

FACULDADE DE ENGENHARIA DE MINAS GERAIS – FEAMIG / FAMIG

ARIEL SIQUEIRA E SILVA

**GEORREFERENCIAMENTO APLICADO À COMPENSAÇÃO
AMBIENTAL: Uma abordagem na Engenharia de
Agrimensura e Cartográfica.**

Belo Horizonte

2023

ARIEL SIQUEIRA E SILVA

**GEORREFERENCIAMENTO APLICADO À COMPENSAÇÃO
AMBIENTAL: Uma abordagem na Engenharia de
Agrimensura e Cartográfica.**

Monografia apresentada à Faculdade de Engenharia de Minas Gerais como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Agrimensura e Cartográfica.

Orientador: Prof. Diego de Jesus Queiroz Rosa.

Belo Horizonte

2023

ARIEL SIQUEIRA E SILVA

**GEORREFERENCIAMENTO APLICADO À COMPENSAÇÃO
AMBIENTAL: Uma abordagem na Engenharia de
Agrimensura e Cartográfica.**

Monografia apresentada à Faculdade de Engenharia de Minas Gerais como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Agrimensura e Cartográfica.

Monografia aprovada em: de de .

Banca avaliadora:

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha profunda gratidão a todas as pessoas e instituições que tornaram possível a realização deste Trabalho de Conclusão de Curso.

Primeiramente, agradeço a Deus, por chegar neste momento tão sonhado e batalhado, somente ele sabe todos os obstáculos e situações que passei, por ter iluminado meu caminho e não ter me deixado desistir e alcançar esse objetivo.

À minha família, por seu apoio incondicional, encorajamento e compreensão durante todo o período de estudos. Seu amor e suporte foram fundamentais para meu progresso acadêmico.

Agradeço também ao Orientador, Professor Diego de Jesus Queiroz Rosa, pela confiança e orientação para realização deste trabalho.

Não posso deixar de reconhecer a Ética Serviços de Engenharia Ltda., que gentilmente forneceu recursos e acesso a dados que foram essenciais para a realização deste estudo.

Por fim, a todos os amigos e colaboradores que me incentivaram e compartilharam suas opiniões ao longo deste projeto, meu sincero obrigado.

Cada um de vocês contribuiu de maneira única para este trabalho, e estou profundamente grato por ter vocês em minha jornada acadêmica.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha esposa, Bárbara de Almeida Soares, cujo amor, apoio inabalável e sacrifícios incansáveis tornaram possível minha jornada acadêmica. Aos familiares dela, Aparecida, Lucas, Victória, que desde sempre me acolheram em todos os sentidos, transmitindo seus valores e incentivos, foram a força motriz por trás de cada passo que dei. Sem vocês nada disso seria possível.

Também dedico este trabalho aos meus Pais, Geraldo e Dinalva, que mesmo sem estar presente neste momento, sempre me incentivaram a ser Engenheiro, e até onde puderam, fizeram o máximo possível, para que isto acontecesse-se. À memória do meu pai, espero estar te orgulhando, e que daí de cima me ajude a me manter firme e perseverante, para sempre estar melhorando. A memória da minha mãe, agradeço sua força e todo seu trabalho e amor, para me transformar no homem que sou hoje, e que eu consiga melhorar cada vez mais, “Por onde vocês forem eu sigo com meus pensamentos onde estiverem, em minhas orações eu vou pedir a Deus que ilumine os passos seus”.

Aos meus amigos, que são familiares, que passaram por todo esse processo comigo, me conhecem desde o início e sabem a importância deste momento. Não preciso dizer nomes, e reconheço todo dia, pela proximidade e gratidão, por sempre me incentivarem e nunca me abandonar.

A todos vocês, meu profundo agradecimento.

Ariel Siqueira e Silva

É a vontade de aprender sempre mais e o empenho em consolidar uma prática diferenciada que nos levarão ao topo.

Guilherme Machado

RESUMO

Este Trabalho de Conclusão de Curso explora a aplicação do georreferenciamento na gestão ambiental, especificamente na área de compensação ambiental. A pesquisa investiga como as tecnologias de georreferenciamento, como GPS, Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e sensoriamento remoto, podem ser utilizadas para aprimorar o processo de avaliação de impacto ambiental, monitoramento de áreas impactadas e efetividade das ações de compensação. O estudo apresenta um caso de projeto de compensação ambiental que integra o georreferenciamento em todas as etapas do processo, demonstrando os benefícios e desafios dessa abordagem. Os resultados indicam que o georreferenciamento contribui significativamente para a precisão das avaliações e a tomada de decisões informadas em projetos de compensação ambiental.

Palavras-chave: compensação ambiental; georreferenciamento; avaliação impacto ambiental; monitoramento.

ABSTRACT

This Course Completion Work explores the application of georeferencing in environmental management, specifically in the area of environmental compensation. The research investigates how georeferencing technologies, such as GPS, Geographic Information Systems (GIS) and remote sensing, can be used to improve the environmental impact assessment process, monitoring of impacted areas and effectiveness of compensation actions. The study presents a case of an environmental compensation project that integrates georeferencing in all stages of the process, demonstrating the benefits and challenges of this approach. The results indicate that georeferencing significantly contributes to the accuracy of assessments and informed decision-making in environmental compensation projects.

Key-words: environmental compensation; georeferencing; environmental impact assessment; monitoring.

LISTA DE FLUXOGRAMAS

Fluxograma 1: Etapas da regularização fundiária da respectiva área	34
---	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Fitofisionomias do Parque Estadual Serra do Ouro Branco	27
--	----

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1 Problema de pesquisa	13
1.2 Objetivos	13
1.2.1 Objetivo geral	13
1.2.2 Objetivos específicos	13
1.3 Justificativa	14
2. REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1 Explicação do conceito de georreferenciamento e sua relevância.....	14
2.2 Explicação do conceito de compensação ambiental e sua relevância.....	19
2.3 Tecnologias de georreferenciamento e sua aplicação em questões ambientais...	17
3. METODOLOGIA	17
3.1 Descrição dos métodos utilizados para coleta de dados georreferenciados.....	21
3.2 Exploração de ferramentas e softwares de georreferenciamento utilizados na pesquisa.....	22
4. COMPENSAÇÃO AMBIENTAL E GEORREFERENCIAMENTO.....	23
4.1 Discussão sobre como o georreferenciamento pode ser aplicado na avaliação e monitoramento de impactos ambientais.....	23
4.2 Exemplos de casos reais de projetos de compensação ambiental que utilizaram técnicas de georreferenciamento.....	24
5. ESTUDOS DO CASO.....	25
5.1 Detalhamento de um caso específico de projeto de compensação ambiental que empregou georreferenciamento.....	25

5.2 Apresentação dos resultados obtidos e como o georreferenciamento contribuiu para a efetividade da compensação.....	37
6.DESAFIOS E OPORTUNIDADES.....	41
6.1 Exploração das dificuldades enfrentadas na implementação do georreferenciamento para compensação ambiental.....	41
6.2 Discussão das oportunidades de aprimoramento e inovação nesse contexto.....	43
7.CONCLUSÃO.....	43
8.REFERÊNCIAS	44

1 INTRODUÇÃO

A busca por um equilíbrio entre o desenvolvimento humano e a preservação do meio ambiente tem se tornado cada vez mais relevante nos dias de hoje. A medida em que empreendimentos e projetos impactam ecossistemas, a necessidade de mitigar esses impactos também se intensifica. Nesse contexto, a compensação ambiental surge como uma estratégia legal e ética para minimizar os danos causados ao ambiente natural.

No entanto, a eficácia da compensação ambiental muitas vezes esbarra em desafios relacionados à identificação precisa das áreas afetadas, ao planejamento adequado das medidas de reparação e ao monitoramento constante dos resultados. Esses desafios podem resultar em medidas ineficientes, incompletas ou até mesmo em conflitos entre os interesses ambientais e econômicos.

Diante dessa problemática, a tecnologia do georreferenciamento se apresenta como uma ferramenta promissora para aprimorar a gestão e a execução dos projetos de compensação ambiental. A capacidade de georreferenciar áreas, associada à análise de dados geoespaciais, oferece uma abordagem mais precisa e embasada para enfrentar os desafios enfrentados pela compensação ambiental.

Neste contexto, este trabalho se propõe a explorar como o georreferenciamento pode ser aplicado de maneira efetiva na gestão de projetos de compensação ambiental. Através da análise dos fundamentos do georreferenciamento, da compreensão da legislação vigente sobre compensação ambiental, do estudo de casos concretos e da avaliação dos benefícios e desafios envolvidos, pretendemos destacar o potencial dessa abordagem tecnológica para promover uma compensação ambiental mais precisa e bem-sucedida.

No próximo segmento, delinearemos os problemas de pesquisa que direcionam este estudo, os objetivos que buscamos alcançar, tanto o geral quanto os específicos, e a justificativa que embasa a relevância deste trabalho na interseção entre a engenharia de agrimensura, a cartografia e a preservação ambiental.

1.1 Problema de pesquisa

A compensação ambiental emerge como um desafio crucial no contexto de empreendimentos que impactam ecossistemas sensíveis. No entanto, a precisão na identificação e delimitação das áreas afetadas, assim como a monitorização eficaz das medidas de reparação, frequentemente enfrenta obstáculos. Nesse sentido, como o georreferenciamento pode ser empregado para aprimorar a eficácia da compensação ambiental?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

Este estudo visa investigar de que forma o georreferenciamento pode ser aplicado para aprimorar a eficiência e a eficácia dos projetos de compensação ambiental em empreendimentos sujeitos a impactos ambientais significativos.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Analisar os fundamentos teóricos do georreferenciamento, incluindo sistemas de coordenadas, projeções cartográficas e tecnologias de sensoriamento remoto.
- Investigar a legislação ambiental vigente relacionada à compensação ambiental e identificar lacunas onde o georreferenciamento pode ser aplicado.
- Examinar casos reais de projetos de compensação ambiental nos quais o georreferenciamento foi empregado para a identificação, delimitação, planejamento e monitoramento das áreas impactadas.

- Avaliar os benefícios tangíveis e intangíveis proporcionados pelo uso do georreferenciamento na implementação de projetos de compensação ambiental.
- Identificar os desafios técnicos, financeiros e de colaboração que podem surgir ao empregar o georreferenciamento na compensação ambiental.

1.3. Justificativa

A justificativa para este estudo reside na crescente importância da conservação ambiental em um cenário de desenvolvimento econômico contínuo. A compensação ambiental desempenha um papel vital na reparação dos impactos adversos sobre os ecossistemas naturais. No entanto, a falta de precisão nas avaliações e na execução das medidas de compensação pode comprometer a eficácia desses esforços.

A integração do georreferenciamento oferece uma abordagem mais precisa e baseada em dados para a identificação e gestão das áreas afetadas, promovendo resultados mais positivos. Portanto, este estudo busca preencher uma lacuna no entendimento de como a tecnologia de georreferenciamento pode ser empregada para otimizar a compensação ambiental, beneficiando tanto o meio ambiente quanto os empreendimentos envolvidos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Explicação do conceito de georreferenciamento e sua origem:

O georreferenciamento é um processo que envolve a associação de informações geográficas ou espaciais a dados, como pontos de interesse, objetos, eventos ou características da Terra. Ele é amplamente utilizado em diversas áreas, incluindo geografia, cartografia, sistemas de informação geográfica (SIG), sensoriamento remoto e muitos outros campos relacionados.

Segundo Folles (2008) antes do surgimento de técnicas que pudessem ser utilizadas pelo homem, em períodos históricos esse indivíduo já fazia uso das terras em sua produção natural usando tudo que pudesse retirar do meio ambiente, essas condições eram desenvolvidas por civilizações muito avançadas com relação às terras como os Egípcios, Gregos e Romanos que foram determinantes sob o estudo da divisão de terras e suas demarcações.

“Com o advento da referida lei, foi estabelecido um novo preceito na identificação dos imóveis rurais, com base na medição do imóvel com suporte geodésico.” (FOLLE, 2008, p.23). Em outras palavras, a conceituação de Georreferenciamento é:

O georreferenciamento consiste na descrição do imóvel rural em suas características, limites e confrontações, realizando o levantamento das coordenadas dos vértices definidores dos imóveis rurais, georreferenciados ao sistema geodésico brasileiro, com precisão posicional fixada pelo INCRA (BRASIL, 2001, p.08).

A relevância do georreferenciamento está relacionada ao fato de que ele permite a localização precisa e a análise de dados em um contexto espacial. Aqui estão algumas das principais razões pelas quais o georreferenciamento é importante:

Tomada de decisões: O georreferenciamento fornece informações cruciais para a tomada de decisões em várias áreas, como planejamento urbano, gestão de recursos naturais, agricultura, transporte e segurança pública. Ao visualizar dados em um mapa, os tomadores de decisão podem entender melhor padrões espaciais e tendências, o que ajuda a criar estratégias mais eficazes.

Análise espacial: A capacidade de analisar dados com base em sua localização geográfica permite identificar relacionamentos espaciais e tendências que podem passar despercebidos em análises tradicionais. Isso é fundamental em áreas como epidemiologia, onde a disseminação de doenças pode ser rastreada e controlada usando informações de georreferenciamento.

Planejamento e gestão de recursos: O georreferenciamento é essencial para o planejamento e a gestão eficaz de recursos naturais, como florestas, água e terras

agrícolas. Ele ajuda a monitorar o uso da terra, o desmatamento, a poluição e outras mudanças ambientais, auxiliando na conservação e no uso sustentável dos recursos.

Navegação e logística: O georreferenciamento é a base dos sistemas de navegação GPS e é amplamente utilizado em logística para rastrear e otimizar a entrega de mercadorias, gerenciar frotas de veículos e encontrar rotas eficientes.

Gerenciamento de ativos e infraestrutura: Empresas e governos usam o georreferenciamento para gerenciar ativos, como redes de distribuição de energia, sistemas de abastecimento de água, redes de telecomunicações e infraestrutura de transporte. Isso ajuda a planejar a manutenção, reduzir custos operacionais e melhorar a confiabilidade.

Planejamento urbano e desenvolvimento: O georreferenciamento é fundamental para o planejamento de cidades e o desenvolvimento urbano sustentável. Ele auxilia na identificação de áreas propícias para construção, na alocação de recursos e na previsão de crescimento urbano.

Monitoramento de desastres naturais: O georreferenciamento desempenha um papel crucial na prevenção e resposta a desastres naturais, como enchentes, terremotos e incêndios florestais. Permite o rastreamento de eventos em tempo real e ajuda a coordenar operações de resgate e evacuação.

O conceito de georreferenciamento tem raízes antigas, mas sua forma moderna e seu uso generalizado evoluíram ao longo do tempo devido ao avanço da tecnologia e ao desenvolvimento de sistemas de informação geográfica (SIG). Aqui estão algumas etapas-chave em sua evolução:

Cartografia histórica: A cartografia, ou a representação gráfica de informações geográficas, é uma prática que remonta a civilizações antigas, como os egípcios, babilônios e gregos. Eles desenvolveram mapas rudimentares para fins de navegação, planejamento e administração territorial.

Cartografia moderna: A cartografia moderna começou a tomar forma na Idade Média e no Renascimento, com o uso de projeções cartográficas mais precisas e a representação de curvas de nível para descrever a topografia.

Avanços na tecnologia: O surgimento de tecnologias como a bússola, o telescópio e o sextante permitiu melhorar a precisão da cartografia e a capacidade de georreferenciar pontos de referência.

Fotogrametria: No século XIX, a fotogrametria, a técnica de medir a partir de fotografias, começou a ser usada para criar mapas mais precisos. A fotografia aérea também desempenhou um papel importante nesse desenvolvimento.

Era da computação: Com o advento da computação na segunda metade do século XX, os sistemas de informação geográfica (SIG) começaram a ser desenvolvidos. Esses sistemas permitiram a coleta, armazenamento, análise e visualização de dados geográficos em escala nunca antes vista.

Global Positioning System (GPS): A criação do sistema de posicionamento global (GPS) nas décadas de 1970 e 1980 foi um marco crucial no georreferenciamento. O GPS permitiu a localização precisa de objetos e pessoas em qualquer lugar do mundo, fornecendo coordenadas geográficas precisas.

Expansão dos usos: Com a disseminação dos SIG e do GPS, o georreferenciamento se expandiu para diversas áreas, como planejamento urbano, agricultura de precisão, gestão de recursos naturais, navegação, sensoriamento remoto e muitos outros campos.

Tecnologias emergentes: Hoje, o georreferenciamento continua a evoluir com o advento de novas tecnologias, como sensores remotos de alta resolução, análise de big data espacial, realidade aumentada e inteligência artificial, que estão sendo aplicadas para melhorar a precisão e a utilidade das informações georreferenciadas.

Assim os primeiros conceitos sobre o georreferenciamento estão cada vez mais presentes pela sua importância atual e pela melhoria nos sistemas de fiscalização que permite a confiabilidade de registrar o imóvel rural e certificar para os seus proprietários com segurança.

O georreferenciamento foi instituído em nosso sistema jurídico via alteração dos art. 176 e 225 da Lei dos Registros Públicos (n. 6.015/73), por força da lei n. 10.267/2001. Por esses dispositivos, o proprietário rural, em prazos que a norma regulamentadora viria instituir, deveria promovê-la, mediante utilização do sistema geodésico brasileiro e às suas expensas, em casos de desmembramento, parcelamento e remembramento e, obrigatoriamente, em caso de alienação do imóvel rural, pena de ver gessado o direito de fruição de seu imóvel. Tais dispositivos foram regulamentados pelo Dec. 4.449/2002, que pormenorizou os deveres do proprietário. O georreferenciamento de acordo com essa legislação tem duas funções básicas: a de servir de instrumento de Registro Público, possibilitando a segurança no tráfico jurídico de imóveis; e a de servir de instrumento de cadastro, com a finalidade preponderantemente fiscalizatória, como, aliás, dispõe o art. 10. e seus parágrafos da Lei n. 5.868/72, que trata do cadastramento rural, alterado também pela dita lei n. 10.267/01. (grifamos) (OLIVEIRA JÚNIOR, 2005, p.70).

Contudo, é preciso fazer uma menção de suas principais conceituações como discorre Costa (2018, p.01):

O Georreferenciamento é uma ferramenta que permite determinar a posição exata de um imóvel e a sua área. Nesse mapeamento, estão disponíveis as coordenadas geográficas de posição de todas as suas confrontações, permitindo ao proprietário saber exatamente onde começam e onde terminam as suas terras. Georreferenciar o imóvel é definir a sua forma, dimensão e localização, tudo por meio de levantamento topográfico. O memorial descritivo deve ser realizado por um profissional habilitado – com a emissão da devida Anotação de Revista Ibero- Americana de Humanidades, Ciências e Educação- REASE Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação. São Paulo, v.7.n.11.nov. 2021. ISSN - 2675 – 3375 1783 Responsabilidade Técnica (ART), contendo as coordenadas dos vértices definidores dos limites dos imóveis rurais.

E ainda na percepção de Folle (2008, p.27) o georreferenciamento é atribuído assim:

Quem executa o georreferenciamento são profissionais inscritos nos Conselhos Regionais de Engenharia e Arquitetura (CREA) habilitados no INCRA, que, através da Anotação de Responsabilidade Técnica (ART), assumem a responsabilidade pelos serviços. Esses profissionais, ao assumirem tal responsabilidade, ficam obrigados a responder por danos que a má execução de seus trabalhos possa ocasionar.

Em resumo, o georreferenciamento é o resultado de um longo processo de desenvolvimento que abrange séculos de avanços na cartografia, tecnologia e ciência da computação. Sua evolução contínua e a crescente integração em nossa sociedade moderna continuam a expandir suas aplicações e relevância em diversas áreas.

2.2 Explicação do conceito de compensação ambiental e sua relevância:

A compensação ambiental é um mecanismo legal estabelecido em muitos países como parte das políticas de gestão ambiental. Ela visa mitigar os impactos adversos que empreendimentos humanos, como construções de infraestruturas, mineração e agricultura, podem causar sobre o meio ambiente. Esses impactos frequentemente incluem perda de biodiversidade, degradação de ecossistemas e alterações na qualidade da água e do ar. A compensação ambiental envolve a realização de ações que buscam compensar esses danos, geralmente por meio da restauração de ecossistemas, reflorestamento, criação de áreas de preservação, entre outras medidas.

Relevância da Compensação Ambiental: A relevância da compensação ambiental está intrinsecamente ligada à busca pela sustentabilidade. Em um contexto onde o crescimento econômico e o desenvolvimento humano muitas vezes colidem com a preservação do meio ambiente, a compensação ambiental desempenha um papel vital. Ela permite que empreendimentos prossigam, minimizando os impactos negativos que gerariam. Além disso, a compensação ambiental contribui para a preservação da biodiversidade, a restauração de ecossistemas degradados e a promoção da conscientização ambiental.

2.3 Tecnologias de Georreferenciamento e sua Aplicação em Questões Ambientais:

O georreferenciamento é o processo de associar informações geográficas, como coordenadas de latitude e longitude, a elementos do mundo real. Isso é essencial para a localização precisa de objetos e áreas na superfície terrestre. Sistemas de

coordenadas, projeções cartográficas e tecnologias de posicionamento global, como o GPS (Sistema de Posicionamento Global), são fundamentais no georreferenciamento.

Aplicação do Georreferenciamento em Questões Ambientais: O georreferenciamento desempenha um papel crucial na gestão ambiental e na conservação. Ele permite a identificação precisa de áreas afetadas por empreendimentos e o mapeamento de características ambientais relevantes, como rios, florestas e zonas úmidas. O uso de tecnologias de sensoriamento remoto, como imagens de satélite e drones, proporciona dados valiosos para monitorar mudanças no ambiente ao longo do tempo. Além disso, o georreferenciamento facilita o planejamento de medidas de reparação, ajudando a otimizar recursos e a definir estratégias mais eficazes.

Integração da Compensação Ambiental e Georreferenciamento: A aplicação do georreferenciamento na compensação ambiental permite uma abordagem mais precisa e embasada. A localização exata das áreas impactadas, o mapeamento detalhado das características ambientais e a análise espacial contribuem para decisões informadas na definição e execução das medidas de compensação. Além disso, o georreferenciamento viabiliza o monitoramento constante, possibilitando ajustes em tempo real e a avaliação do sucesso das ações.

A compreensão da compensação ambiental e sua relação com o georreferenciamento são fundamentais para o sucesso na gestão de impactos ambientais. O uso de tecnologias geoespaciais proporciona uma base sólida para a tomada de decisões, tornando os projetos de compensação mais eficazes e contribuindo para a preservação do meio ambiente em um cenário de desenvolvimento sustentável.

Segundo (Morales, 2021), o uso de geotecnologias como o sensoriamento remoto e o geoprocessamento tem se mostrado essencial na identificação de áreas impactadas, permitindo a definição precisa de locais para ações de compensação ambiental.

Livro: "Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados no Estudo Ambiental"

Autor: Marcos L. M. Morales

Para (Silva, 2021), o georreferenciamento, aliado a sistemas de informação geográfica (SIG), oferece uma abordagem poderosa para a seleção e monitoramento de áreas de compensação ambiental em projetos de grande impacto.

Livro: "Geoprocessamento e Análise Ambiental: Aplicações Práticas" Autor: Jorge Xavier da Silva

Para as tarefas de proteção do meio ambiente e da natureza, dados espaciais confiáveis e parâmetros de ecologia da paisagem são de grande importância. Para decisões de planejamento, dados básicos, bem como os de entrada para a modelagem e a simulação, desempenham um importante papel. O sensoriamento remoto é uma ferramenta importante para a obtenção desses dados na medida em que for capaz de fornecer dados atuais por preços razoáveis. Na maioria dos casos, conforme demonstrado pela prática até hoje, as fotos aéreas são usadas como importante apoio de mapeamentos no terreno, uma vez que, já antes do trabalho de campo, podem ser demarcados limites bem perceptíveis.

Com alguns dos métodos de processamento de imagens apresentados neste volume, são possíveis, pela primeira vez, também "classificações inteligentes" para grandes conjuntos de imagens (p. ex. em ortofoto mosaicos). Isso não significa necessariamente um resultado melhor do que um foto intérprete experiente pode alcançar (Kias et al., 2001). Talvez não se obtenha nem mesmo um resultado de qualidade igual.

Estudos em andamento demonstram que procedimentos de sensoriamento remoto com base em objetos ou no contexto fornecem as estruturas básicas para a observação do meio ambiente.

3 METODOLOGIA:

3.1 Descrição dos Métodos Utilizados para Coleta de Dados Georreferenciados:

A coleta de dados georreferenciados desempenha um papel fundamental na fundamentação das análises espaciais realizadas neste estudo. Para obter

informações precisas sobre as áreas impactadas e potenciais locais de compensação ambiental, foram empregados métodos de coleta de dados geoespaciais. Entre os métodos utilizados, destacam-se:

Levantamento GPS (Global Positioning System): Realizou-se um levantamento de campo utilizando receptores GPS de alta precisão para coletar coordenadas geográficas precisas das áreas impactadas. Esses dados permitem a identificação e delimitação exata das áreas de interesse, possibilitando uma base sólida para as análises subsequentes.

Sensoriamento Remoto: Foram adquiridas imagens de satélite de alta resolução de diferentes datas para monitorar as mudanças nas áreas afetadas ao longo do tempo. O sensoriamento remoto permitiu a análise de alterações na cobertura vegetal, padrões de uso do solo e evolução das características ambientais.

3.2 Exploração de Ferramentas e Softwares de Georreferenciamento Utilizados na Pesquisa:

A análise e manipulação dos dados georreferenciados foram conduzidas por meio de ferramentas e softwares específicos de georreferenciamento. As seguintes ferramentas foram exploradas durante a pesquisa:

Sistemas de Informação Geográfica (SIG): Utilizou-se um software de SIG para a organização e análise dos dados geoespaciais coletados. Isso permitiu a sobreposição de camadas de informação, a geração de mapas temáticos e a realização de análises espaciais complexas.

Software de Processamento de Imagens: Para as imagens de satélite, um software de processamento de imagens foi empregado para a correção geométrica, realce e classificação das imagens. Isso possibilitou a extração de informações relevantes das imagens, como a identificação de mudanças na cobertura do solo.

Ferramentas de Análise Espacial: Além disso, ferramentas de análise espacial foram utilizadas para calcular áreas, distâncias e realizar análises de proximidade entre as áreas impactadas e potenciais locais de compensação. Isso auxiliou na tomada de decisões embasadas.

A combinação de técnicas de coleta de dados georreferenciados, como levantamento GPS e sensoriamento remoto, juntamente com o uso de ferramentas e softwares especializados em georreferenciamento, permitiu uma abordagem robusta na identificação, análise e planejamento das áreas de compensação ambiental. Essa metodologia proporcionou uma base sólida para as etapas subsequentes da pesquisa e contribuiu para a obtenção de resultados confiáveis e embasados em dados geoespaciais.

4 COMPENSAÇÃO AMBIENTAL E GEORREFERENCIAMENTO:

A compensação ambiental e o georreferenciamento são duas ferramentas essenciais no campo da gestão ambiental e no enfrentamento dos desafios relacionados à preservação e monitoramento dos recursos naturais. A compensação ambiental envolve ações que visam equilibrar os impactos negativos causados por empreendimentos ou atividades que afetam o meio ambiente, por meio da realização de projetos que promovam a conservação, a recuperação ou a melhoria de ecossistemas. Por sua vez, o georreferenciamento é a técnica de associar coordenadas geográficas a dados, permitindo a localização precisa e o mapeamento de informações em um espaço físico.

4.1 Georreferenciamento na Avaliação e Monitoramento de Impactos Ambientais:

O georreferenciamento desempenha um papel crucial na avaliação e monitoramento de impactos ambientais, uma vez que possibilita o mapeamento preciso das áreas afetadas, a análise das mudanças ao longo do tempo e a identificação de áreas sensíveis ou prioritárias para a conservação. Através da coleta de dados geográficos, como imagens de satélite, informações de GPS e sistemas de informações

geográficas (SIG), é possível monitorar alterações no uso do solo, na cobertura vegetal, na qualidade da água e em outros indicadores ambientais.

O georreferenciamento também permite a criação de modelos espaciais para simular cenários futuros de desenvolvimento e seus impactos potenciais. Além disso, ajuda na identificação de padrões espaciais de poluição, desmatamento, urbanização desordenada e outros problemas ambientais, facilitando a tomada de decisões embasadas em evidências.

4.2 Compensação Ambiental com Georreferenciamento:

Em projetos de compensação ambiental, o georreferenciamento pode ser aplicado de diversas formas para otimizar a seleção de áreas-alvo e monitorar a efetividade das ações empreendidas. Aqui estão alguns exemplos de casos reais:

- a) **Restauração de Áreas Degradadas:** Através do georreferenciamento, é possível identificar áreas degradadas com precisão e planejar a restauração de ecossistemas por meio do plantio de árvores, recuperação de nascentes e reintrodução de espécies nativas. Monitorar o progresso dessas ações é facilitado pela capacidade de geolocalização.
- b) **Criação de Unidades de Conservação:** Na definição de novas áreas protegidas, o georreferenciamento ajuda a delimitar os limites com precisão, evitando conflitos e garantindo que as áreas mais relevantes para a conservação sejam incluídas.
- c) **Monitoramento de Biodiversidade:** O georreferenciamento auxilia no rastreamento de espécies ameaçadas e na identificação de corredores ecológicos que permitem a sua movimentação segura entre habitats fragmentados.
- d) **Controle de Desmatamento:** O mapeamento contínuo do desmatamento em tempo real, utilizando técnicas de georreferenciamento, permite uma resposta mais rápida e eficaz contra atividades ilegais.

Esses exemplos demonstram como o georreferenciamento é uma ferramenta essencial na implementação e monitoramento de projetos de compensação ambiental, contribuindo para a gestão sustentável dos recursos naturais e a preservação dos ecossistemas.

5 ESTUDOS DO CASO:

5.1 Detalhamento de um caso específico de projeto de compensação ambiental que empregou georreferenciamento.

No âmbito de um projeto participado por este autor, tive a oportunidade de desempenhar um papel fundamental na execução de atividades relacionadas ao desmembramento de uma área para compensação ambiental. Minha contribuição incluiu no levantamento topográfico, realizado com os Receptores GNSS RTK modelo TRIUMPH-1 marca JAVAD, habilitado para rastrear os sinais dos sistemas GPS (L1/L2/L2C/L5) e GLONASS (L1/L2); com precisão Horizontal: 3 mm + 0,5 ppm e Vertical: 5 mm + 0,5 ppm.

Durante o projeto, trabalhei em colaboração com a equipe envolvida, incluindo engenheiros, cientistas ambientais e profissionais de tecnologia. Juntos, fizemos o desmembramento para fins de separação das matrículas e individualização de área, para doação ao o IEF.

Para as implantações dessas foram realizadas as supressões de espécies arbóreas do bioma de Mata Atlântica, sendo necessária à compensação de acordo com a Lei 11.428/2006 (O Art. 17, da Lei nº 11.428/2006, que determina que o corte ou a supressão de vegetação secundária em estágio avançado ou médio do Bioma Mata Atlântica ficam condicionados à compensação ambiental, na forma de destinação de área equivalente à extensão de área desmatada, com as mesmas características ecológicas, na mesma bacia ou microbacia hidrográfica.) e com o Decreto Federal 6.660/2008, sendo os procedimentos em Minas Gerais estabelecidos pela Portaria IEF N.º 030/2015, que em seu Capítulo II, define:

“Art. 2º - A compensação ambiental decorrente do corte ou da supressão de vegetação nativa pertencente ao bioma Mata Atlântica implica na adoção das seguintes medidas, a critério do empreendedor:

I – Destinação de área para conservação com as mesmas características ecológicas, localizada na mesma bacia hidrográfica e, sempre que possível, na mesma microbacia hidrográfica e, para os casos previstos nos art. 30 e 31 da Lei nº 11.428/2006, em áreas localizadas no mesmo município ou região metropolitana;

II - Destinação, mediante doação ao Poder Público, de área localizada no interior de Unidade de Conservação de domínio público, pendente de regularização fundiária, localizada na mesma bacia hidrográfica, no mesmo Estado e, sempre que possível, na mesma microbacia;

III – Recuperação de área mediante o plantio de espécies nativas análogas à fitofisionomia suprimida em área localizada na mesma bacia hidrográfica e, sempre que possível, na mesma microbacia.

(...)

§ 3º – Na hipótese prevista no inciso II, o empreendedor deverá adquirir a área destinada à conservação para consequente doação ao IEF, mediante registro da Escritura Pública de Doação perante o Cartório de Registro de Imóveis competente.

(...)”

Após estudos da compensação em intervenção a mata atlântica foram feitos os cálculos de supressão e ressalta-se que a proporção mínima para a compensação de 2 :1 está definida na DN COPAM 73 /2004 e ratificada na IS 02 /2014. Sendo assim, a área para compensação ficou definida **24,1215 hectares**.

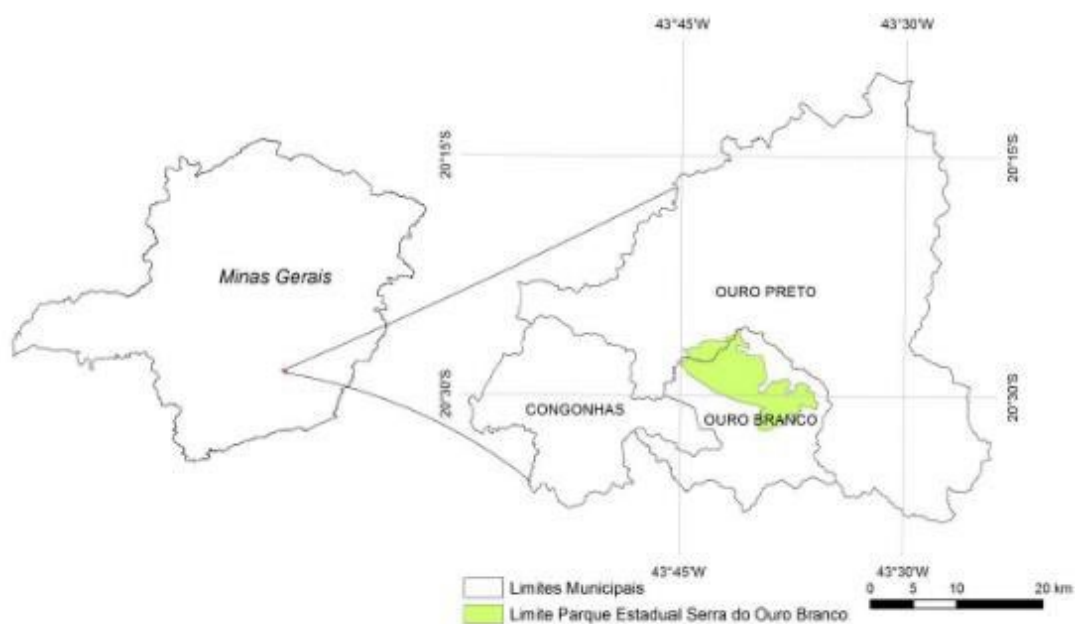
Desta forma, justifica-se a compensação, pois, para todos os processos de regularização ambiental citado acima, foram estabelecidas como condicionantes, a apresentação do termo de compromisso desta compensação florestal (por intervenção em Mata Atlântica), firmado junto ao IEF, por intermédio da CPB.

O objetivo deste Projeto de Compensação Florestal é apresentar a medida de compensação a ser adotada pela Contratante e a equivalência da área suprimida.

Ficou definido pelas partes que a área destinada a compensação seria no Parque Estadual Serra do Ouro Branco - PESOB abrange os municípios de Ouro Branco e Ouro Preto (Figura 1), sendo que a área escolhida para esta compensação pertence à Ouro Branco. O PESOB está inserido no bioma Mata Atlântica, próximo a sua zona de transição com o bioma Cerrado. Ambos os biomas são considerados como Hotspots de biodiversidade mundial, ou seja, áreas que apresentam elevados graus de

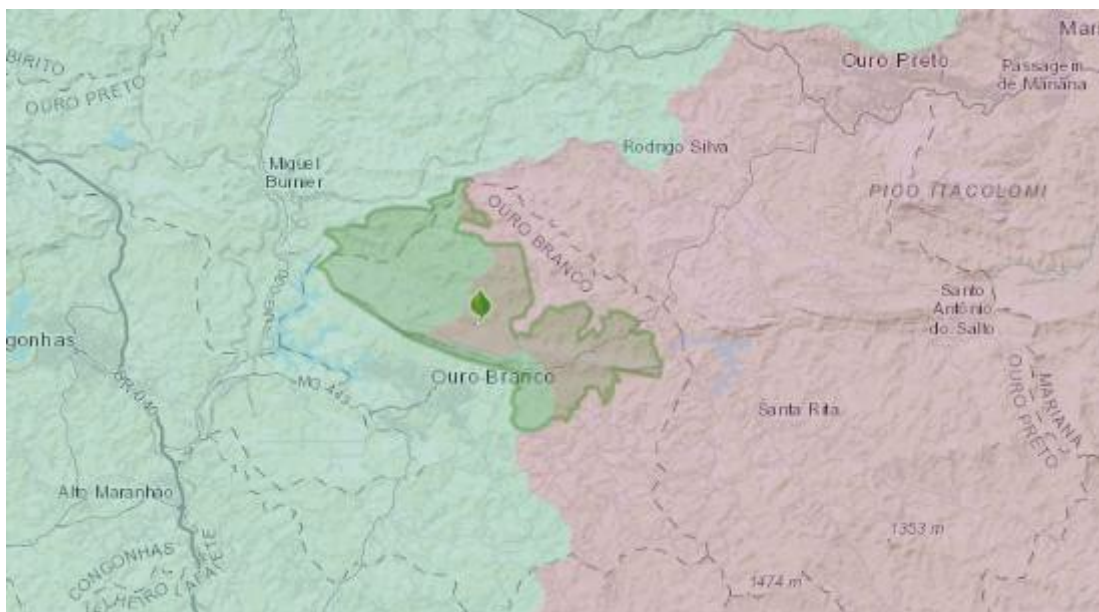
diversidade e de endemismos de espécies, sujeitos à perturbação antrópica e onde os esforços de conservação devem ser mais intensos (MITTERMEIER et al., 1998).

Figura 1: Localização do Parque Estadual Serra do Ouro Branco, municípios de Ouro Branco e Ouro Preto, Minas Gerais.



A localização do Parque está em um divisor de águas, sendo que a área do PSOB fica dividida em 44 ,65% na Bacia do Rio Doce e 55 ,35 % na Bacia Hidrográfica do Alto São Francisco 1 (Figura 2).

Figura 2: Bacias Hidrográficas



De acordo com o Sistema Nacional de Informações Florestais,

“Bioma é um conjunto de vida (vegetal e animal) constituído pelo agrupamento de tipos de vegetação contíguos e identificáveis em escala regional, com condições geoclimáticas similares e história compartilhada de mudanças, o que resulta em uma diversidade biológica própria” (SFB, 2014).

O bioma Mata Atlântica ocupa uma área de 1.110.182 km², que corresponde a 13,04 % do território nacional. Ocupa um papel importante na manutenção dos recursos hídricos disponíveis do país, abrangendo sete das nove maiores bacias hidrográficas. Possui assim, uma grande importância do ponto de vista econômico, visto que 62% da população brasileira vivem nessa região. Fato esse que também contribui para que este seja o bioma mais devastado.

Com o intuito, de preservar esta riqueza foi aprovada a Lei da Mata Atlântica (Lei nº 11.428 de 22 de dezembro de 2006), que estabelece a sua extensão e características principais, além de definir medidas de preservação. Com base nos parâmetros indicados pela resolução CONAMA nº392, de 25 de junho de 2007, a vegetação de Mata Atlântica pode ser conceituada como:

I - Vegetação Primária – vegetação de máxima expressão local, com grande diversidade biológica, sendo os efeitos das ações antrópicas mínimos, a ponto de não afetar significativamente suas características originais de estrutura e de espécies.

II - Vegetação Secundária ou em Regeneração – vegetação resultante dos processos naturais de sucessão, após supressão total ou parcial da vegetação primária por ações antrópicas ou causas naturais, podendo ocorrer árvores remanescentes da vegetação primária. (Brasil, 2007).

De acordo com a Resolução CONAMA n. 392 /07, a vegetação secundária é ainda dividida em estágios de regeneração (inicial, médio e avançado), conforme critérios específicos de classificação como porte e densidade da fisionomia, presença ou ausência de sub-bosque, espécies presentes, bem como sua diversidade, distribuição e características biológicas, dentre outros.

A Floresta Estacional Semi decidual ocorre em regiões onde o clima caracteriza-se por duas estações bem definidas, uma chuvosa e outra seca, com uma perda sazonal de folhas que pode alcançar até 50 % de seu conjunto nos períodos de estiagem que variam de três a seis meses.

As florestas em bom estado de conservação abrigam árvores de até 25 metros de altura; o sub-bosque é denso e as lianas lenhosas destacam - se principalmente em locais submetidos a distúrbios (VELOSO et al., 1991). De acordo com a Resolução CONAMA nº 392 /07, os estágios sucessionais da Floresta Estacional Semi decidual são classificados da seguinte forma:

Estágio inicial de regeneração: ausência de estratificação definida, predominância de indivíduos jovens de espécies arbóreas, arbustivas e cipós, espécies pioneiras abundantes, poucas epífitas e poucas indicadoras.

Estágio médio de regeneração: pouca estratificação, mas já com presença de sub-bosque e dossel entre 5 e 12 metros e redução de densidade de espécies arbustivas e arvoretas, em comparação com o Estágio Inicial. Trepadeiras herbáceas ou lenhosas, quando presentes. Serrapilheira com espessura variável.

Estágio avançado de regeneração: estratificação definida, com formação de dossel superior a 12 metros, presença de sub - dossel e sub-bosque menos expressivo do que no Estágio Médio. Presença expressiva de árvores emergentes e menor densidade de cipós e arbustos. Abundância de epífitas, trepadeiras lenhosas em sua maioria. Serrapilheira mais densa e encorpada.

O Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro ocupando uma área de 21 % do território nacional e é comumente utilizado para designar o conjunto de ecossistemas, compreendendo um mosaico de vários tipos de vegetação (savanas, matas, campos e matas de galeria), que ocorrem no Brasil Central. O Cerrado detém 5% da biodiversidade do planeta, sendo considerado a savana mais rica do mundo, porém um dos biomas mais ameaçados do país. Oliveira e Ratter descreveram 11 tipos fitofisionômicos entre as formações florestais, savânicas e campestres do bioma. Alguns trabalhos citam fatores ambientais que podem influenciar na distribuição fitofisionômica e florística do Cerrado, compreendendo regime de fogo, clima, tipo de solo (fertilidade e drenagem), relevo, herbivoria, flutuações climáticas do Quaternário e distúrbios antrópicos (OLIVEIRA - FILHO e RATTER 2002).

A área de estudo insere-se na porção meridional da Cadeia do Espinhaço, mais especificamente no Quadrilátero Ferrífero.

A Cadeia do Espinhaço é a segunda mais longa formação de montanhas do Brasil e se estende por mais de mil quilômetros na direção norte-sul, apresentando seu limite setentrional na serra da Jacobina (10 °00 'S), e meridional na serra do Ouro Branco, próxima a Ouro Preto (21 ° 25' S). Esta constitui um divisor de águas entre a bacia hidrográfica do rio São Francisco, a oeste, e as bacias dos rios que drenam para o Atlântico, a leste (VIEIRA et al., 2005).

Esta cadeia é uma das regiões de maior diversidade florística da América do Sul, com mais de 30% de endemismo em sua flora e está inserida na zona de transição dos dois Hotspots brasileiros: a Mata Atlântica e o Cerrado. É considerada uma área de "importância biológica especial" e esse status foi proposto devido à presença dos campos ferruginosos, que apresentam uma expressiva riqueza de espécies,

diversidade genética e alto grau de endemismo, constituir um ambiente único no estado (GIULIETTIET al., 1987; DRUMMOND et al. 2005).

O PESOB abrange a região considerada como marco inicial da porção sul da Serra do Espinhaço, importante cadeia montanhosa do país que se estende até a região de Curral Feio, no Estado da Bahia, e que funciona como um tampão orográfico interposto do sul para o norte, entre os domínios do Cerrado e Tropical Atlântico (Ab'Saber, 1996 in Plano de Manejo PSOB, 2017).

Segundo levantamento de dados secundários e considerando o critério proposto por Oliveira- Filho (2006) e pela Resolução CONAMA nº 392 /07, referente aos estágios de sucessão ecológica, as formações florestais presentes no PSOB estão identificadas no Quadro 3, onde é possível verificar o percentual de cada fitofisionomia presente no Parque.

Quadro 1: Fitofisionomias do Parque Estadual Serra do Ouro Branco

Legenda	Uso e Cobertura do Solo	Área	
		Hectare (ha)	%
FES	Floresta Estacional Semidecidual	3179,3	42,27
CRQ	Campo Rupestre Quartzítico	1886,8	25,09
CL	Campo Limpo	1258,4	16,73
Eu/FES	Eucalipto + Florestas Estacional Semidecidual	496,3	6,60
Ce	Cerrado	468,9	6,23
A	Antropizado	163,4	2,17
CA	Canga	67,7	0,90
	TOTAL	7520,8	100,00

Fonte: Plano de Manejo PSOB, 2017.

Após análise detalhada das características fisiográficas da área onde ocorreu a supressão de vegetação, assim como análise das fitofisionomias atingidas, a contratante optou por uma área de compensação inserida na Fazenda Pinheiros,

localizada no município de Ouro Branco e, totalmente, inserida no Parque Estadual Serra do Ouro Branco.

Também, foram analisados os documentos da referida fazenda, para verificação de disponibilidade de gleba que atendessem aos requisitos para a regularização fundiária e doação ao IEF, modalidade de compensação definida pela contratante.

Para tanto, foi selecionada uma gleba que atendessem à área necessária para compensação ambiental. A Fazenda Pinheiros possui uma área total de 156,3829 hectares e, para esta regularização, foi dividida em duas glebas (Figura 3), sendo que a Gleba 02 será a gleba utilizada para a regularização fundiária e doação ao PSOB:

Área (UTM) GLEBA 01: 132,2614 ha

Perímetro (m): 6.187,65 m

Área (UTM) GLEBA 02: 24,1215 ha

Perímetro (m): 2.099,52 m

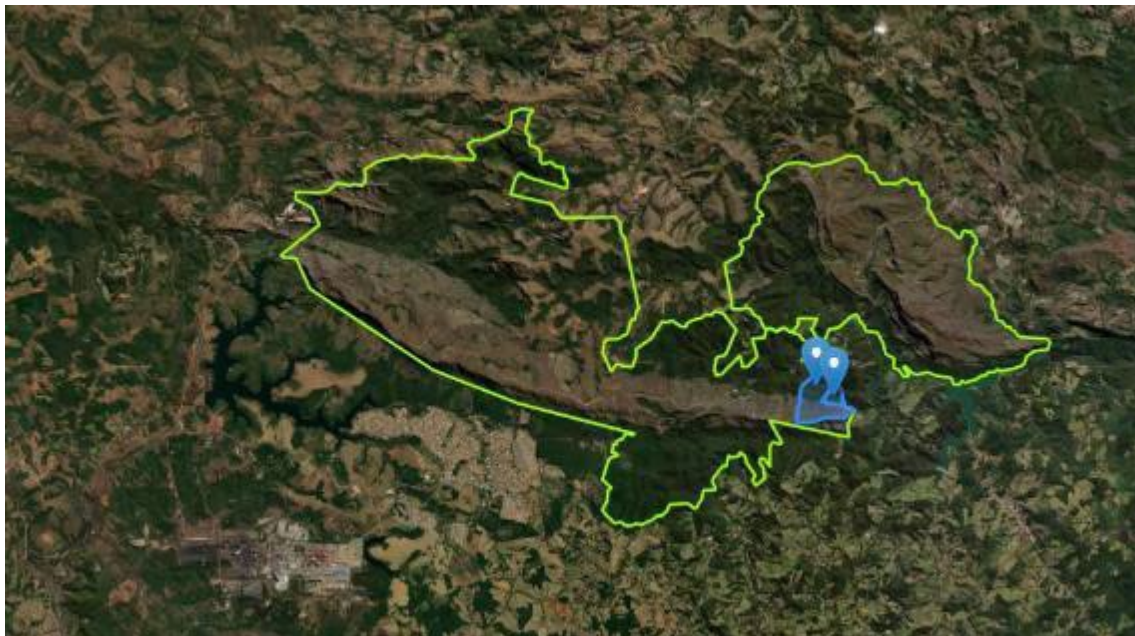
Figura 3: Glebas da Fazenda Pinheiros



Fonte: adaptado de Google Earth, acesso em 22.11.2021.

A Fazenda Pinheiros está inserida, totalmente, no Parque Estadual Serra do Ouro Branco, conforme pode ser verificado na figura inserida abaixo.

Figura 4: Posicionamento da Fazenda Pinheiros frente ao PSOB,



Fonte: adaptado de IDE/SISEMA, acesso em 21.11.2021.

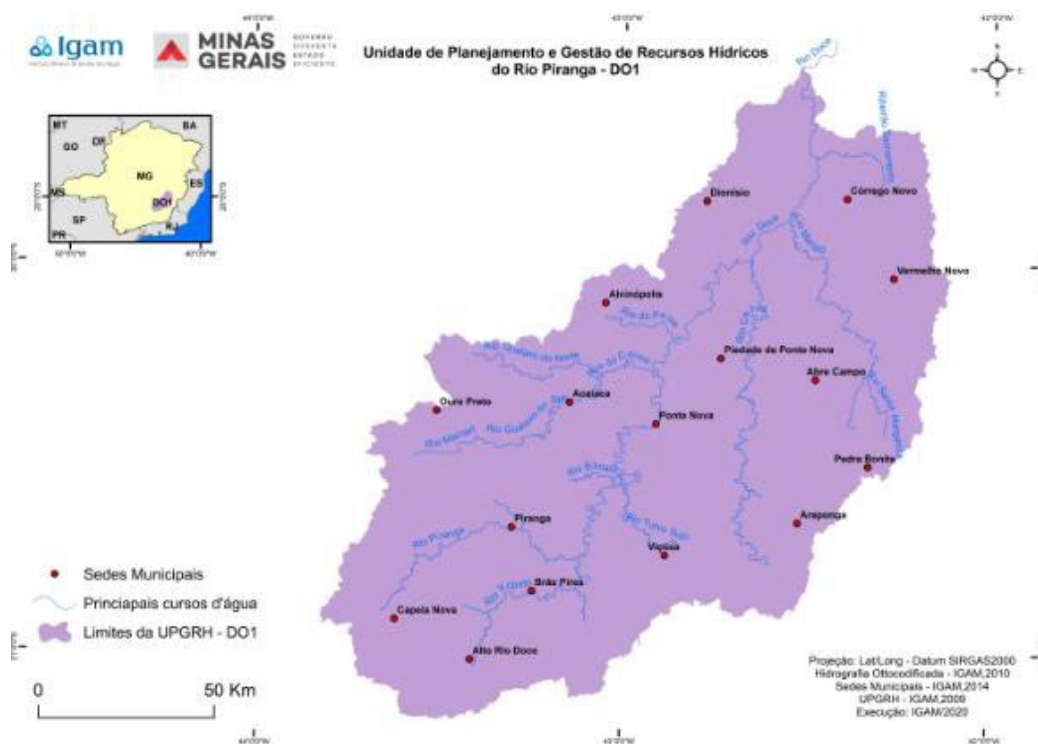
A área da Fazenda dos Pinheiros encontra-se inserida, na sub-bacia do rio Piranga, da bacia do rio Doce. Figura 6: Ottotrechos da bacia hidrográfica do rio doce



Fonte: adaptado do IDE-SISEMA, acesso em 22.11.2021

A Bacia Hidrográfica do rio Piranga insere-se totalmente no Estado de Minas Gerais, em uma área de 17.571 quilômetros quadrados, e é composta pelos rios Piranga, do Carmo, Casca e Matipó e por áreas de drenagem de outros córregos menores, como os rios do Peixe, Sem Peixe e Sacramento e ribeirões Mombaça, do Turvo e do Belém. Trata-se da bacia da macro bacia do rio Doce com maior número de municípios, abrangendo, total ou parcialmente, 77 cidades.

Figura 7: Bacia do rio Piranga



Fonte: Igam, acesso em 22.11.2021

Conforme já citado, o PSOB está situado em bioma de Mata Atlântica. A figura abaixo ilustra a posição da Fazenda Pinheiros, no contexto da vegetação presente no local.

Figura 8: Posicionamento da Fazenda Pinheiros, frente à vegetação.



- Legenda:
- Floresta Atlântica
 - Refúgio Vegetacional
 - Savana (cerrado)
 - Áreas Antropizadas
 - Outros Usos
 - Nuvem/Sombra de nuvem

Fonte: adaptado de IDE/SISEMA, acesso em 22.11.2021.

Desta maneira, após vários estudos ambientais realizados começamos nosso trabalho topográfico na região afim de desmembrar em duas parcelas.

Foto 1 e 2: Vista Geral da Fazenda.



Fonte: Ariel Siqueira e Silva

Foto 3: Levantamento topográfico usando o rtk Javad.



Fonte: Ariel Siqueira e Silva

5.2 Apresentação dos resultados obtidos e como o georreferenciamento contribuiu para a efetividade da compensação.

De acordo o fluxograma apresentado abaixo, realizamos todas estas etapas no georreferenciamento do referido empreendimento, afim de demarcar á área compensada e sua remanescente:

- a) **Recebimento Ordem de serviço / Pesquisa documentos do imóvel:** Análise preliminar documental, para cadastro multifinalitário, localização, estudo ambiental, CAR, SIGEF confrontantes, matrícula, cadeia dominial, CCIR, ITR.
- b) **Vistoria ao imóvel:** Início do levantamento planimétrico, identificação e cadastro das áreas confrontantes, cadastro fotográfico, cadastro documental geral da área, solicitação de matrículas confrontantes junto ao registro de imóveis.
- c) **Processamento de dados:** Descarregamento de arquivos brutos do gps, processamento dos pontos, e correções, e criação e ajustes no mapa geral.

- d) **Anuência:** Mapa geral pronto, confirmar implantação dos marcos e sinalização dos pontos de divisa acordados entre proprietário e confrontantes.
- e) **Escritório:** Elaboração de material. Geração Planilha ODS, Plantas UTM e SGL criadas. Memoriais Descritivos, declarações de anuências, relatório e ofício de sobreposição do IEF, ART.
- f) **SIGEF:** Inserir planilha ODS, emissão de mapa e memorial descritivo do SIGEF, Sujeito a aprovações e correção de erros.
- g) **Diligências:** Com os mapas e memórias prontos, agendar coleta de assinaturas dos proprietários e confrontantes, caso não consiga a coleta, notificar os mesmos via cartório de registro de imóveis.
- h) **Cartório:** Apresentar todo material gerado ao cartório, normalmente todo CRI, tem um “Checklist” (Mapa e Memorial SIGEF, Mapa e Memorial SGL, ART, Declaração de anuência dos confrontantes, CCIR e ITR últimos 5 anos, requerimento do proprietário.
- i) **Cartório 2:** Feito todo o processo de retificação conforme levantamento e adequação a matrícula, é realizado o desmembramento, lavrando as novas escrituras devidamente de acordo o levantamento realizado.

Fluxograma 1: Etapas da regularização fundiária da respectiva área.

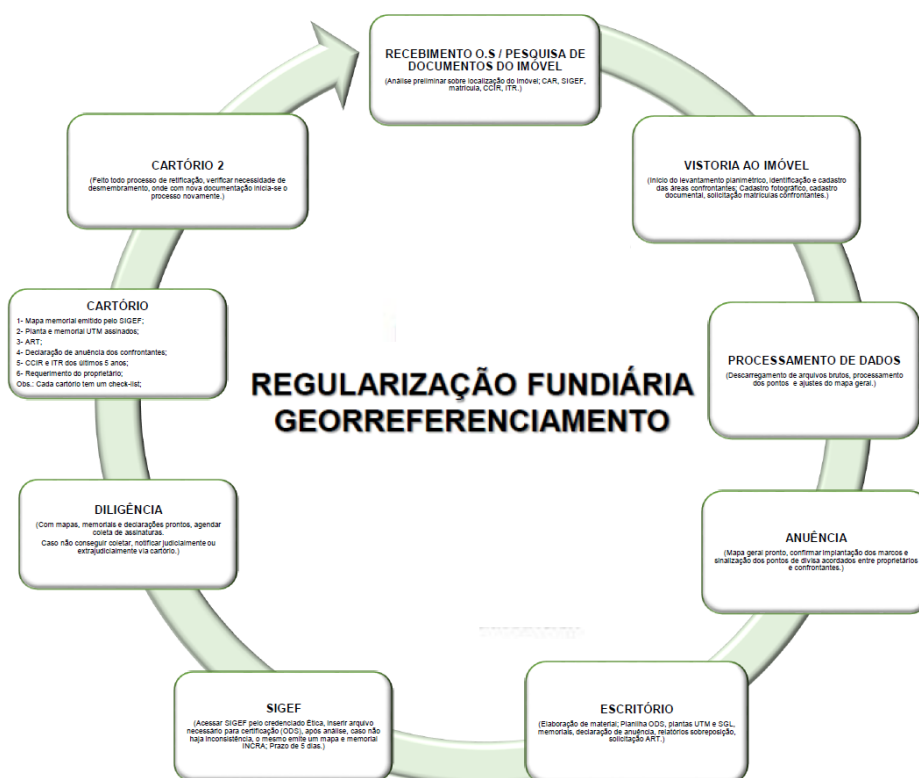
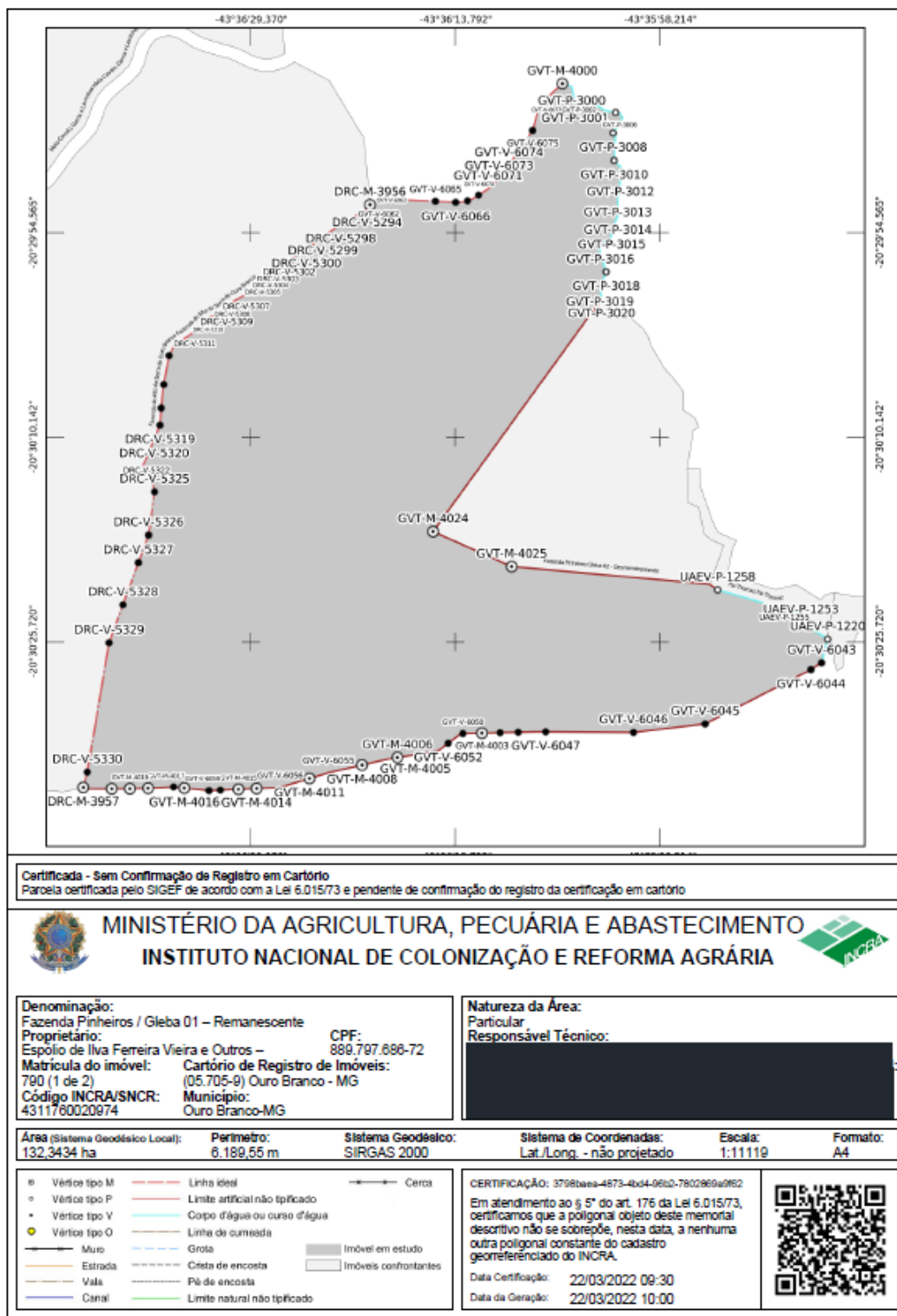
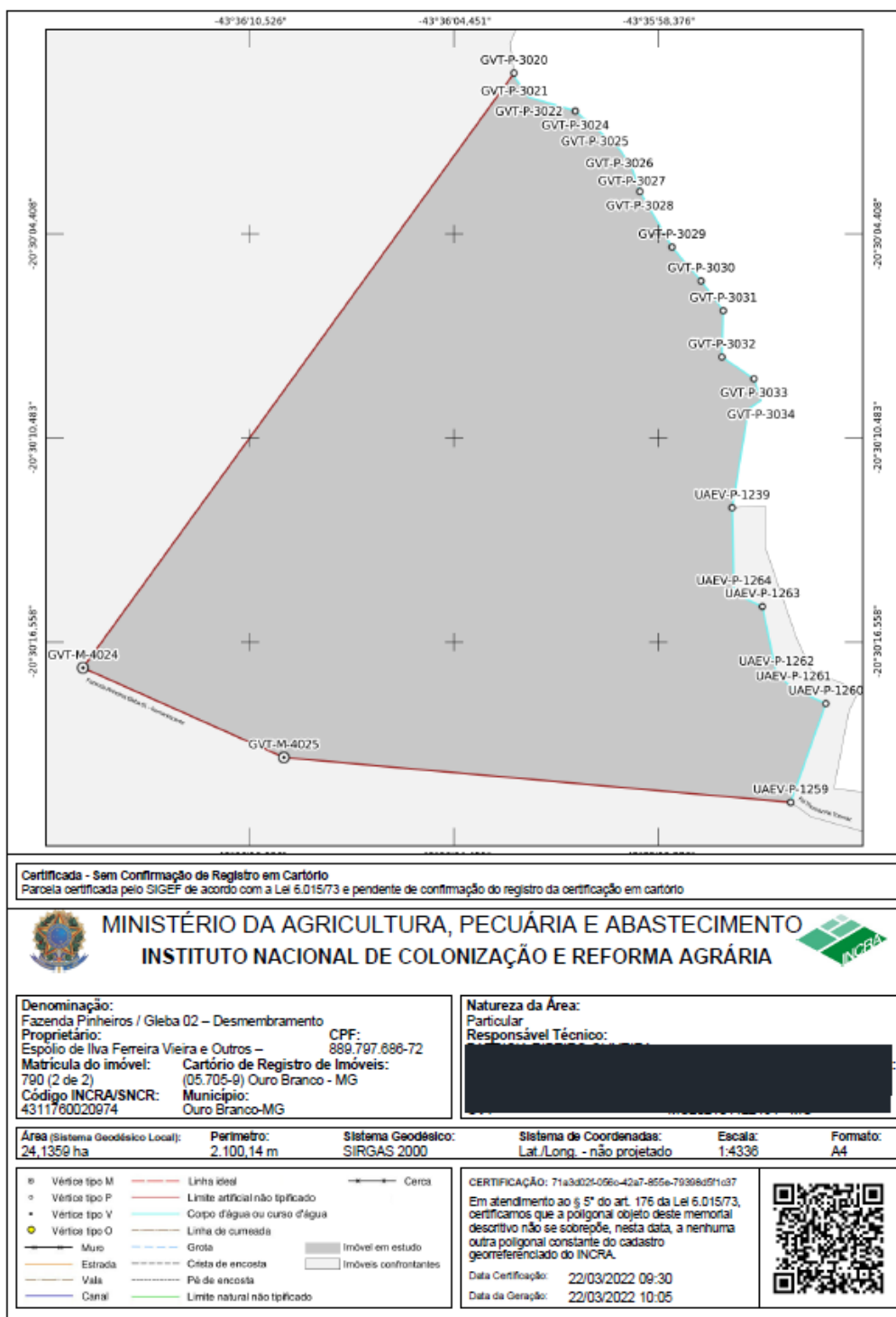


Figura 9: Planta SIGEF da gleba 01 da fazenda pinheiros.



Fonte: <https://sigef.incra.gov.br/> Acesso em 29/08/2023

Figura 10: Planta SIGEF da gleba 02 da fazenda pinheiros (área desmembrada para compensação).



Esta planta foi gerada automaticamente pelo Sigef com base nas informações transmitidas e assinadas digitalmente pelo Responsável Técnico (Credenciado). A autenticidade deste documento pode ser verificada pelo endereço eletrônico <http://sigef.incra.gov.br/autenticidade/71a3d02f-056e-42a7-855e-79398d9f1c37/>

Fonte: <https://sigef.incra.gov.br/> Acesso em 29/08/2023

Por meio do georreferenciamento e da aplicação cuidadosa de técnicas específicas, conseguimos atingir um nível de precisão que foi fundamental para avaliar a efetividade das ações de compensação ambiental empreendidas. Nossa capacidade de mapear e monitorar áreas estratégicas nos permitiu compreender o progresso das atividades de restauração, identificar padrões de regeneração natural e observar mudanças significativas na cobertura vegetal e na biodiversidade local.

Os dados coletados e processados através do georreferenciamento não apenas nos deram uma visão mais clara das transformações ocorridas, mas também serviram como base para a tomada de decisões bem embasadas. As informações geográficas detalhadas permitiram ajustar nossa abordagem conforme necessário, direcionando recursos e esforços para as áreas onde a compensação ambiental poderia ter um impacto mais significativo.

Além disso, a utilização do georreferenciamento trouxe um nível de transparência e credibilidade ao projeto, já que os resultados puderam ser visualizados e avaliados por todas as partes interessadas. Isso fortaleceu a confiança em nossos esforços e reforçou o compromisso com a preservação ambiental.

Em suma, a aplicação do georreferenciamento não apenas enriqueceu nossa capacidade de avaliar e monitorar os resultados, mas também elevou a qualidade e a relevância das ações de compensação ambiental que empreendemos.

6. DESAFIOS E OPORTUNIDADES

6.1 Exploração das dificuldades enfrentadas na implementação do georreferenciamento para compensação ambiental.

A implementação do georreferenciamento para ações de compensação ambiental apresenta uma série de desafios que podem impactar diretamente a eficácia e o sucesso desses projetos. Um dos principais desafios reside na obtenção de dados geográficos confiáveis e atualizados. Muitas vezes, as informações disponíveis

podem estar fragmentadas, desatualizadas ou em formatos incompatíveis, dificultando a criação de um banco de dados coeso para a análise espacial.

Além disso, a integração de diferentes fontes de dados geográficos, como imagens de satélite, mapas topográficos e informações de campo, pode ser complexa e exigir um processamento minucioso para garantir a precisão e a consistência das coordenadas georreferenciadas. Isso pode se tornar ainda mais desafiador em áreas remotas ou de difícil acesso, onde a coleta de dados pode ser limitada.

Outra dificuldade está relacionada à capacidade técnica e ao treinamento necessário para operar os sistemas de informações geográficas (SIG) e outras tecnologias de georreferenciamento. A interpretação correta dos dados, a criação de mapas temáticos e a análise espacial exigem conhecimentos especializados, o que pode se tornar um entrave para equipes sem experiência nessa área.

6.2 Discussão das oportunidades de aprimoramento e inovação nesse contexto.

Apesar dos desafios, a implementação do georreferenciamento para ações de compensação ambiental oferece diversas oportunidades de aprimoramento e inovação que podem transformar a maneira como enfrentamos os problemas ambientais. Uma das principais oportunidades é a utilização de tecnologias de sensoriamento remoto, como drones e satélites de alta resolução, para a coleta de dados geográficos em tempo real. Essas tecnologias permitem uma visão abrangente das áreas de interesse, facilitando a identificação de mudanças e a tomada de decisões ágeis.

A colaboração entre diferentes setores, incluindo governos, organizações não governamentais, empresas e comunidades locais, também é uma oportunidade crucial. O compartilhamento de dados, conhecimentos e recursos pode levar a abordagens mais eficazes, permitindo uma visão completa do ecossistema e uma compreensão mais profunda dos impactos ambientais.

Em suma, embora os desafios possam ser significativos, as oportunidades de aprimoramento e inovação no contexto do georreferenciamento para compensação ambiental são igualmente promissoras. À medida que avançamos na aplicação dessas tecnologias e abordagens, temos o potencial de tomar medidas mais informadas e direcionadas para a proteção e recuperação de nossos ecossistemas, garantindo um futuro mais sustentável para as gerações futuras.

7. CONCLUSÃO

A implementação eficaz de projetos de compensação ambiental é vital para mitigar os impactos adversos das atividades humanas sobre os ecossistemas. Nesse cenário, o georreferenciamento emerge como uma ferramenta de extrema relevância, desempenhando um papel fundamental na garantia da precisão, eficiência e transparência dessas iniciativas. A jornada delineada por meio deste estudo demonstra claramente que o georreferenciamento não é apenas uma técnica cartográfica, mas sim um catalisador de transformação no campo da conservação ambiental.

A capacidade de mapear com precisão as áreas afetadas e as áreas-alvo de restauração, bem como de monitorar em tempo real as mudanças ocorridas, proporciona uma base sólida para avaliar a efetividade das ações de compensação. Essa avaliação, por sua vez, permite a adaptação ágil das estratégias conforme necessário, garantindo que os recursos sejam direcionados de forma mais eficiente e estratégica para alcançar os resultados desejados.

Além disso, a aplicação do georreferenciamento na compensação ambiental promove a transparência ao fornecer uma visão clara e acessível dos progressos realizados. Isso fortalece o engajamento das partes interessadas, inspira confiança nas ações empreendidas e ajuda a alinhar interesses diversos em prol da preservação ambiental.

À medida que continuamos a enfrentar desafios ambientais crescentes, a importância do georreferenciamento na compensação ambiental não pode ser subestimada. A

tecnologia proporciona a oportunidade de tomarmos medidas informadas, baseadas em dados confiáveis e em análises espaciais detalhadas. Através dessa abordagem, podemos não apenas reequilibrar os danos causados ao meio ambiente, mas também criar soluções sustentáveis que impulsionem a coexistência harmoniosa entre a sociedade e a natureza.

8. REFERÊNCIAS

MAIRINK, Carlos Henrique Passos. Descomplicando o Projeto de Pesquisa. [recurso eletrônico] - Belo Horizonte, MG: CaMaiK, 2018.

MAIRINK, Carlos Henrique Passos.; SOARES, Filipi Miranda. Manual de normalização de artigos científicos: atualizado de acordo com as normas NBR 6022/2018 e NBR 6023/2018. 1. ed. Belo Horizonte: CaMaiK, 2019. v. 1. 31 p.

N. MYETS , R. A. MITTERMEIER , C. G. MITTERMEIER , G. A. B. FONSECA & J. KENT 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853–858.

VELOSO, H. P., RANGEL FILHO, A. L.R. & LIMA, J. C. A. 1991. Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal IBGE, Rio de Janeiro.

DRUMMOND G. M., C. S. MARTINS, A. B. M MACHADO, F. A. SEBAIO & Y. ANTONINI (eds.). 2005. Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação. 2 a. ed. Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte, Brasil. 222 pp

GIULIETTI, A. M.; MENEZES, N. L.; PIRANI, J. R.; MEGURO, M. & Wanderley, M. G. L. 1987 Flora da Serra do Cipó: caracterização e lista de espécies. *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo* 9: 1 - 151.

OLIVEIRA- FILHO, A. T e RATTER, J. A - Vegetation physiognomies and woody flora of the cerrado biome. In *The cerrados of Brazil* (P S. Oliveira & R. J. Marquis, eds.). Columbia University Press, New York, 2002, p. 91 – 120

BLASCHKE, Thomás. II. Kux, Hermann – Sensoriamento remoto e SIG avançados: novos sistemas sensores: métodos inovadores / versão brasileira atualizada e organizada por Thomas Blaschke e Herman Kux, Tradução Herman KUX. – 2ª ed. – São Paulo: Oficina de Textos 2007.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. Diretoria de Ordenamento da Estrutura Fundiária. Coordenação Geral de Cartografia. Manual técnico de posicionamento: georreferenciamento de imóveis rurais. Brasília: INCRA, 2013. 37 p. Disponível em: https://sigef.incra.gov.br/static/documentos/manual_tecnico_posicionamento_1ed.pdf

AQUINO, Acilayne Freitas de et al. Manual técnico de limites e confrontações: georreferenciamento de imóveis rurais. Brasília: INCRA, 2013. 27p. Disponível em: https://sigef.incra.gov.br/static/documentos/manual_tecnico_limites_confrontacoes_1ed.pdf

FOLLE, Francis Perondi. O georreferenciamento de imóvel rural e o registro de imóveis. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. 2008.

INCRA. Instituto Nacional da Reforma Agrária. Sistema de Gestão Fundiária - Sigef. Brasília: INCRA, 2014.

COSTA, Márcia. Lei do Georreferenciamento: o que é e para que serve? MK Avaliações Imobiliárias. 2018.

OLIVEIRA JÚNIOR, Gervásio Alves de. Aspectos Legais do Georreferenciamento. In: 20º Encontro regional dos oficiais de registro de imóveis, 2005, Londrina.