneração natural, o prognóstico não é positivo, tendo em vista que mesmo estando fechada, sem presença de gado, a região não apresenta capacidade de regeneração e por estar localizada próxima a cidade, ao longo dos anos vem sofrendo com as queimadas que ocorrem no período seco.

Nos próximo anos, caso não se tenha um interferência direta principalmente realizando plantios nas áreas de APP, manutenção de aceiros, construção de pequenas barragens, poderá ocorrer a formação de processos erosivos, pois, as queimadas acabam resultando na exposição do solo e remoção da camada vegetal existente (braquiarias).

Na região assoreada que não apresenta indícios de regeneração, caso não se tenha uma interferência direta, poderá ocorrer no período chuvoso, impacto na qualidade da água principalmente relacionado a presença e arraste de sedimentos que estão contidos na área.

3.3 Proposta de Intervenção

A proposta de recuperação para a área de estudo se justifica diante da antropização do local, o qual está descaracterizado em relação à cobertura vegetal original e com presença acentuada de espécies invasoras (gramíneas), cujas funções ecológicas encontram-se comprometidas e não apresenta capacidade de resiliência.

A proposição de ações neste local afetará positivamente o restabelecimento da vegetação nas áreas de APP e adjacências, promovendo melhorias nas condições ecológicas para o bom estabelecimento da fauna e flora, interligando os fragmentos de vegetação natural – essenciais para que os animais se movam e se reproduzam - além da estabilidade geológica e preservação dos recursos hídricos.

Para a área de estudo será adotada estratégias distintas de acordo com o grau de degradação das áreas. O Roteiro de apresentação para Plano de Recuperação de Área Degradada estabelece propostas distintas de recuperação, de acordo com Rodrigues e Gandolfi (2000) existe a Restauração *lato senso* que é indicada para ambientes com baixa intensidade de perturbação, e a Reabilitação, que é indicada para perturbações irreversíveis caso não ocorra intervenção antrópica”.

A estratégia de recuperação do trabalho será dividida em duas áreas distintas. A primeira para a área vetorizada como pastagem no interior das APP's será proposta a Restauração *lato senso*, tendo em vista que a área passou por baixa intensidade de perturbação, associada principalmente a remoção da vegetação nativa, portanto, a estratégia de recuperação será voltada a restauração da vegetação nativa. Para a área vetorizada como pastagem fora da área de APP serão propostas técnicas de conservação do solo que facilite a infiltração da água do escoamento superficial no lençol freático garantindo sua recarga.

Para a área vetorizada como “área assoreada” a estratégia será de Reabilitação, tendo em vista que seu estágio de degradação é irreversível sem a interferência humana. Como a área desenvolveu uma característica de brejo, a estratégia de recuperação será pautada em garantir condições de contribuir com o ecossistema local, através do plantio de espécies indicadas para áreas alagadas, fazendo com que essa área no futuro, sirva de abrigo e corredor ecológico para fauna.

3.3.1 Estratégia de Recuperação da Área de Estudo

3.3.1.1 Área de Preservação Permanente

Conforme estabelecido no Código Florestal, no interior das áreas de preservação permanente, a vegetação nativa deverá ser mantida inalterada, e caso tenha ocorrido supressão da vegetação o proprietário, possuidor ou ocupante da área é obrigado a promover a recomposição da vegetação. Portanto para a área de estudo conforme já mencionado, existem áreas de pastagens, plantios de eucaliptos, estradas e área assoreada no interior da APP.

Antes do início dos trabalhos de recuperação da área é importante que seja demarcada toda área de APP e isolada contra o acesso de fatores externos prejudiciais, principalmente gado. Nos locais com possibilidade de invasão de animais deve-se realizar o isolamento através da construção de cercas de arame farpado, com pelo menos 4 fios de arame, para evitar a entrada de animais. Para fixação do arame podem ser utilizados mourões de eucalipto tratado ou mourões de concreto, espaçados a cada 4 metros, com 2,20 metros de comprimento e diâmetro médio de 10 cm.

Os pequenos trechos onde a estrada interfere em área de APP (0,15ha), deverá ser feito o desvio da estrada para que a área, a partir de técnicas de recuperação do solo, possa receber plantio direto de espécies nativas. As áreas vetorizadas como eucaliptos (0,51ha), recentemente passaram pelo processo de corte dos fustes, estando atualmente somente os “tocos” na área. Não será recomendado a remoção destes tocos devido a declividade do terreno, portanto deverão ser plantadas entre as linhas de eucalipto espécies nativas do cerrado, de modo que crie nessas áreas um sub-bosque, garantindo que a vegetação esteja reestabelecida e sirva de abrigo para a fauna.

As áreas vetorizadas como pastagens (4,26ha) também deverão ser realizados o plantio direto, de modo que seja plantadas espécies nativas do cerrado garantindo o reestabelecimento da vegetação nativa.

Para a área assoreada, a princípio levou em consideração a hipótese de remoção dos sedimentos com o objetivo de desassorear a área, porém, após análise em campo e levantamento dos principais problemas relacionados a remoção deste material sedimentado (como aumento na turbidez do curso hídrico, risco de exposição do solo a fatores erosivos e falta de local adequado para destinação do material) optou-se por propor para a área o plantio de espécies nativas e indicadas para região brejosa.

Na figura 12 abaixo mostra o Detalhamento das áreas onde será indicada o plantio de espécies nativas.

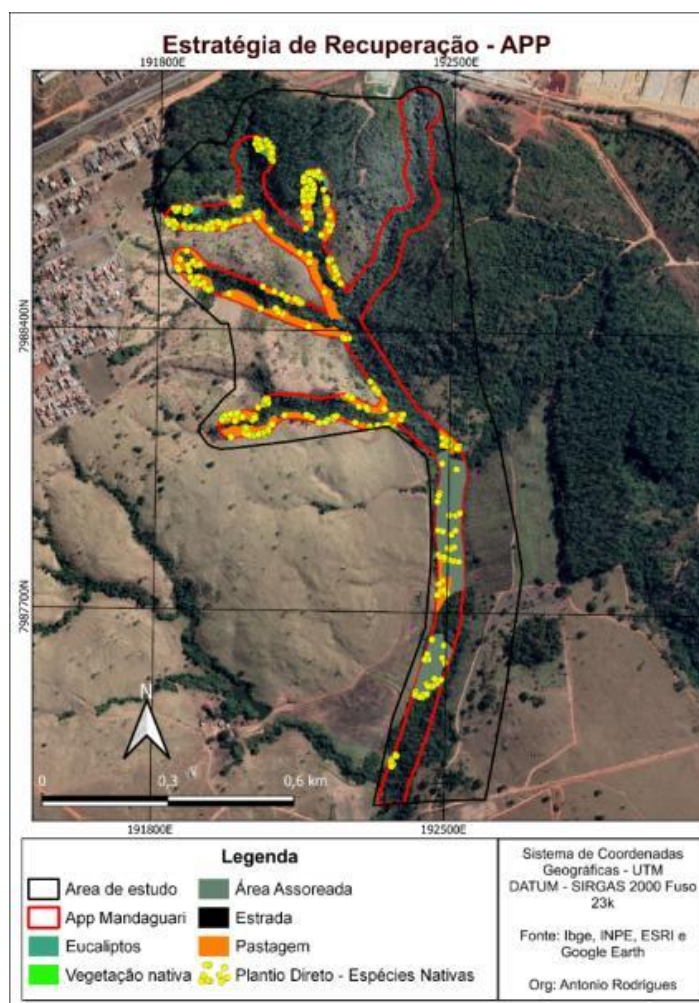


Figura 12 - Estratégia para Recuperação - Interior APP.

3.3.1.2 Demais Áreas da Propriedade

Para as demais áreas da propriedade, como estão fora da área de APP e não apresentam processos erosivos em formação serão propostas estratégias de baixo custo que, a longo prazo, irão ajudar no processo de regeneração natural da área.

Nas áreas de pastagem, será proposto como estratégia para recomposição da vegetação instalação de poleiros de aves, que tem como objetivo atrair espécies de aves e morcegos, que são considerados os grupos mais efetivos na dispersão de sementes entre fragmentos de vegetação. Já para conservação do solo e recarga do lençol freático será indicada a construção de cacimbas na área a jusante dos cursos d’água intermitentes, de modo que estas cacimbas sirvam como reservatórios para o escoamento superficial, diminuindo o arraste de sedimentos e formação de erosões e garantindo a recarga do lençol.

Para a área de plantio, como a mesma já passou por etapas de plantio direto, estará inclusa na proposta de monitoramento e manutenção, sendo a primeira etapa aplicada as técnicas de replantio para as mudas que não sobreviveram. A área vetorizada como Eucaliptos fora da área de APP não terá ação nesta proposta de trabalho. Na Figura 13 se tem a indicação dos locais onde serão instalados poleiros e cacimbas.

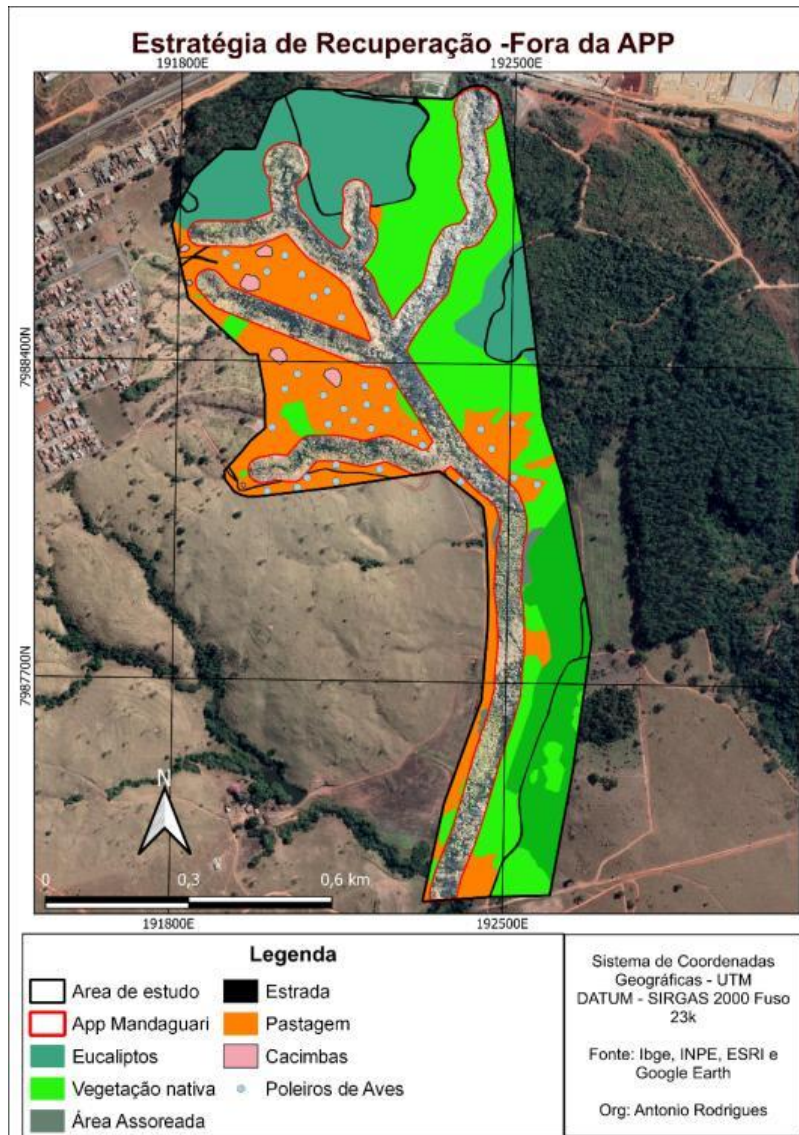


Figura 13 - Estratégia de Recuperação - Fora da APP.

3.3.2 Detalhamento das Técnicas de Recuperação

3.3.2.1 Plantio Direto

Para as áreas onde foi indicado o plantio direto, deverão seguir algumas etapas conforme especificado no comunicado técnico para cultivo de espécies nativas do Cerrado (Duboc, 2004).

Preparo do Solo: O preparo do solo consiste no controle de gramíneas invasoras e plantas daninhas, a fim de melhorar as condições para o plantio e evitar a mata competição. Essa atividade tem por objetivo diminuir a competição por nutrientes e luz após o plantio e deve ser a primeira a ser executada, para facilitar e permitir as atividades posteriores. Envolve a realização de uma roçada manual, mecânica ou semi-mecanizada da vegetação daninha na linha de plantio das mudas, com largura de 1 metro, e posteriormente uma capina manual (coroamento) no local de plantio de cada muda, com raio mínimo de 50 cm.

Para execução da roçada na linha de plantio recomenda-se a utilização de roçadeira e para realizar o coroamento recomenda-se a utilização de enxada. Durante o preparo do solo é interessante que os restos vegetais sejam mantidos no local do preparo para servir como fonte de nutrientes, proteger o solo, conservar umidade e evitar o aparecimento de focos erosivos. Importante destacar que eventuais mudas de espécies arbóreas nativas que estejam em regeneração natural ao longo da área de restauração devem ser preservadas e conduzidas com os devidos tratamentos culturais previstos para as mudas a serem plantadas. Nas áreas de estradas, além das técnicas citadas, também deverá ser implementada a aração do solo com intuito de descompactação do solo nas linhas de plantio.

Espaçamento e Alinhamento: O espaçamento recomendado para o plantio nas áreas de pastagem e estradas é de 3 x 3 metros, sendo necessárias 1.111 mudas por hectare. Considerando que as áreas de pastagem e estradas equivale a 4,41 ha, serão necessárias 4.900 mudas para essas áreas. No caso das áreas de eucalipto, como o plantio de espécies nativas será feito entre as mudas de eucalipto, irá adotar um espaçamento maior, de 3 x 4 metros, e serão necessários 425 mudas de espécies nativas. Já para a região assoreada seguirá um espaçamento de 5x5 metros realizando o plantio de espécies indicadas para regiões alagadas.

Combate às formigas: As formigas cortadeiras são as maiores pragas dos reflorestamentos realizados no Brasil, principalmente as conhecidas como Saúvas e do gênero *Acromyrmex*, conhecidas como quenquéns. Os métodos de controle podem ser mecânicos, biológicos ou químicos, sendo este último o mais usual. A aplicação do produto químico pode ser localizada (diretamente no ninho do formigueiro na formulação líquida, pó ou granular) ou sistemática, com aplicação de iscas granuladas por toda a área independente da localização dos formigueiros. O emprego de iscas granuladas é um método geralmente eficiente, prático e econômico, que dispensa mão de obra e equipamento especializado, oferece maior segurança ao operador e permite o combate em locais de difícil acesso. Os produtos mais comercializados têm como princípio ativo a sulfluramida (N-etil perfluooctano sulfonamida). A dose de aplicação do produto granular diretamente na área do formigueiro é de 10g do produto por m² de superfície do formigueiro.

Para aplicação sistemática é recomendado o uso de portas iscas, que são recipientes de polietileno com capacidade para armazenar de 5 a 60 g do produto químico e surgiu da necessidade de evitar a morte acidental de animais silvestres e desperdício de iscas por chuvas. A quantidade de portas iscas será em função da infestação e varia entre 40 e 80 porta iscas de 20g para cada hectare de área. O combate às formigas deverá ser realizado imediatamente após o preparo do solo, ainda no período de estiagem. Posteriormente, as atividades de combate a formigas deverão ser realizadas quadrimestralmente, durante os três primeiros anos após a etapa de plantio.

Coveamento e Adubação: As covas a serem abertas para as mudas devem ter no mínimo as seguintes dimensões: 40 cm de largura, 40 cm de comprimento e 40 cm profundidade. Uma etapa importante é realizar a análise química do solo para fundamentar a prescrição da correção do solo.

Plantio: para realização do plantio recomenda-se a utilização de mudas de boa qualidade, livres de doenças ou deformações, com no mínimo 50 cm de altura. As mudas serão plantadas nas covas preparadas e recomenda-se que a distribuição das mesmas ocorra em períodos próximos à hora do plantio, para evitar insolação direta e possível queima de raízes localizadas nas bordas dos recipientes. Recomenda-se que o plantio das mudas seja realizado no início do período chuvoso e de preferência em dias nublados, para propiciar melhores condições ao desenvolvimento do sistema radicular e incremento da parte aérea, permitindo assim um aumento na capacidade de sobrevivência durante o período de estiagem.

Sugere-se a adoção do sistema de quincôncio, de modo que as espécies tardias fiquem rodeadas por espécies pioneiras e secundárias. Dessa forma, as mudas deverão atender à proporção de 50% de espécies pioneiras e os demais 50% divididos entre espécies secundárias e tardias.

Na área de estudo, tendo em vista que a principal fitofisionomia é mata de galeria, e na região existem fragmentos de mata seca, serão propostas espécies nativas do cerrado aptas a estas fitofisionomias. Para a área “assoreada”, devido ao aspecto brejoso, serão indicadas espécies específicas para regiões de vereda. As espécies mais indicadas para plantio em áreas úmidas são os buritis (nome científico: *mauritia flexuosa*).

Além dos buritis, em regiões úmidas também é recomendado o plantio de outras espécies comumente encontradas, como: *Calophyllum brasiliense*(landim), *Cecropia pachystachya* (embaúba), *Euplassa inaequalis* (fruta-de-morcego), *Guarea macrophylla* (marinheiro), *Hedyosmum brasiliense* (chá-de-soldado), *Ilex affinis* (congonha), *Leandra spp.*, *Miconia theaezans* (quaresma) e *Myrsine spp.*, todas arbóreas (Brandão et al., 1991; Araújo et al., 2002; Embrapa et al., 2022). Na Tabela abaixo se tem a lista de espécies recomendadas para as regiões de Mata Seca (MS), Mata de galeria (MG), cerradão (CE) e veredas (VE).

Irrigação após Plantio: Caso ocorram períodos de estiagem logo após o plantio das mudas, com mais de 15 dias consecutivos sem chuvas, é recomendado que se proceda com a irrigação das mudas, especialmente nos dois primeiros meses após o plantio.

A irrigação deve ser realizada através da aplicação de pelo menos três litros de água por planta, quinzenalmente. São recomendadas irrigações adicionais para evitar a desidratação em períodos muito secos.

Relatório Técnico: anualmente deverá ser elaborado relatório técnico detalhando as atividades desenvolvidas no ano, as principais observações, o detalhamento da taxa de sobrevivência das mudas, e a necessidade de medidas adicionais não citadas neste PRAD, segundo Almeida (2016) que está detalhado ao longo do trabalho.

3.3.2.2 Poleiro de Aves

A construção de poleiros na área de intervenção tem como objetivo atrair espécies de aves e morcegos, que são considerados os grupos mais efetivos na dispersão de sementes entre fragmentos de vegetação, eles são capazes de migrar entre áreas abertas e fragmentos, promovendo a deposição de sementes ao longo dos seus deslocamentos, influenciando fortemente na distribuição de vegetação (Ferreira, Giancarlo Ângelo, 2014).

3.3.2.3 Cacimbas

As Cacimbas ou barraginhas são pequenas bacias escavadas no solo com diâmetro de até 20 metros, tendo de 8 a 10 metros de raio e rampas suaves. São construídas em locais esparsos nas propriedades com a função de captar o escoamento superficial das águas da chuva, controlando erosões e proporcionando a infiltração da água no terreno. Assim, preservam o solo e promovem a recarga dos lençóis freáticos, que abastecem nascentes, córregos e rios (Embrapa, 2004) e (RODRIGUES *et al.*, 2021, 2022).

3.4 Monitoramento e Gestão

O sucesso da recuperação de áreas degradadas depende não somente da sua implantação, mas também da sua gestão pós-implantação. No caso dos plantios sugeridos para este projeto em específico, é de suma importância que sejam seguidas todas as etapas de monitoramento e manutenção da área de plantio pelo tempo correto, de modo que garanta um bom desenvolvimento das espécies plantadas.

Um exemplo claro é na própria área de estudo. Conforme mencionada em um trecho da propriedade foi realizado o plantio de mudas nativas porém as técnicas de manutenção não foram colocadas em prática, e muitas espécies acabaram morrendo.

Para o plantio na APP do córrego Mandaguari, será sugerido durante 3 anos, com frequência semestral, atividades de manutenção no plantio, entre elas: coroamento, adubação do solo, combate a formigas e replantio.

3.4.1 Manutenção das Áreas de Plantio

Coroamento: O controle de espécies invasoras consiste na limpeza da vegetação em um raio de pelo menos 50cm ao redor das mudas plantadas, evitando a competição com gramíneas invasoras. É recomendado que as atividades de coroamento seja feita capina manual, utilizando enxada. As atividades de coroamento deverá ser feita semestralmente durante 3 anos, garantindo com que as mudas atingem pelo menos 1,5 metros de altura.

Combate a formigas: O combate a formigas cortadeiras deverá ocorrer também durante a etapa de manutenção, seguindo todas as etapas descritas na proposta de implantação do PRAD. O combate também deverá ser feito semestralmente durante 3 anos.

Adubação de cobertura: A adubação visa a correção do solo impactado suprindo-o de nutrientes essenciais para o crescimento das mudas nos primeiros anos do plantio. É indicado o uso de esterco, terra vegetal e pequenas quantidades de fertilizantes NPK. As adubações também deverão ocorrer na periodicidade semestral.

Replântio: Durante as etapas de manutenção e monitoramento, deverá ser feito o controle de perdas das mudas. O replântio tem o objetivo de repor as mudas que não sobreviverem, e deverá ser executado sempre antecedendo os períodos chuvosos, seguindo todas as etapas de plantio já detalhadas.

3.4.2 Manutenção das Cacimbas

As cacimbas, também deverão passar por processo de manutenção, tendo em vista que a precipitação e escoamento superficial da água da chuva acarreta no transporte de sedimentos para dentro das estruturas, e no decorrer do período chuvoso poderá acarretar no assoreamento e perda da efetividade das barraginhas.

Portanto, como forma de gestão da implementação das barraginhas, será recomendado anualmente após o período chuvoso, a remoção dos sedimentos acumulados nas barraginhas, de modo que no próximo ciclo hídrico a mesma esteja apta a contribuir novamente com o armazenamento da água da chuva.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A supressão de vegetação nativa para conversão do uso do solo é um problema que afeta todos os biomas brasileiros, mais especialmente o Cerrado. Diversas propriedades passaram por este processo removendo a vegetação sem pensar nos impactos associados a essa atitude, como por exemplo o impacto ao solo, com sua exposição, o impacto a qualidade das águas, com o arraste de sedimentos e outros materiais para o leito dos córregos e rios, e o impacto a fauna pela perda de habitats naturais.

A propriedade Fazenda Mandaguari não está desassociada desta realidade. Após análise do histórico de uso e ocupação da área, notou-se que a propriedade manteve como uso predominante a pastagem, a silvicultura e no passado existiram represamentos de água que serviam para captação e dessedentação de animais.

Utilizando as ferramentas de geoprocessamento e aerolevanteamento, foi possível realizar um adequado diagnóstico da área, delimitando seus cursos d'água, redes de drenagem existentes, classes de uso do solo e declividade do terreno.

Através do mapa de uso do solo foi possível verificar que no interior das faixas de APP existem outros usos que não a vegetação nativa, indicando uma desconformidade com a Lei 12.651/2012, a qual estabelece que no interior das faixas de APP a vegetação deve ser mantida inalterada.

Nas demais áreas da propriedade, mesmo as áreas de pastagem, não apresentam processos erosivos significativos, o que pode estar associado a presença de gramíneas que ajudam na estabilização do solo. As antigas trilhas que eram utilizadas pelo gado, acabam servindo como redes de escoamento da água superficial, o que no decorrer dos anos podem começar a surgir sulcos erosivos caso não se tenha bacias de amortecimento diminuindo a força e velocidade da água.

Portanto, conforme pode ser verificado no diagnóstico e na proposta de intervenção, o principal objetivo deste PRAD é a recomposição da vegetação nativa no interior das faixas de APP, a instalação de cacimbas e a instalação de poleiros para as aves.

A recomposição da vegetação visa a proteção do córrego mandaguari especialmente em suas nascentes, portanto, tendo em vista que não foi identificado processo de regeneração natural, foi proposta a estratégia de plantio direto de espécies nativas do cerrado. Esse plantio deverá seguir as técnicas detalhadas, e posteriormente seguir todas as etapas de manutenção, monitoramento e gestão, fazendo com que se garanta o adequado desenvolvimento das espécies plantadas.

A instalação das cacimbas visa a preservação do solo, diminuindo a exposição deste ao escoamento superficial da água da chuva, e aumentando a taxa de infiltração dessa água, fazendo com que se tenha uma recarga do lençol freático.

Tendo em vista que o proprietário da área possui interesse na recuperação das áreas de pastagem que hoje encontram-se sem uso, foram propostas técnicas de baixo custo visando uma instauração e aceleração do processo de regeneração natural. Os poleiros de aves, comprovadamente atraem pássaros e morcegos, ajudando na disseminação de sementes e posterior surgimento de espécies da flora no decorrer dos anos, fazendo com que futuramente essas áreas possam servir de abrigo para fauna e poderão ser utilizadas como reserva legal da propriedade.

Portanto, este PRAD se ateve a utilização de técnicas tradicionais, comprovadamente eficazes, de baixo custo e que vão de encontro aos principais impactos apresentados no diagnóstico ambiental da área. Ressalta-se que o sucesso da recuperação dependerá não somente da sua implantação, mais também da sua manutenção e monitoramento, sendo que através do monitoramento poderão ser apresentadas novas necessidades de intervenção.

REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003. 159p.
- ALMEIDA, DS. **Plano de recuperação de áreas degradadas (PRAD)**. In: Recuperação ambiental da Mata Atlântica. Ilhéus, BA: Editus, 2016, págs. 140-158.
- ALVARENGA, A.P. **Avaliação inicial da recuperação de mata ciliar em nascentes**. Lavras, 2004. 197p. Dissertação (Engenharia Florestal).
- BARBOSA, L.M. *et al.* **MANUAL PARA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS DO ESTADO DE SÃO PAULO: Matas Ciliares do Interior Paulista**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2006.
- BARRETO, S.R. *et al.* **Nascentes do Brasil: Estratégia para a proteção de cabeceiras em bacias hidrográficas**. São Paulo, 2007.
- BASTOS, L. A.; FERREIRA, I. M. **COMPOSIÇÕES FITOFISIONÔMICAS DO BIOMA CERRADO: estudo sobre o subsistema de Vereda**. UFG-CAC Espaço em Revista, 2010. Pags. 97 – 108.
- BRASIL. Lei n 6.398, de 31 de agosto de 1981. **Política Nacional de Meio Ambiente**. Diário Oficial da União.
- BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília. DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.
- BRASIL. Lei 9.985, de 18 de julho de 2000. **Lei Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC**. Diário Oficial da União
- BRASIL. Lei 12.651 de 25 de maio de 2012. **Institui o novo Código Florestal brasileiro**. Diário Oficial da União
- CALHEIROS, R.O. *et al.* **Preservação e Recuperação das nascentes de água e da vida**. São Paulo, 2009. Cadernos da Mata Ciliar / Secretaria de Estado do Meio Ambiente, Departamento de Proteção da Biodiversidade. - São Paulo.
- CHABARIBERY, D. *et al.* **RECUPERAÇÃO DE MATAS CILIARES: sistema de formação de floresta nativa em propriedades familiares**. Informações Econômicas, São Paulo, v.38, 2008. Pags.7-20
- DUBOC, E. **Cultivo de espécies Nativas do Bioma Cerrado**. Comunicado Técnico Embrapa v.110 Planaltina, 2004.
- FARIA, A.P. **Influência da vegetação nos processos fluviais de bacias de 1º ordem**. Rio de Janeiro, revista brasileira de Recursos hídricos, v15. 2000. Pgs 59-68.

FARIA, A.C. **A dinâmica de nascentes e a influência sobre os fluxos nos canais.** Rio de Janeiro, Ciencia e Tecnologia 1997. Pgs. 74-80.

FERNANDES, F.C.F. **Caracterização das condições ambientais das nascentes da microbacia do córrego areia preta – Dom Cavati/MG.** São João Evangelista, 2016. 54p. Monografia (Especialização em Meio Ambiente).

FERREIRA, G.A. **Poleiros Artificiais como núcleos de dispersão de sementes e fatores que influenciam este processo em área de cerrado *sensu stricto* no Triângulo Mineiro, 2014**

GANDOLFI, S. R. R. **Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares.** IN: Rodrigues, R. R.; Leitão Filho, H. F. *Matas ciliares: conservação e recuperação.* São Paulo: EDUSP/FAPESP, 2000. Pgs.. 235- 248

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Instrução Normativa Nº 4, de 13 de abril de 2011. **Procedimentos para elaboração de Projeto de Recuperação de Área Degradada – PRAD.** Diário Oficial da União.

ICMBIO - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Instrução Normativa Nº 11, de 11 de dezembro de 2014. **Procedimentos para elaboração, análise, aprovação e acompanhamento da execução de Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas.** Diário Oficial da União.

JUNG, C.F; Kohlrausch, F. **Áreas ambientais degradadas: causas e recuperação.** Congresso Nacional de Excelência em gestão. Rio de Janeiro, 2015.

NASCIMENTO, W.M. **Planejamento básico para recuperação de área degradada em ambiente urbano.** *Espacio y Desarrollo* n.19 , 2007.pgs 153-160.

PENA, R.F.A. **Desmatamento do Cerrado.** Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/brasil/desmatamento-cerrado.htm>. Acesso em 29 de agosto de 2022.

PORTO, E.R *et al.* **ABC da Agricultura Familiar:** Formas de garantir água na seca. Embrapa Semiárido, 2004.

RIBEIRO, J. F; WALTER, B. M. T. **As principais fitofisionomias do Bioma Cerrado.** In.: SANO, S. M; ALMEIDA, S. P; RIBEIRO, J. F. *Ecologia e flora.* Brasília: EMBRAPA, 2008. v. 1, p. 152-212.

RODRIGUES *et. al.* **Drenagem pluvial e recuperação de áreas de recarga hídrica: uso de Cacimbas para proteção dos recursos hídricos em Catalão (GO).** In: (Orgs). *Águas Futuras do Cerrado.* Freires *et al.* Goiânia: Editora Kelps, p. 109-133. 2021.