



AUGUSTO CESAR DA SILVA

**PLANO DE ADEQUAÇÃO SOCIOECONÔMICO DA
SUB-BACIA DO RIO POMBA, POR MEIO DA APLICAÇÃO
DO ZONEAMENTO AMBIENTAL E PRODUTIVO (ZAP):
COMUNIDADE DE CARLOS ALVES, SÃO JOÃO
NEPOMUCENO, MINAS GERAIS**

**LAVRAS – MG
2024**

AUGUSTO CESAR DA SILVA

**PLANO DE ADEQUAÇÃO SOCIOECONÔMICO DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA
DO RIO POMBA, POR MEIO DA APLICAÇÃO DO ZONEAMENTO AMBIENTAL
E PRODUTIVO (ZAP): COMUNIDADE DE CARLOS ALVES, MUNICÍPIO DE SÃO
JOÃO NEPOMUCENO, MINAS GERAIS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Tecnologias e Inovações Ambientais, concentração em Restauração e Conservação de Ecossistemas para obtenção do título de Mestre.

Prof(a). Dra. Rosângela Alves Tristão Borém
Orientadora

**LAVRAS - MG
2024**

Ficha catalográfica

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Da Silva, Augusto Cesar.

Plano de adequação socioeconômico da sub-bacia hidrográfica do Rio Pomba, por meio do Zoneamento Ambiental e Produtivo (ZAP): Comunidade de Carlos Alves, município de São João Nepomuceno, Minas Gerais / Augusto Cesar Da Silva. - 2024.
49 p.

Orientador(a): Rosângela Alves Tristão Borém.

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Lavras, 2024.
Bibliografia.

1. Gestão territorial ambiental. 2. Conservação. 3. Recuperação.
I. Borém, Rosângela Alves Tristão. II. Título.

AUGUSTO CESAR DA SILVA

PLANO DE ADEQUAÇÃO SOCIOECONÔMICO DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO POMBA, POR MEIO DA APLICAÇÃO DO ZONEAMENTO AMBIENTAL E PRODUTIVO (ZAP): COMUNIDADE DE CARLOS ALVES, MUNICÍPIO DE SÃO JOÃO NEPOMUCENO, MINAS GERAIS

SOCIOECONOMIC ADAPTATION PLAN FOR THE POMBA RIVER SUB-BASIN, THROUGH THE APPLICATION OF ENVIRONMENTAL AND PRODUCTIVE ZONING (ZAP): COMMUNITY OF CARLOS ALVES, MUNICIPALITY OF SÃO JOÃO NEPOMUCENO, MINAS GERAIS

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Tecnologias e Inovações Ambientais, concentração em Restauração e Conservação de Ecossistemas para obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 17 de julho de 2024.
Dra. Rosângela Alves Tristão Borém - UFLA
Dr. Luciano Baião Vieira - UFV
Dr. Marcelo Rodrigues Martins - Emater
Dra. Margarete Marin Lordelo Volpato - EPAMIG

Prof(a). Dra. Rosângela Alves Tristão Borém
Orientadora

LAVRAS-MG
2024

AGRADECIMENTOS

Aos doutores e doutoras, professores, que compuseram a banca e contribuíram para o aperfeiçoamento do trabalho.

Em especial a minha orientadora, professora Rosângela, que foi essencial para a realização deste trabalho e conclusão desta caminhada, estando sempre disponível as minhas questões. Sem sua dedicação, este trabalho não seria possível.

Aos amigos e colegas de empresa que foram apoio ao longo desta jornada.

As instituições EPAMIG, EMATER MG e UFV que apoiaram e deram suporte para que este trabalho pudesse ser concretizado.

Ao Programa de Pós-graduação em Tecnologias e Inovações Ambientais que não medem esforços para auxiliar os discentes em suas respectivas trajetórias.

E em especial a UFLA, que proporcionou toda a estrutura e condições necessárias para que este mestrado pudesse ser realizado da melhor forma possível.

Meu muito obrigado!!!

RESUMO

Nos dias atuais, nota-se uma crescente preocupação com a conservação dos recursos naturais, visando à sustentabilidade das propriedades rurais, ao mesmo tempo em que se anseia pela identificação de áreas com potencial produtivo e, além disso, busca-se entender as restrições técnicas e legais. Compreender essas demandas, bem como as potencialidades e fragilidades do território, permite orientar o manejo adequado dos recursos ambientais, tais como o solo e água, e também orientar as ações de conservação e restauração da biodiversidade em bacias hidrográficas, onde, se insere o Zoneamento Ambiental e Produtivo (ZAP). Neste contexto, o ZAP é um instrumento de gestão e planejamento ambiental e territorial aplicado a sub-bacias hidrográficas, que tem o potencial de contribuir para a sustentabilidade e adequação de propriedades rurais sob os aspectos ambientais e produtivos, visando ao uso conservacionista dos recursos nelas contidos. Partindo dessa contextualização, o objetivo dessa pesquisa é demonstrar como os instrumentos de gestão e planejamento de territórios do ZAP se relacionam de forma complementar a Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistemas (ISA), ao Projeto de Adequação Socioeconômica e Ambiental (PASEA), ao Cadastro Ambiental Rural (CAR) e ao Programa de Regularização Ambiental (PRA), que são aplicados às propriedades rurais da sub-bacia hidrográfica do Rio Pomba, visando a sua sustentabilidade e conservação de seus recursos. A metodologia constou de análise bibliográfica de literatura e estudo de campo, envolvendo a análise do processo de adequação desta sub-bacia hidrográfica. A metodologia adotada neste estudo seguiu estritamente o método proposto no Zoneamento Ambiental e Produtivo. Observou-se que a gestão ambiental territorial que foi abordada como instrumento de planejamento auxiliou na tomada de decisões, conciliando as dimensões ambiental, social e econômica, indissociáveis no dia a dia do protagonista do meio rural, onde, sinergias podem ser geradas entre os diversos componentes que formam os agroecossistemas, como verificado na sub-bacia estudada, com foco principal na sustentabilidade, e, ao mesmo tempo na regularização ambiental de seus imóveis rurais.

Palavras-chave: Gestão Territorial Ambiental. Conservação. Recuperação. Restauração. Recomposição. Legislação Ambiental. Sustentabilidade. Regulamentação Ambiental. Indicadores de Sustentabilidade. ISA. Biodiversidade. Agroecossistemas. Diagnóstico.

ABSTRACT

In the current days, there is a growing concern with the conservation of natural resources, aiming at the sustainability of rural properties, while at the same time there is a desire to identify areas with productive potential. We seek to understand technical and legal restrictions. Understanding this dynamic, as well as the potentialities and weaknesses of the territory, allows us to guide the appropriate management of environmental resources, such as soil and water, and also guide actions for the conservation and restoration of biodiversity in river basins, where Zoning is inserted. Environmental and Productive (ZAP). In this context, Environmental and Productive Zoning is an environmental and territorial management and planning instrument applied to sub-watersheds, which has the potential to contribute to the sustainability and suitability of rural properties from environmental and productive aspects, aiming at conservationist use of the resources contained therein. Based on this contextualization, the objective of this research is to demonstrate how the ZAP's territory management and planning instruments are related in a complementary way to the Agroecosystem Sustainability Indicators (ISA), the Socioeconomic and Environmental Adequacy Project (PASEA), the Environmental Registry Rural (CAR) and the Environmental Regularization Program (PRA), which are applied to rural properties in the Pomba River sub-basin, aiming for their sustainability and conservation of their resources. The methodology consisted of bibliographical analysis of literature and field study, involving the analysis of the adaptation process of this river basin. The methodology adopted in this study strictly followed the method proposed in the Environmental and Productive Zoning. It was observed that territorial environmental management, which was approached as a planning instrument, helped in decision-making, reconciling the environmental, social and economic dimensions, which are inseparable in the daily life of the protagonist in rural areas, where synergies can be generated between the various components that form agroecosystems, as seen in the sub-watershed studied, with a main focus on sustainability, and, at the same time, on the environmental regularization of its rural properties.

Key-words: Environmental Territorial Management. Conservation. Recovery. Restoration. Recomposition. Environmental legislation. Sustainability. Sustainability Indicators. IS. Biodiversity. Agroecosystems. Diagnosis.

INDICADORES DE IMPACTO

Nos dias atuais, nota-se uma crescente preocupação com a conservação dos recursos naturais, visando à sustentabilidade das propriedades rurais, ao mesmo tempo em que se anseia pela identificação de áreas com potencial produtivo e, além disso, busca-se entender as restrições técnicas e legais. Compreender essas demandas, bem como as potencialidades e fragilidades do território, permite orientar o manejo adequado dos recursos ambientais, tais como o solo e água, e também orientar as ações de conservação e restauração da biodiversidade em bacias hidrográficas, onde, se insere o Zoneamento Ambiental e Produtivo (ZAP). Neste contexto, o ZAP é um instrumento de gestão e planejamento ambiental e territorial aplicado a sub-bacias hidrográficas, que tem o potencial de contribuir para a sustentabilidade e adequação de propriedades rurais sob os aspectos ambientais e produtivos, visando ao uso conservacionista dos recursos nelas contidos, trazendo impactos positivos para a sociedade, a economia e a sustentabilidade, tendo como principal alvo, os produtores rurais. Partindo dessa contextualização, o objetivo dessa pesquisa é demonstrar como os instrumentos de gestão e planejamento de territórios do ZAP se relacionam de forma complementar a Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistemas (ISA), ao Projeto de Adequação Socioeconômica e Ambiental (PASEA), ao Cadastro Ambiental Rural (CAR) e ao Programa de Regularização Ambiental (PRA), que são aplicados às propriedades rurais da sub-bacia hidrográfica do Rio Pomba, visando a sua sustentabilidade e conservação de seus recursos. A metodologia constou de análise bibliográfica de literatura e estudo de campo, envolvendo a análise do processo de adequação desta sub-bacia hidrográfica. A metodologia adotada neste estudo seguiu estritamente o método proposto no Zoneamento Ambiental e Produtivo. Observou-se que a gestão ambiental territorial que foi abordada como instrumento de planejamento auxiliou na tomada de decisões, conciliando as dimensões ambiental, social e econômica, indissociáveis no dia a dia do protagonista do meio rural, onde, sinergias podem ser geradas entre os diversos componentes que formam os agroecossistemas, como verificado na sub-bacia estudada, com foco principal na sustentabilidade, e, ao mesmo tempo na regularização ambiental de seus imóveis rurais. O trabalho não contou com ações de extensão, mas sua elaboração contribuiu com resultados que impactam positivamente a sustentabilidade, a economia local e as comunidades de produtores rurais da comunidade de Carlos Alves, no município de São João Nepomuceno, MG. Por fim, o trabalho envolveu meio ambiente, trabalho e tecnologia e produção das áreas temáticas de extensão.

IMPACT INDICATORS

Nowadays, there is a growing concern for the conservation of natural resources, aimed at the sustainability of rural properties, while also seeking to identify areas with productive potential and to understand technical and legal restrictions. Understanding these demands, as well as the potential and vulnerabilities of the territory, allows for appropriate management of environmental resources such as soil and water, and guides conservation and restoration actions for biodiversity in watersheds, where Environmental and Productive Zoning (ZAP) is situated. In this context, ZAP is a management and planning tool applied to sub-watersheds,

which has the potential to contribute to the sustainability and suitability of rural properties from environmental and productive perspectives, aiming for the conservationist use of the resources contained therein, bringing positive impacts to society, the economy, and sustainability, primarily targeting rural producers. Based on this context, the objective of this research is to demonstrate how the management and planning instruments of ZAP complement Sustainability Indicators in Agroecosystems (ISA), the Socioeconomic and Environmental Adaptation Project (PASEA), the Rural Environmental Registry (CAR), and the Environmental Regularization Program (PRA), which are applied to rural properties in the Rio Pomba sub-watershed, aiming for their sustainability and conservation of resources. The methodology involved a bibliographic analysis of the literature and field study, including the analysis of the adaptation process in this sub-watershed. The methodology adopted in this study strictly followed the method proposed in Environmental and Productive Zoning. It was observed that the territorial environmental management addressed as a planning tool aided decision-making, reconciling the environmental, social, and economic dimensions that are inseparable in the daily life of rural stakeholders, where synergies can be generated among the various components that make up agroecosystems, as evidenced in the studied sub-watershed, with a primary focus on sustainability and simultaneously on the environmental regularization of rural properties. The study did not include extension actions, but its development contributed results that positively impacted sustainability, the local economy, and the communities of rural producers in the Carlos Alves community, in the municipality of São João Nepomuceno, MG. Finally, the work involved the environment, labor, technology, and the production of thematic extension areas.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização das sub-bacias estudadas e mapa da distribuição das Regionais da EMATER MG.....	38
Figura 2: IDE-Sisema e a Delimitação da Bacia Hidrográfica do Rio Pomba – MG.....	39
Figura 3: Bacia Hidrográfica do Rio Pomba e a Sub-Bacia da Comunidade de Carlos Alves São João Nepomuceno – MG.....	40
Figura 4: Mapa de Localização do Município de São João Nepomuceno - MG.....	41
Figura 5: Mapa de localização da Sub-Bacia de Carlos Alves – MG.....	43
Figura 6: Mapa de Declividade do Município de São João Nepomuceno – MG.....	43
Figura 7: Mapa Hipsométrico da Bacia de São João Nepomuceno – MG.....	44
Figura 8: Mapa Uso e Ocupação do Município de São João Nepomuceno - MG.....	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Classes de uso e ocupação da terra.....34

Tabela 2: Levantamento de Áreas de Preservação Permanente (APP).....35

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
2.1	Zoneamento Ambiental e Produtivo - ZAP.....	16
2.2	Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistemas – ISA.....	19
2.3	Programa de Regularização Ambiental – PRA.....	22
3	METODOLOGIA.....	23
3.1	Seleção da Área de Estudo.....	25
3.2	Definição das Unidades de Paisagens.....	25
3.2.1	Delimitação da Área de Estudo e Tratamento da Imagem.....	27
3.2.2	Delimitação das Unidades de Paisagem.....	27
3.2.3	Trabalho de Campo e Elaboração do Mapa de Unidades de Paisagem.....	28
3.2.4	Caracterização das potencialidades, limitações e aptidões.....	28
3.3	Avaliação da Pressão Hídrica.....	29
3.3.1	Levantamento dos Usuários de água.....	29
3.3.2	Processamento dos Dados dos Usuários de Água.....	30
3.3.3	Importação e Organização dos Dados dos Usuários de Água.....	30
3.3.4	Cálculo da Demanda Hídrica a Montante de Cada Trecho.....	30
3.3.5	Determinação da Pressão Hídrica a Montante.....	31
3.3.6	Determinação da Pressão Hídrica a Montante e Jusante.....	32
3.4	Levantamento do Uso e Ocupação da Terra.....	32
3.4.1	Obtenção das Imagens de Satélite e Trabalho Campo.....	33
3.5	Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistemas.....	36
3.6	Programa de Regularização Ambiental.....	36
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	38
4.1	Caracterização da Área de Estudo.....	38
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	46
	REFERÊNCIAS.....	47

1 INTRODUÇÃO

Aproveitar os recursos naturais tem sido uma constante na história da humanidade, principalmente em territórios que têm solos férteis passíveis de cultivo e dotados de recursos hídricos, que potencializam a exploração desses locais. Ao longo do processo de ocupação do território brasileiro, o solo foi explorado à medida que isso pudesse ser feito, porém, com o passar do tempo, as áreas exploradas foram se degradando e perdendo sua vivacidade, convivendo com o acúmulo de resíduos e a reconfiguração dos espaços geográficos conforme as necessidades humanas, atingindo níveis extremos, que passaram a inspirar preocupações e motivar ações governamentais que intervenham de modo a proteger os recursos naturais e, ao mesmo tempo, garantir a permanência e a sobrevivência daqueles que dependam da terra, que dela tiram seu sustento.

Diante do contexto que alia exploração de recursos do solo e recursos hídricos, o termo latente nos dias atuais é a sustentabilidade, a ser tratada aqui no âmbito das propriedades rurais. A questão ambiental deixou de ser preocupação de apenas alguns e hoje permeia toda a sociedade. Desta consciência coletiva surge uma pressão cada vez maior sobre os governantes e iniciativas privadas para adoção de medidas consonantes com os anseios diversos ou específicos da comunidade, uma vez que diversos autores, entre eles Theodoro et al. (2004, p. 2), comentam que, “já não é mais possível expandir fronteiras ou conquistar novos territórios para explorar os recursos necessários à acumulação de bens de consumo ou de produtos”. Tal circunstância gerou uma profusão de instrumentos legais de comando e controle, ampliando as tensões entre as partes interessadas, principalmente no meio rural. Neves et al. (2022) comentam que a sustentabilidade surge como uma resposta à tentativa de conciliar e equilibrar a exploração de recursos naturais e, ao mesmo tempo, preservá-los, num esforço coletivo que envolve governos e organizações no sentido de produzir os bens de que a humanidade necessita, mas reduzindo os impactos sobre a natureza.

A complexa legislação ambiental, de âmbito Federal e Estadual, suscita a necessidade de mudanças na gestão dos agroecossistemas caminho para a pactuação de interesse da sociedade e apaziguamento de conflitos entre produção agropecuária e conservação ambiental, ou seja, a produção sustentável. A utilização de ferramentas, como os indicadores de sustentabilidade, visa auxiliar na aferição do desempenho ambiental e socioeconômico, e na diminuição do grau de incertezas nas tomadas de decisões para a gestão do espaço rural, diante da grande complexidade de fatores socioeconômicos, culturais e ambientais. Conforme mostrado por Chaves e Rodrigues (2006), as relações entre as comunidades humanas e a

natureza alcançaram níveis extremamente intensos nas últimas décadas, o que impulsionou diversas linhas de pensamentos e análises acerca de questões voltadas ao desenvolvimento sustentável, uma vez que os problemas ambientais estão intimamente ligados às formas de exploração da natureza e aos índices de desenvolvimento econômico e tecnológico alcançados pela humanidade.

Desta forma, a preocupação com o desenvolvimento sustentável nos remete ao uso dos recursos contidos em cada região, seja o solo, em suas particularidades, seja a disponibilidade de recursos hídricos, ou a forma com a qual as comunidades se valem dos mesmos para obter seu sustento, dadas as características de cada localidade e com tais recursos se distribuem pelas referidas áreas. Há que se notar que práticas como a agricultura familiar tem uma participação importante nos arranjos econômicos das regiões que exploram a natureza, visto que as populações participam diretamente de tais processos e existem sempre formas de impulsionar melhorias e maneiras mais viáveis de aproveitamento dos recursos (CHAVES e RODRIGUES, 2006).

Desse debate, surge a necessidade de intervenção de órgãos públicos que sejam capazes de mapear e sistematizar o uso de tais áreas e recursos, tendo em vista a conservação, preservação e até mesmo apoio e incentivo a recuperação com a garantia da continuidade de exploração do solo e das águas, necessidade primordial para as comunidades agrárias. Flauzino et al. (2010) falam sobre a ‘influência antrópica’ no que diz respeito às alterações de cursos d’água e de biomas, e destacam a necessidade de diagnosticar as características de cada bacia hidrográfica como forma de subsidiar técnicas de gestão, aproveitamento e uso dessas áreas, com o objetivo de conservar áreas ainda intactas e recuperar áreas já degradadas. Ainda dentro deste contexto, para que recursos naturais sejam utilizados de modo racional e com fins de conservação, há a profunda necessidade de conhecer os locais a serem usados e explorados, conforme suas especificidades e potencialidades produtivas, tais como as bacias hidrográficas, que devem ser monitoradas e gerenciadas de acordo com as tecnologias disponíveis, visando ao aproveitamento sustentável dos recursos provenientes das mesmas.

Há neste âmbito a preocupação de sistematizar o uso dos recursos naturais, visando à conservação e ao melhor aproveitamento dos mesmos, conforme o art. 2º do Decreto Estadual nº 46.650/2014, que se firma na premissa da disponibilização de dados que permitam realizar todas as ações possíveis para a gestão ambiental e produtiva, sobretudo pela verificação de áreas degradadas e que carecem de recuperação, fornecendo fontes de informações capazes de auxiliar nas tomadas de decisões, ou como base para inclusão em Programa de

Regulamentação Ambiental (PRA), Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) e Crédito de Carbono.

Para compreender a importância do Zoneamento Ambiental e Produtivo na gestão dos recursos naturais, deve-se observar que, ao longo do processo de exploração do Brasil, os recursos provenientes do solo serviram para impulsionar as atividades agrícolas, gerando riquezas e assumindo assim um papel econômico preponderante para o país. No entanto, os desgastes do solo são visíveis depois de muito tempo de utilização, seja para plantações, seja para pastagens, e esse contexto de degradação gera problemas relacionados à recuperação, recomposição e preservação do solo, da vegetação e do próprio equilíbrio dos ecossistemas, assim como dos recursos hídricos ligados a eles. Face ao exposto, destaca-se a possibilidade gerada pelo Zoneamento Ambiental e Produtivo no que diz respeito ao gerenciamento tanto das águas quanto do solo de uma determinada região, diante das informações obtidas através das ferramentas e métodos usados no ZAP, dando pressuposto para o manejo mais adequado do solo e dos recursos hídricos (OLIVEIRA et al., 2011).

Diante de tais argumentos, urge a necessidade de levantamentos estratégicos consonantes à legislação, principalmente ao Decreto estadual nº 48.127, de 26 de janeiro de 2021, que versa sobre o Programa de Regulamentação Ambiental – PRA, com vigência a partir de 31 de dezembro de 2022, que preconizou que todos os imóveis rurais deveriam ter adesão ao PRA, visando a um planejamento e processo de implementação, recuperação, recomposição de suas áreas de reserva legal, preservação permanente, mata ciliar, entre outros fatores ambientais relacionados à busca pela estabilidade ambiental dessas propriedades, microbacias e macrorregião.

Face à legislação supracitada, convém mencionar que a mesma se encontra no bojo da Lei Federal nº 12.651/12, que trata da recomposição, recuperação ou restauração de áreas desmatadas e foi definida com base em instrumentos como o Cadastro Ambiental Rural (CAR) e os Programas de Regularização Ambiental (PRA) estaduais, com o objetivo de desencadear o processo de adequação ambiental de propriedades rurais.

Portanto, a ferramenta metodológica do Zoneamento Ambiental e Produtivo - ZAP, surge em momento muito oportuno, para levantamento e diagnóstico de informações importantes e relevantes para a implementação de programas de recuperação, recomposição de agroecossistemas, alinhado a informações para os gestores buscarem soluções e, conseqüentemente, direcionamento para as tomadas de decisões e na construção de Plano de Manejo adequado para a região em questão neste estudo.

Conforme dados obtidos junto ao Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural – SICAR, cuja gestão é de responsabilidade do Serviço Florestal Brasileiro (SFB), atualizado até janeiro de 2021, o Cadastro Ambiental Rural indica em Minas Gerais o número de 872.208 imóveis rurais inscritos, em sua base de abrangência com uma área de 50.234.836,75 ha. A quantidade de imóveis rurais cadastrados e o fato de que aproximadamente 92% deles possuem até quatro módulos fiscais representam desafios no tocante à regularização ambiental.

Conciliar a conservação do meio ambiente à produção, bem como fomentar a preservação de áreas relevantes em relação à água, biodiversidade e solos, são temas fundamentais para o desenvolvimento sustentável do Estado de Minas Gerais. A agricultura familiar e o grande volume de pequenos imóveis e propriedade rurais realmente tornam-se um grande desafio para implementação e articulação de tais questões. Portanto, tem-se em mãos uma ferramenta que possibilita um diagnóstico e desenvolvimento de propostas que visem a resultados bem elaborados e assertivos no que tange a aplicação da metodologia ZAP.

O principal objetivo deste estudo é analisar, desenvolver e fomentar o Zoneamento Ambiental e Produtivo (ZAP) e as ferramentas a ele associadas, como instrumentos importantes de planejamento e gestão do ecossistema, para o apontamento de informações relevantes às áreas destinadas à preservação, conservação, composição, recomposição, restabelecimento de áreas ambientais e adequação de sistemas produtivos das áreas utilizadas para atividades agrícolas e pecuárias de pequenas propriedades, principalmente as propriedades em regime de agricultura familiar, no caso específico da sub-bacia da Comunidade de Carlos Alves, município de São João Nepomuceno, Minas Gerais, tendo em vista o contexto de adequação ambiental ao Programa de Regularização Ambiental (PRA), conforme o Decreto Estadual nº 48.127/21.

Além disso, propõe-se também rastrear e identificar as possíveis áreas destinadas à preservação, conservação e recomposição acordado com o Programa de Regularização Ambiental – PRA, em sinergia com o Decreto Estadual nº 48.127/21, e submeter o diagnóstico das informações e dos dados captados aos órgãos competentes e autoridades, na busca por alternativas para a construção de propostas com viabilidade técnica e econômica para o restabelecimento do equilíbrio do agroecossistema, da sua resiliência em suas diversas dimensões, ou seja, social, econômica e ambiental, segundo a configuração do Programa de Regularização Ambiental – PRA.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Zoneamento Ambiental e Produtivo - ZAP

O solo brasileiro vem sendo explorado para fins agrícolas há muito tempo, implicando o uso em larga escala de recursos hídricos, portanto as regiões exploradas passam por um processo de desgaste, que, por sua vez, é motivo de preocupação, dada a necessidade que os produtores rurais têm de tais recursos, bem como de toda cadeia produtiva e econômica inserida neste contexto. Sendo assim, o Zoneamento Ambiental e Produtivo (ZAP) surgiu como ferramenta capaz de propor a regulamentação adequada do uso dos recursos, com foco nos benefícios econômicos advindos do êxito das práticas e dos reflexos sociais e ambientais no que tange à sustentabilidade dessas áreas. Kalil et al. (2015, p. 78) comentam que “a metodologia Zoneamento Ambiental e Produtivo (ZAP) tem a sua origem pautada na dinâmica de uso e conservação do solo e da água”, o que destaca o enfoque dos procedimentos de suas práticas. Tendo em vista que a humanidade se beneficia dos recursos naturais desde sua existência na Terra, a perda da biodiversidade e a degradação de ecossistemas de modo geral incitam um enfoque ambiente mais rígido e eficaz para tratar tais situações e garantir que os recursos naturais continuem sendo utilizados nas práticas produtivas e econômicas do ser humano (COSTA, 2019).

Como as propriedades rurais carecem de recursos hídricos para desenvolver suas atividades produtivas, o Zoneamento Ambiental e Produtivo vem como uma ferramenta de mapeamento de território de cunho de preservação e utilização consciente de recursos hídricos, com foco “na evidência da Adequação Socioeconômica e Ambiental de Sub-bacias Hidrográficas (Kalil et al., 2015, p. 78).

Ao conceituar o ZAP, Silva (2003) aponta para o reconhecimento de um território, do ponto de vista de identificação, localização e classificação, resultando em um conjunto de análises que vão regionalizar os atributos de uma região para potencializar o seu uso e, ao mesmo tempo, preservá-la. Trata-se de um trabalho que envolve interdisciplinaridade entre diversas áreas de pesquisa e estudos, que orienta políticas de manejo, uso e conservação de recursos (SILVA, 2003). Neste aspecto, Costa (2019) atribui ao poder público a responsabilidade pelo zoneamento de atividades agrícolas e a demarcação de regiões a serem protegidas da exploração humana, pois o uso da terra é fator preponderante nos impactos causados nos ecossistemas ao redor da Terra.

O ZAP é, portanto, um conjunto de maneiras de analisar as propriedades dos solos explorados pelos produtores rurais, verificando e destacando suas potencialidades, tendo em vista a conservação e a recuperação dos recursos naturais (SILVA, 2003). Tais definições vão ao encontro do contexto brasileiro de exploração do solo e dos recursos hídricos, diante de terras exploradas ao ponto do esgotamento ou nas quais este risco é eminente a médio ou longo prazo.

De acordo com Silva (2003), o foco de análise do ZAP diz respeito à regionalização de terras e respectivo diagnóstico de seus atributos, feitos por equipes multidisciplinares, que analisam diversos fatores ambientais, a fim de reunir informações que possam sistematizar os processos para os diagnósticos do ZAP.

Do ponto de vista legal, o Zoneamento Ambiental e Produtivo (ZAP) surgiu a partir da ação conjunta entre Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (SEAPA) e a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD), sendo regulamentado na esfera estadual pelo Governo de Minas Gerais pelo Decreto 46.650, de 19/11/2014, no sentido de manter um monitoramento do uso do solo e dos recursos hídricos em propriedades rurais para fins de melhorias produtivas e de proteção ambiental, para garantir o desenvolvimento sustentável das regiões assistidas. Conforme a própria metodologia ZAP, as estratégias voltadas à sustentabilidade alcançam 36 Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPGRH) no Estado de Minas Gerais, seguindo a metodologia dos Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistemas – ISA. Portanto, trata-se de um processo de regularização e gerenciamento ambiental (KALIL, 2015).

O Zoneamento Ambiental e Produtivo faz um traçado geral de uma bacia hidrográfica, segundo um diagnóstico que busca estabelecer o potencial hídrico de uma determinada região, para que os produtores rurais nela instalados saibam os limites para o uso dos recursos (SEAPA). Neste sistema, há também a disponibilização de informações sobre o solo, o que permite unir dados que vão desde o perfil do relevo, o tipo de vegetação, especificações geológicas, caracterizando um conjunto de informações disponibilizadas pelos órgãos competentes. Oliveira (2011) menciona que estudos ambientais dão pressuposto para a caracterização de bacias hidrográficas, fornecendo dados e informações para métodos eficientes de monitoramento por meio do Sistema de Informações Geográficas (SIG), que faz sensoriamento remoto das áreas analisadas.

Na Metodologia para elaboração do Zoneamento Ambiental e Produtivo de sub-bacias hidrográficas é possível avaliar e determinar o potencial hídrico das mesmas. É a partir dessa avaliação que é feita a adequação para melhor aproveitamento dos recursos hídricos.

Conforme o mesmo documento há ações básicas para a gestão de recursos hídricos, que consistem no “estabelecimento do potencial de benefícios ambientais, sociais e econômicos que poderão resultar da execução de um Plano de Adequação da Sub-Bacia”, na “mobilização e pactuação entre as partes interessadas, estabelecido o escopo do Plano de Adequação”, no “levantamento dos recursos necessários para a realização dos pactos e ações” e na “definição de um instrumento contratual para garantir os investimentos envolvidos e a boa gestão de infraestruturas de uso múltiplos”. Os proprietários rurais encontram no ZAP uma perspectiva geral da região da qual sua propriedade faz parte, sendo possível demarcar, inclusive, as Áreas de Proteção Permanente (APP), Reserva Legal (RL) e vegetação nativa (VN).

Para o ZAP, de acordo com o Decreto 46.650/14, há uma sequência de instituições responsáveis pelas ações e acompanhamento do Zoneamento Ambiental e Produtivo. São elas: Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento – SAEPA; Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD; Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Ensino Superior – SECTES; Instituto Estadual de Florestas - IEF; Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM; Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM; Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais – EMATER MG; Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado de Minas Gerais – EPAMIG; Fundação Rural Mineira – RURALMINAS e Instituto Mineiro de Agropecuária – IMA. As empresas responsáveis utilizam ferramentas modernas de geoprocessamento para gerar imagens, que são analisadas para fornecer dados para a tomada de decisão sobre o que deve ser feito, conforme as especificidades de cada região a ser atendida pelo ZAP.

A EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) caracteriza o geoprocessamento como o manejo de ferramentas computacionais que analisam e manipulam informações e dados geográficos, sendo este conjunto expresso pelas ferramentas do SIG (Sistemas de Informações Geográficas), que entrecruzam informações para fins de facilitação de buscas e processos decisórios. Com base na ideia de tomada de decisões através de dados fornecidos por imagens de satélites, o Zoneamento Ambiental e Produtivo (ZAP) cria um âmbito no qual é possível avaliar as potencialidades dos solos e dos recursos hídricos de uma região em análise, estabelecendo unidades de paisagem conforme o tipo de exploração a que cada área rural está sujeita.

Kalil et al. (2015, p. 78) falam do surgimento do ZAP:

O ZAP foi desenvolvido pela Secretaria de Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Estado de Minas (SEAPA – MG) e pela Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Estado de Minas Gerais (SEMAD), com a

participação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA Milho e Sorgo), Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais (EMATER MG), Fundação Rural Mineira (RURALMINAS) e Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM). O trabalho conjunto desses parceiros, resultou do reconhecimento da necessidade da inclusão de uma perspectiva mais abrangente, integradora e participativa na construção de instrumentos de gestão de recursos ambientais associados às atividades produtivas. O ZAP nasceu, portanto, como contribuição essencial para as diretrizes de ordenamento e organização territorial no marco das Bacias Hidrográficas e como importante ferramenta de gestão a ser aplicada nos processos de regularização ambiental.

Conforme sua 3ª Edição Metodológica e revisada, o Zoneamento Ambiental e Produtivo (ZAP) se processa em quatro fases ou etapas, sendo a delimitação da bacia ou sub-bacia hidrográfica, a definição das unidades de paisagem, seguindo-se de um levantamento que leva em conta o como solo é ocupado e utilizado e, por fim, é verificada a capacidade hídrica da bacia ou sub-bacia. O Zoneamento Ambiental e Produtivo serve de base de dados para auxiliar na produção e na produtividade, com foco na sustentabilidade ambiental, porque trabalha para que se conheçam de fato as potencialidades das áreas exploradas, sem que estas sejam esgotadas, configurando um processo de sistematização do uso de recursos naturais, com vistas a preservá-los.

O ZAP parte da definição de áreas, uma caracterização que dá início ao processo de regulamentação ambiental. Definir as unidades de paisagem é um trabalho que passa pela análise das características das propriedades, onde “é fundamental o conhecimento básico de geologia, geomorfologia, pedologia, biogeografia, ecologia, além dos fundamentos da agricultura, silvicultura e pecuária” (Metodologia para elaboração do Zoneamento Ambiental e Produtivo – ZAP de sub-bacias hidrográficas, p. 6) e, posteriormente, o potencial de sustentabilidade. No que tange à ocupação do solo e seu respectivo uso, são levados em consideração os fatores ligados ao solo e à vegetação. Segundo Santos et al. (2021), o solo se degrada em grande parte devido a práticas inadequadas em seus processos de ocupação e uso, o que acarreta queda considerável de sua produtividade e suas respectivas perdas devido aos desgastes sofridos nas práticas agrícolas, o que interfere diretamente em sua relevância social e ambiental.

2.2 Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistemas – ISA

Para um sistema integrado para aferição do desempenho econômico, social e ambiental, partindo do princípio de auxiliar a gestão de estabelecimentos rurais, apontam-se os Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistemas (ISA), compostos por um conjunto

de 21 indicadores que abrangem balanços econômicos e sociais, o gerenciamento do estabelecimento, a qualidade do solo e da água, o manejo dos sistemas de produção, a diversidade da paisagem e o estado de conservação da vegetação nativa. Valores no intervalo de 0 a 1 são gerados para cada indicador, para os quais se considera 0,7 o valor de referência para um bom desempenho ambiental, social e econômico. A média aritmética simples dos 21 indicadores de sustentabilidade resulta em um índice final do estabelecimento avaliado. Com o apoio de imagens de satélites e levantamento de campo são gerados croquis do estabelecimento rural, por meio de técnicas de geoprocessamento, contendo o uso e a ocupação do solo e a identificação das Áreas de Preservação Permanentes (APP's).

O produtor rural tornou-se protagonista na gestão de sistemas complexos, diversificados, integrados e interdependentes, ao conciliar eficácia econômica, responsabilidade social e proteção do patrimônio natural, promovendo, ao mesmo tempo, serviços ecossistêmicos para a sociedade como forma de questão estratégica garantidora de resultados econômicos e sociais aliados a práticas de preservação ambiental. As transformações que modernizaram a agricultura impuseram uma contradição quanto à sustentabilidade, o que exigiu uma grande equipe que pudesse analisar e avaliar as situações existentes em cada região, do ponto de vista de desenvolvimento agrícola, a fim de conciliá-lo com as questões sustentáveis ligadas ao manejo e uso da terra, o que envolveu também diversas entidades públicas ligadas a este contexto (CÂNDIDO e SILVA, 2015).

Para isso, os instrumentos das políticas públicas ambientais, tanto Federais quanto Estaduais, apontam para a necessidade de estímulos ao produtor rural, pois conhecida a dificuldade vivenciada, principalmente pelos agricultores familiares nos processos de Regularização Ambiental de suas propriedades e, ao mesmo tempo, de adequá-las não somente para atendimento à Legislação Ambiental, mas também às demais dimensões da sustentabilidade, a econômica e social.

Tendo em vista essas preocupações, estabeleceu-se o Projeto Estratégico denominado “Adequação Socioeconômica e Ambiental das Propriedades Rurais”, capitaneado pela Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais (SEAPA-MG), com o objetivo de orientar os produtores na gestão de suas atividades produtivas, bem como do espaço rural, compreendidos nos limites de sua propriedade, com vistas à sustentabilidade. Para sua execução, foi desenvolvido o sistema de Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistemas (ISA), pela Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) em parceria com a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais (EMATER-MG), Instituto Estadual de Florestas (IEF),

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (EMBRAPA - Milho e Sorgo), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e Fundação João Pinheiro (FJP), por meio de projeto de pesquisa financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), com o apoio da Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Ensino Superior de Minas Gerais (SACTES-MG), SEAPA MG e Secretaria de Estado de Meio Ambiente e desenvolvimento Sustentável (SEMAD).

O Projeto Estratégico começou a ser concebido em 2009, a partir do Decreto nº 45.166, de 4 de setembro de 2009 (MINAS GERAIS, 2009), que regulamenta a Lei nº 14.309, de 19 de junho de 2002 (MINAS GERAIS, 2022). Por meio desta Lei, pela primeira vez, é reconhecido o uso consolidado nas Áreas de Preservação Permanente (APP's), onde são necessários manejo e utilização diferenciados, a fim de manter a função ambiental sem perder de vista a manutenção social e econômica das terras.

Indicadores podem ser compreendidos como instrumentos que permitem mensurar as modificações nas características de um determinado sistema (DEPONTI et al., 2002.) e avaliar uma situação presente e sua tendência de comportamento, bem como de estabelecer um termo de comparação em escala temporal e espacial. Para tanto, um indicador deve avaliar uma variável, com base em uma situação padrão ou ideal a ser alcançada (MARZALL e ALMEIDA, 2000), e ser validado socialmente, por meio da aplicação de estudos de caso comparados com padrões determinados pela sociedade. A construção do sistema ISA baseou-se em diversos trabalhos sobre indicadores de sustentabilidade e sobre avaliação de impactos ambientais para o setor agropecuário e florestal (DEPONTTI et al., 2002).

O sistema ISA é uma ferramenta de gestão, com o objetivo de realizar um diagnóstico dos balanços social, econômico e ambiental do estabelecimento rural, apontar pontos críticos ou riscos e os pontos positivos e oportunidades. Além disso, gera uma série de informações úteis para auxiliar o gestor público na identificação de vulnerabilidades socioeconômicas das propriedades voltadas à agricultura familiar, suas fragilidades ambientais, entraves e potencialidades agrossilvipastoris na escala de uma bacia ou sub-bacia hidrográfica, bem como na elaboração e monitoramento de programas específicos de intervenção em áreas ou situações problemáticas, de programas indutores para adoção de práticas de adequação ambiental e socioeconômica, ou de programas para o reconhecimento e premiação de produtores com bom desempenho ambiental. A agricultura de base familiar envolve práticas que chamamos de ‘revolução verde’, cujos princípios são essenciais para diversas populações que delas dependem, assim como tem extrema relevância para que níveis satisfatórios de sustentabilidade sejam alcançados (CÂNDIDO e SILVA, 2015). Este contexto já vem fazendo

parte das discussões do meio acadêmico e vem orientando as ações voltadas à construção de uma agricultura sustentável, face aos desafios enfrentados hoje diante da dicotomia estabelecida pelo uso da terra e sua respectiva conservação (CÂNDIDO e SILVA, 2015).

2.3 Programa de Regularização Ambiental – PRA

A Regularização Ambiental de posses das propriedades rurais perante as regras que norteiam a conservação de vegetação nativa, mais especificamente a Lei Estadual de Minas Gerais nº 20.922, de 2013 e a Lei Federal nº 12.651, de 2012, é um objetivo essencial a ser alcançado nos próximos anos para o Estado de Minas Gerais. A noção de conservação da vegetação nativa no âmbito de propriedades rurais existe desde 1934.

Com o advento do Código Florestal de 1965 e as alterações trazidas pela Lei Federal nº 7.803/89, a conservação de Áreas de Preservação Permanente (APP) e de Áreas de Reserva Legal (RL) se tornou uma obrigação, muito embora nesta época ainda não houvesse um processo de Regulamentação Ambiental dos passivos destas áreas.

Já no começo da Lei Federal nº 12.651/12, a recomposição, recuperação e restauração de áreas desmatadas foram definidas tendo como base instrumentos como o Cadastro Ambiental Rural (CAR) e os Programas de Regularização Ambiental (PRA) estaduais, com o objetivo de desencadear o processo de adequação ambiental. De acordo com os dados obtidos junto ao Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural – SICAR, cuja gestão é responsabilidade do Serviço Florestal Brasileiro – SFB.

Em sua atualização, o Cadastro Ambiental Rural indica em Minas Gerais 872.208 imóveis rurais inscritos na sua base de abrangendo uma área de 50.234.836,75 ha. A quantidade de imóveis rurais cadastrados e o fato de que aproximadamente 92% possuírem até 4 módulos fiscais representam desafios no tocante à Regularização Ambiental. Conciliar a conservação do meio ambiente à produção, bem como fomentar a preservação de áreas relevantes em relação à água, biodiversidade e solos, são temas fundamentais para o desenvolvimento sustentável do Estado de Minas Gerais.

O PRA-MG contempla todos os conceitos e requisitos necessários para o processo de Adequação Ambiental de propriedades rurais que possuem passivos ambientais, assim considerados os desmates realizados nas Áreas de Preservação Permanentes e Reservas Legais, até 22/07/2008, e nas Áreas de Uso Restrito – AUR, até 28/05/2012, que, por força das disposições do Decreto nº 48.127/21, as AUR só serão recuperadas ou recompostas quando também forem caracterizadas como APP e RL. Além disso, o documento também

define como deve se dar adesão ao Programa, com a inscrição no CAR, elaboração da Proposta Simplificada de Regularização Ambiental (PSRA) e, quando exigido pelo órgão ambiental, a apresentação do Projeto de Recomposição de Áreas Degradadas e Alteradas (PRADA). A adesão ao PRA/MG será formalizada por meio da assinatura do Termo de Compromisso (TC).

Tendo como base os biomas mineiros – Mata Atlântica, Cerrado e Caatinga – e suas especificidades, o Manual apresenta os métodos de recomposição, recuperação ou restauração, como regeneração natural, plantio de espécies nativas, o plantio intercalado de nativas com exóticas e a implementação de Sistemas Agroflorestais Sucessionais (SAFS).

3 METODOLOGIA

No que tange aos procedimentos, a pesquisa se enquadrou como bibliográfica, uma vez que Marconi e Lakatos (2003) confirmam que se trata de um tipo de pesquisa que se faz a partir de materiais que já foram publicados e seus assuntos já passaram por análises. Aqui, os materiais pesquisados foram livros, periódicos e publicações científicas como artigos e dissertações. Conforme afirmam Gerhardt e Silveira (2009, p. 37), a pesquisa bibliográfica “é feita a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas, e publicadas por meios escritos e eletrônicos, como livros, artigos científicos e páginas de web sites”. Pode ser considerada também uma pesquisa descritiva, pois lidou com informações sobre o objeto de pesquisa, sendo explicativa porque identificou fatores participantes dos fenômenos aqui descritos.

Quanto à questão de abordagem, esta pesquisa tratou de aspectos da realidade a fim de explicar e compreender limitações do tema abordado, que foi a questão do Zoneamento Ambiental e Produtivo aplicado à propriedade rural aqui mencionada. Quanto à natureza, tratou-se de uma pesquisa aplicada, lidando com conhecimentos práticos, conforme um problema específico (GERHARDT e SILVEIRA, 2009).

Foi também uma pesquisa qualitativa, pois levou em conta a exposição de um problema por meio do mapeamento das ações possíveis para tratá-lo. Conforme Castilho et al (2014), a pesquisa qualitativa prioriza ideias e usa de conteúdos descritivos e análise de dados para compor suas explanações, e também pôde ser considerada como exploratória, tendo em vista que buscou explicitar a situação-problema e levantar hipóteses, embasada no levantamento bibliográfico, partindo de dados e informações que buscaram a familiaridade do pesquisador com o problema (GIL, 1994).

Por fim, considerou-se ainda, segundo Castilho et al (2014), que houve também uma pesquisa de campo, a qual gerou conhecimentos acerca do problema abordado, fazendo observações controladas, com base nos dados coletados e nas observações que puderam ser feitas sobre o tema. Como havia um objeto de análise bem definido, considerou-se ainda um estudo de caso, tendo em vista o foco em uma área rural específica e a respectiva aplicação do ZAP.

Sabe-se que a gestão ambiental passa pelo manejo racional dos recursos naturais existentes em um determinado espaço. Para tanto, o primeiro passo foi compreender melhor os diversos elementos que compõem e a melhor interação dinâmica desses elementos com o meio físico e entre si, na escala de uma sub-bacia hidrográfica.

Um dos instrumentos disponíveis para esta abordagem em uma escala maior (a sub-bacia hidrográfica) denomina-se Zoneamento Ambiental e Produtivo (ZAP). Esse sistema tem como objetivos avaliar o uso múltiplo da água e da sua efetiva disponibilidade em um determinado território, delimitar e caracterizar as unidades de paisagens inseridas nesse espaço, auxiliando no planejamento do uso conservacionista dos recursos naturais.

O mapeamento das unidades de paisagem tem como base os elementos fornecidos pela geomorfologia, geologia, pedologia, hidrografia e o uso e ocupação do solo. Uma vez definidas, essas são categorizadas segundo o grau de vulnerabilidade. No contexto dos instrumentos de gestão e planejamento de territórios, o ZAP se relaciona de forma complementar aos Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistemas (ISA), ao Projeto de Adequação Socioeconômica e Ambiental (PASEA), ao Cadastro Ambiental Rural (CAR), ao Programa de Regularização Ambiental (PRA).

Houve relevância também no levantamento de dados dos usuários de água, para obtenção de dados contidos nos processos de Outorgas e Cadastros de Usos Insignificantes concedidos pelo IGAM na sub-bacia hidrográfica em estudo, identificando o atual cenário desta sub-bacia hidrográfica, em combinação com resultados das etapas de definição das unidades de paisagens e avaliação da pressão hídrica.

Os estudos propostos no Estado de Minas Gerais são submetidos e analisados pelo Comitê Gestor. Os critérios e procedimentos para elaboração, formalização, análise, descrição e publicidade dos estudos podem ser consultados na Deliberação nº 19, de 03 de agosto de 2020. Portanto, a proposta será submetida ao Comitê Gestor através de formulário específico. Em linhas gerais, deverão ser quatro etapas, de acordo com a 3ª Edição (2020).

3.1 Seleção da Área de Estudo

A seleção da área de estudo deve considerar bacias hidrográficas com limites variando entre 15.000 a 55.000 hectares, visto que na delimitação da área e no recorte de rede hidrográfica devem ser levantados alguns dados, tais como: Circunscrição Hidrográfica – CH2, macrobacia pertencente, municípios abrangentes, utilizando-se obrigatoriamente as bases oficiais mais recentes do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), inclusive a base de hidrografia ottocodificada. Todas as bases estão disponíveis para acesso e download na plataforma da IDE-Sisema.

Se ocorrer alguma inconsistência na delimitação da bacia hidrográfica em comparação com a realidade, a partir da base oficial mais recente do IGAM, que possa afetar os resultados do estudo de ZAP, poderão ser propostos ajustes na área delimitada. Todavia, deverão ser incorporados aos produtos do ZAP (relatório e base SIG) o mapa de delimitação “Original” e o mapa “Ajustado”, assim como deverão ser descritas e justificadas as alterações. Inicialmente, deverão ser adicionadas ao projeto QGIS as bases referentes à sub-bacia hidrográfica em estudo, seguido da identificação do trecho hídrico localizado no ponto mais a jusante da bacia, tendo como referência a “hidrográfica ottocodificada”.

Para calcular a área da bacia, deve-se colocar em edição a tabela de atributos do *shape* através do ícone do lápis amarelo. A rede hidrográfica extraída da base oficial do IGAM deve ser analisada e comparada com a realidade da bacia, visando a corrigir possíveis trechos inexistentes e/ou deslocamentos de cursos d’água, mesmo quando a imagem e base hidrográfica se encontram na mesma projeção e Datum. Tais correções são imprescindíveis para identificação com maior acurácia das áreas de preservação permanente (APPs) hídricas da bacia, inclusive seu estado de conservação. Desse modo, os ajustes na base hidrográfica devem ser feitos de forma manual, trecho a trecho.

Desta forma, foi selecionada uma área de estudo que considerou os limites variando entre 15.000 a 55.000 hectares, pois áreas compreendidas entre intervalo resultam em um maior detalhamento de dados e informações que podem ser representados em maiores escalas em Sistemas de Informações Geográficas (SIG).

3.2 Definição das Unidades de Paisagens

A definição das unidades de paisagem consiste em sua delimitação e caracterização objetivando o planejamento do uso conservacionista dos recursos ambientais das bacias

hidrográficas, tendo por base a abordagem da análise da paisagem e da inter-relação entre seus componentes, a qual é fundamentada nos preceitos da ecologia da paisagem, que se preocupa com as relações entre os processos ecológicos e o padrão de seus elementos.

A definição das UPs permite indicar as potencialidades, limitações e aptidões de usos e ocupações múltiplas. Parte-se do princípio de que o meio físico condiciona as diversas modalidades de usos e ocupações dentro dos paradigmas da sustentabilidade e das potencialidades de intervenções para prevenção, mitigação e correção de problemas ambientais, decorrentes da inobservância da capacidade de uso específica de cada unidade (FERNANDES et al., 2013). A paisagem, dentro de cada especificidade local, é como uma síntese dos componentes do meio físico (geologia, relevo e solos) e as suas interações com o meio biótico (vegetação nativa) e meio socioeconômico (atividades antrópicas), a utilização dessa abordagem analítica facilita a interpretação dos resultados dos estudos, consequentemente na sua transformação em planejamento de bacias hidrográficas.

Dentre as aplicações mais relevantes dessa abordagem, destacam-se: Adequação socioeconômica e ambiental das propriedades rurais e de bacias hidrográficas; Planejamento do uso e ocupação múltiplos dos espaços; Identificação das aptidões para as atividades econômicas das áreas caracterizadas; Planejamento de atividades agrossilvipastoris dentro dos preceitos da sustentabilidade; Seleção de áreas para conservação da biodiversidade.

A construção das unidades de paisagem deve seguir as seguintes fases: Espacialização e compartimentação das Unidades de Paisagem (UP) por meio do uso de Modelos Digital de Elevação (MDE) e do cruzamento de dados de geologia, solo, hidrografia e vegetação; Correlação dos arquivos vetoriais gerados das UPs pré-determinadas com arquivos vetoriais de uso e ocupação da terra, geologia, solos e outros zoneamentos já efetuados; Identificação, para cada UP, das potencialidades, limitações, fragilidades e aptidões para fins múltiplos; Validação de campo.

Foram definidas as unidades de paisagens e a inter-relação entre seus componentes, fundamental nos preceitos da ecologia da paisagem, com a preocupação das relações entre os processos ecológicos e o padrão espacial de seus elementos, tendo como foco a caracterização das potencialidades, limitações e aptidões para usos e ocupações múltiplas da região mencionada, diante da possibilidade de intervenções para a prevenção, mitigação e correção de problemas ambientais. Também foi proposta a avaliação da pressão hídrica, com o objetivo principal de indicar as áreas que sofrem maior pressão pelo uso das águas na sub-bacia hidrográfica em estudo.

3.2.1 Delimitação da Área de Estudo e Tratamento da Imagem

Partindo para o mapeamento das Unidades de Paisagens, sendo a obtenção do modelo digital de elevação (MDE), o qual é composto por imagens geradas por sensores de radar (PALSAR) do satélite ALOS (*Advanced Land Observing Satellite*). A obtenção do MDE pode ser realizada a partir da plataforma EARTHDATA3, supervisionada pela NASA, que processa, faz correção radiométrica em uma resolução espacial, re-amostrada para 12,5 m, de forma gratuita.

No site eletrônico, na página inicial onde se define o produto a ser baixado clica-se no campo “*dataset*”, e seleciona-se ALOS e PALSAR. Definindo-se a área de interesse, clicando no campo “*area of interest*”, onde se pode selecionar arquivos em formato *shapefile* (shp) *geojson* (.geojon), kml (.kml) ou um arquivo zip (.zip) contendo um *shapefile* ou ainda digitalizando-se um polígono no entorno da área a ser estudada.

Após delimitada a área de estudo, clica-se em “*search*” na barra de ferramentas superior do EARTHDATA e então são apresentados os produtos do satélite ALOS obtidos para área de interesse. Logo depois desse primeiro momento, clica-se em “*search*” e aparecerá a lista de produtos ALLOS PALSAR daquela área que estão disponíveis para *download*.

O próximo passo é baixar o MDE, o que é feito selecionando as cenas de interesse e clicando-se em “*download*” na barra de ferramentas, atentando-se para aquelas que possuem alta resolução e correção. Após, deve-se abrir a imagem no *software* QGIS, adiciona-se a camada vetor do limite da bacia a ser trabalhada, edita-se as curvas de nível e define-se em 10 m, recorta-se, obtém-se o *shape* a ser trabalhado para extração das Unidades de Paisagens.

3.2.2 Delimitação das Unidades de Paisagem

Após a extração das curvas de nível, exportam-se as mesmas para o *software* Google Earth, por meio da geração de um arquivo kml (no QGIS), deve-se salvar o *shapefile* em formato *keyrole markup language* (kml). Este *software* permite a ampliação da elevação do terreno, o que possibilita melhor visualização do relevo da área de interesse.

Para maior padronização na definição e denominação dos tipos de UPs devem ser utilizadas como base as fichas de Unidades de Paisagem do Estado de Minas Gerais, conforme apresentado no manual de Metodologia ZAP, 3ª Edição (2020):

As unidades de paisagens são delimitadas manualmente no QGIS, por meio da criação de nova camada por polígono. A delimitação automática, por meio das faixas de curvas de nível, por exemplo, não é indicada, pois retrata as unidades de maneira

generalizada, falhando em representá-las de forma fidedigna. A inexistência de parâmetros adequados inviabiliza a adoção deste método para demarcação, tornando-se subjetiva e ignorando muitas vezes as particularidades de cada unidade. A delimitação manual possibilita o trabalho em escala mais apropriada.

Caso a sub-bacia ainda tenha informações de solo e geologia em escala compatível recomenda-se o cruzamento destas com os dados de geomorfologia, obtidos no item anterior, para maior detalhamento das unidades de paisagem. O ideal é que os polígonos sejam criados em coordenadas UTM (*Universal Transversa Mercator*) para que, posteriormente, seja possível calcular a área de cada unidade de forma a verificar sua expressividade na sub-bacia.

3.2.3 Trabalho de Campo e Elaboração do Mapa de Unidades de Paisagem

De posse do mapa preliminar deve-se realizar a checagem de campo, o que objetiva a elucidação de dúvidas e complementação do mapeamento. Nesta fase, todas as unidades de paisagens devem ser visitadas para a confirmação de seus limites, de suas características agro ambientais e as respectivas associações com os materiais geológicos e pedológicos. É imprescindível para confirmação para a confirmação e ajuste das unidades de paisagem e o máximo de características qualificadoras deve ser observado em cada unidade para a proposição e confecção do mapa final das Unidades de Paisagens, acompanhado em mãos do modelo de Ficha Técnica de Observação em Campo, que deverá ser utilizada para os pontos de verificação.

Destaca-se que, ao final da confecção do mapa de Uso e Ocupação da Terra, também será necessária uma visita de campo para confirmação e ajuste das feições mapeadas. Dessa forma, visando a otimizar a visita e até mesmo possibilitar um ganho de tempo, sugere-se a realização do trabalho de campo final apenas após a confecção dos mapas, ou seja, tanto o de Unidades de Paisagens quanto o do Uso e Ocupação da Terra.

3.2.4 Caracterização das potencialidades, limitações e aptidões

Para a caracterização das potencialidades, limitações e aptidões, deve ser elaborada a Matriz de correlação das unidades delimitadas com suas respectivas potencialidades, limitações e aptidões para usos e ocupações múltiplos, baseando-se na Metodologia ZAP, 3ª Edição, 2020. A tabela de caracterização das unidades de paisagem existentes em Minas Gerais trouxe a caracterização de cada unidade de paisagem, onde foram estabelecidas, para cada unidade, inferências sobre a vegetação nativa original (meio biótico) e as aptidões para

uso/ocupação (meio antrópico). Tal caracterização é de extrema importância, já que as unidades de paisagem são integradas e apresentam respostas diferenciadas principalmente aos eventos pluviais, o que reflete na dinâmica do ciclo hidrológico.

3.3 Avaliação da Pressão Hídrica

Para fins a que se compõe o ZAP, a pressão hídrica em uma sub-bacia hidrográfica será resultante da análise a montante e a jusante de cada trecho dos cursos d'água desta bacia, isto é, a relação entre a demanda hídrica total a montante do trecho pela vazão de referência (Q7.10) deste trecho e também considerando o nível mais restritivo a jusante. Esta etapa tem como objetivo principal indicar as áreas que sofrem maior pressão pelo uso das águas na sub-bacia hidrográfica em estudo. Diferencia-se do cálculo de disponibilidade hídrica para fins da concessão de Outorga, no qual avalia o balanço hídrico a montante e a jusante conforme instrução de Serviço SISEMA no 02/2020, disponível no site eletrônico da SEMAD.

A pressão hídrica será avaliada considerando as captações de água existentes, por meio de Outorgas e/ou Cadastros de usos insignificantes concedidos pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), bem como as vazões Q7.10 de referência previamente indicadas na base de hidrografia (regionalização de vazão) e limites de otobacias disponíveis na plataforma da IDE-Sisema.

Os seguintes níveis de pressão deverão ser utilizados:

- Pressão de nível 1—demanda menor que 30% da Q7.10 ($< 30\% \text{ Q7.10}$)
- Pressão de nível 2—demanda acima ou igual a 30% e inferior a 50% da Q7.10 ($30\% > \text{Q7.10} < 50\%$)
- Pressão de nível 3—demanda acima ou igual a 50% e inferior a 100% da Q7.10 ($50\% > \text{Q7.10} < 100\%$)
- Pressão de nível 4—demanda acima ou igual a 100% da Q7.10 ($> 100\% \text{ Q7.10}$)

3.3.1 Levantamento dos Usuários de água

Para obtenção de dados contidos nos processos de Outorgas e Cadastros de usos insignificantes concedidos pelo IGAM na sub-bacia hidrográfica, deverá ser solicitado à Coordenação do ZAP, requerimento via e-mail, o relatório dos usuários de água na sub-bacia. Este relatório conterá informações que possibilitaram a identificação de cada usuário e sua

demanda hídrica, em cada trecho dos cursos d'águas existentes na sub-bacia, tais como: número do processo; portaria; data de publicação; data de vencimento da portaria; status do processo; empreendedor; bacia; Circunscrição Hidrográfica – CH; curso d'água; tipo; finalidade; modo de uso; coordenadas geográficas; Datum; vazão captada (m^3/s); e vazão de demanda (m^3/s). A Coordenação disponibilizará ao solicitante o referido relatório, em formato de planilha eletrônica, dentro de um prazo médio de 30 (trinta) dias.

3.3.2 Processamento dos Dados dos Usuários de Água

A planilha dos usuários de água conterá os processos do tipo de uso superficial (individual ou coletivo) localizados na sub-bacia hidrográfica em estudo ou Circunscrição Hidrográfica - CH - na qual se encontra. É possível conferir a vazão de captação de cada processo por meio das Portarias de Outorgas, através do site eletrônico: <http://igam.mg.gov.br/outorga/-consulta-de-decisao-de-outorgas-de-direito-de-uso>, principalmente no que diz respeito às unidades de medida em L/s ou m^3/s e as outorgas coletivas, em caso de dúvidas em relação a alguma vazão informada. Com a tabela em mãos, é necessário: Organizar coordenadas Latitude e Longitude (se necessário); Existem colunas com coordenadas em graus, minutos e segundos (GMS) e coordenada métricas UTM; Observar que, para cada tipo, haverá um procedimento para adicionar os pontos no QGIS. Observar também os diferentes “Data” - que são os dados obtidos no processo de mapeamento - apresentados na planilha de usuários (a codificação dos Data é: 1 = SAD 69; 2 = WGS 84; 3 = Córrego Alegre).

3.3.3 Importação e Organização dos Dados dos Usuários de Água

Após a validação e organização dos dados dos usuários da sub-bacia hidrográfica em estudo, o próximo passo é a geração de um arquivo “CVS (separado por vírgulas)” para adição dos pontos no software QGIS.

3.3.4 Cálculo da Demanda Hídrica a Montante de Cada Trecho

O primeiro passo para o cálculo da demanda hídrica de cada trecho é delimitar a área de drenagem de cada trecho. Para isso, é necessária a utilização dos arquivos *shapefiles* da

rede hidrográfica e das ottobacias, disponibilizados na plataforma da IDE-Sisema. A área de drenagem de cada trecho é composta pela sua ottobacia e pelas ottobacias que têm suas drenagens escoando para o trecho em análise. No programa QGIS, a seleção da área de drenagem do trecho pode ser realizada utilizando uma expressão no shape de ottobacias.

- ✓ Primeiro passo: Anotar o “cocursodag” e o “cobacia” do trecho em análise;
- ✓ Segundo Passo: Selecionar o shape de ottobacias e clicar no link de “selecionar feições usando uma expressão”;
- ✓ Terceiro passo: Utilizar a seguinte expressão: “cobacia” >= ‘nocobacia’ AND “cocursodag” LIKE ‘nococursodag%’ Depois de identificada a área a montante do trecho em análise, serão selecionadas as intervenções hídricas (camada de usuários de água) de acordo com a seguinte regra:

No caso de existência de barramento com regularização de vazão, na área de drenagem do trecho em estudo, o potencial de regularização da estrutura gera uma alteração na pressão hídrica a jusante, no qual as captações realizadas a montante do barramento não alteram a pressão hídrica na jusante do barramento, com isso, para cálculo de pressão não são considerados as demandas a montante dos barramentos com regularização de vazão.

3.3.5 Determinação da Pressão Hídrica a Montante

A pressão hídrica a montante em cada trecho será determinada pela seguinte expressão:

Equação:

$$\text{Pressão Hídrica (\%)} = \frac{\text{QdemTotal}}{\text{Q7.10}} \times 100$$

Em que:

Pressão Hídrica = Pressão Hídrica referente do Trecho (%) Qdem Total = Demanda total será a demanda do trecho mais as demandas dos trechos a montante (m³/s).

Q7.10 = Vazão de referência ou vazão mínima de dias de duração e 10 anos de recorrência (m³/s).

Deste modo, coloca-se novamente em edição a camada de hidrografia e adiciona-se uma nova coluna intitulada “PresHid” (Pressão Hídrica). Nessa coluna será feito o cálculo da pressão hídrica montante de cada trecho por meio da expressão: £ = [(“QdemTotal”) / “Q7.10”]*100

Por meio do estilo graduado para a coluna “PresHid”, classificam-se os trechos dos cursos d’água da sub-bacia de acordo com os níveis de pressão hídrica, em:

Nível 1 (Demanda menor que 30% da Q7.10).

Nível 2 (Demanda acima ou igual a 30% e inferior a 50% da Q7.10).

Nível 3 (Demanda acima ou igual a 50% e inferior a 100% da Q7.10).

Nível 4 (Demanda acima ou igual a 100% da Q7.10).

Para uma melhor visualização, também pode ser criado uma nova coluna “PresHidM” na camada de hidrografia com nível identificado.

3.3.6 Determinação da Pressão Hídrica a Montante e Jusante

Para determinação das pressões hídricas a jusante e montante de cada trecho, deverá ser considerado o nível mais restritivo encontrado em trecho a jusante no qual a água do trecho em análise flui. Um trecho de nível 1, que possui a jusante trechos de nível 2 e de nível 3, receberá a classificação de nível 3. A informação de nível deve ser inserida manualmente para cada trecho em uma nova coluna chamada “PresHidJM”.

3.4 Levantamento do Uso e Ocupação da Terra

De acordo com o IBGE (2013), o levantamento do uso e ocupação da terra pode ser entendido como:

[...] O conjunto de operações necessárias à elaboração de uma pesquisa temática que pode ser sintetizada por meio de mapas. O levantamento da Cobertura e do Uso da Terra indica a distribuição geográfica da tipologia de uso, identificada por meio de padrões homogêneos da cobertura terrestre. Envolve pesquisas de escritório e de campo, voltadas para a interpretação, análise e registro de observações da paisagem, concernentes aos tipos de uso e cobertura da terra, visando sua classificação e espacialização por meio de cartas.

No Zoneamento Ambiental e Produtivo, o levantamento do Uso e Ocupação da Terra permite identificar o atual cenário da sub-bacia hidrográfica em estudo. Em combinação com os resultados das etapas de definição das unidades de paisagem e avaliação da pressão hídrica, é possível obter informações sobre os componentes socioambientais que caracterizam essa bacia. Tais informações são importantes na indicação das recomendações e diretrizes que visam a aprimorar o planejamento e a gestão do território, levando em conta o uso sustentável dos recursos ambientais disponíveis.

O ZAP, de acordo com a classificação do uso e ocupação da terra da área de estudo deverá ser realizado, prioritariamente, por meio de um dos seguintes métodos:

- 1) Classificação automática supervisionada;
- 2) Vetorização manual das feições identificadas na imagem.

O método de classificação automática supervisionada se baseia na aquisição de pontos amostrais na imagem representativos das feições identificadas, em que cada pixel será associado à respectiva classe de feição.

O método manual de vetorização das feições identificadas na imagem é indicado em situações onde há a possibilidade de ocorrência de dados levantados em trabalho de campo prévio, o que otimiza a veracidade das informações classificadas e torna a classificação mais precisa. Contudo, a utilização deste método para grandes extensões territoriais pode promover uma alta demanda de tempo e de recursos humanos para a sua realização.

Dessa forma, a utilização dos métodos de classificação automática se traduz em ganho de tempo e minimização de recursos humanos, enquanto a classificação manual possibilita um produto de maior precisão e qualidade. Nesse sentido, recomenda-se o uso dos dois métodos, visando garantir uma supervisão humana sob o método automático.

3.4.1 Obtenção das Imagens de Satélite e Trabalho Campo

Para iniciar o processo de vetorização é necessária uma ou mais imagens de satélite e o tratamento das mesmas. Deve-se utilizar imagens do satélite Sentinel-2 (10 metros de resolução) que podem ser encontradas e baixadas gratuitamente ou de outros satélites com melhor resolução (<10 m). Esse processo pode ser facilitado através de um script para a plataforma da *Google Earth Engine* (assim como foi feito nesta pesquisa), a qual baixamos as imagens Sentinel-2 diretamente recortadas e agrupadas (quando necessário) para a bacia hidrográfica em estudo. É imprescindível a obtenção de imagens recentes, ou seja, com até seis meses antes da data de elaboração do estudo. Isso possibilita atestar que o mapeamento do uso e ocupação da terra reflete o momento atual da bacia hidrográfica quando da realidade do ZAP.

Deve ser criado um arquivo de tipo *shapefile* para uso e ocupação da terra. Visando a padronizar as possibilidades dos diferentes tipos de feições a serem encontradas em determinada sub-bacia e a inserção dos dados na IDE-Sisema, estabeleceu-se a classificação obrigatória de nomes e cores apresentada na Tabela 1. A padronização se baseia na 3ª Edição do Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2013 p. 149), com adaptações para a biogeografia

mineira, escalonadas para o ZAP. A classificação é dividida em três níveis hierárquicos (I, II e III).

Tabela 1. Classes de Uso e Ocupação da Terra.

Classes de Uso e Ocupação da Terra		
Nível I – Classe	Dígito II	Nível II - Subclasse
1 – Áreas Antrópicas Não Agrícolas	1.1	Áreas Urbanizadas
		Áreas de Mineração
2 – Áreas Antrópicas Agrícolas	2.1	Culturas Agrícolas
	2.2	Pastagens
	2.3	Silvicultura
	2.4	Pivô Central de Irrigação
3 – Áreas de Vegetação Natural	3.1	Área Florestal
	3.2	Área Campestre
	3.3	Veredas
4 - Água	4.1	Águas Continentais
	5.1	Áreas Descobertas
5 – Outras Áreas	5.2	Estradas

Fonte: Adaptado de Manual Técnico de Uso da Terra – 3ª Edição (IBGE, 2013).

Deve-se levar em consideração, orientados pelos aspectos da imagem tratada, conhecimentos empíricos dos técnicos, além de informações secundárias de estudos de impacto ambiental. É importante lembrar que o mapeamento deve ser realizado em escala espacial compatível à imagem de satélite utilizada. No caso da Sentinel-2 essa escala é por volta de 1:35:000 na projeção SIRGAS 2000 UTM.

Recomenda-se ainda o mapeamento das áreas de preservação permanente (hídricas), associadas aos cursos e corpos d'água, nascentes e veredas e das APPs de altitude e declividade. Para as APPs hídricas, aplica-se a ferramenta “Buffer” do QGIS, utilizando valores de raio de acordo com a legislação vigente. Para as APPs de altitude e de declividade é necessária a identificação através de um MDE.

Na tabela 2, apresentada abaixo, podemos identificar a necessidade dos padrões dessas áreas em acordo com a legislação vigente:

Tabela 2. Levantamento de Áreas de Preservação Permanente (APP).**Levantamento das Áreas de Preservação Permanentes**

Tipo	Legislação (Lei Estadual nº 20.922/2013)	Tamanho APP (Raio Buffer aplicado)
Cursos d'água (menos de 10 m)	“As faixas marginais de cursos d'água, naturais perenes e intermitentes, excluídos os efêmeros, medidas a partir da borda da calha do leito regular, em largura mínima de 30 m para os cursos d'água de menos de 10 m de largura.” <i>Alínea a, Inciso I do Art. 9º</i>	30 m
Nascentes	“As áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, no raio mínimo de 50 m.” <i>Inciso IV do Art. 9º</i>	50 m
Veredas	“Em veredas, a faixa marginal, em projeção horizontal, com largura mínima de 50 m, a partir do término da área de solo hidromórfico.” <i>Inciso IX do Art. 9º</i>	50 m (a área da vereda também computa-se como APP)
Reservatórios d' água artificiais	“As áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de curso d'água, naturais, na faixa de proteção definida na licença ambiental do empreendimento.” <i>Inciso III do Art. 9º</i> “No entorno dos reservatórios artificiais, situados em áreas rurais com até 20 ha de superfície, a APP terá, no mínimo, 15 m, medidos a partir da cota máxima de operação, observada a faixa máxima de 50 m.” <i>§ 3º do Art. 9º</i> “Nas acumulações naturais ou artificiais de água com superfície inferior a 1ha (um hectare), fica dispensada a reserva da faixa de proteção prevista nos <i>Incisos II e III do caput</i> , vereda nova supressão de áreas de vegetação nativa, salvo autorização pelo órgão ambiental competente integrante do Sistema Nacional do Meio Ambiente – Sisnama.” <i>§ 5º do Art. 9º</i>	Não tendo o valor definido na licença ambiental para cada represa foi adotado o mais restrito: 50 m
Reservatórios d' água artificiais (Geração de energia)	“...conforme estabelecido no licenciamento ambiental, observando-se a faixa mínima de 30 m e máxima de 100 m em área rural, e a faixa mínima de 15 m e máxima de 30 m em área urbana.” <i>Art. 22º</i>	Usina Nova Ponte, valor definido na licença ambiental: 100 m
Altitude	“As áreas em altitude superior a 1.800 m (mil e oitocentos metros).” <i>Inciso VIII do Art. 9º</i>	Valores acima de 1.800 m através das curvas de nível.
Declividade	“As encostas ou partes destas com declividade superior a 45º (quarenta e cinco graus), equivalente a 100% (cem por cento), na linha de maior declividade.” <i>Inciso V do Art. 9º</i>	Valores de declividade acima de 45º extraídos a partir do MDE.

Fonte: Metodologia, 3ª Edição, 2020, p. 63 e 64.

3.5 Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistemas

O setor agropecuário e florestal tem um grande potencial econômico, pois contribui para a balança comercial e distribuição de riquezas em inúmeras regiões distantes dos grandes centros urbanos; social, ao empregar pessoas com maior qualificação técnica e promover mais oportunidades de emprego e capacitações; e ambiental, com o uso racional de recursos e geração de serviços ecossistêmicos. O produtor rural, principal gestor e agente de mudanças do território rural, tem como desafio o planejamento e manejo dos sistemas de produção visando garantir e conciliar bom desempenho econômico, ambiental e social.

O uso de indicadores pode auxiliar o produtor rural na verificação do estado ou condição de seus sistemas de produção, como também fornecer suporte no processo de tomadas de decisões e ajudar na promoção de melhorias em situações de alta complexidade, envolvendo vários produtores e outros atores que possuem alguma ligação com o setor ou com um determinado território (SCHLIDWEIN, 2010). Além de gerar diagnósticos, essas métricas podem monitorar os sistemas de produção.

O sistema ISA contém 21 indicadores, abrangendo os balanços econômico e social, o gerenciamento do estabelecimento rural, a qualidade do solo e da água, o manejo dos sistemas de produção e a diversidade da paisagem e o estado de conservação da vegetação nativa. Para tanto, foi verificada junto a área em estudo, a real necessidade de uma amostragem, junto aos pequenos agricultores, como o objeto de qualificar e quantificar, informações relevantes levantadas junto ao ZAP, fortalecendo e reafirmando a Metodologia ZAP, aplicada na sub-bacia hidrográfica em estudo.

O ISA propõe uma abordagem sobre o tema meio ambiente que vai além do processo de regularização ambiental de um imóvel rural, em uma escala temporal mais ampla, definindo estratégias de curto, médio e longo prazos no planejamento do estabelecimento rural, com foco em temas estratégicos como: proteção dos remanescentes de vegetação nativa e corpos d'água; recuperação de pastagens degradadas; integração das atividades agrossilvipastoris, agrobiodiversidade; destinação, tratamento de resíduos domésticos e gerados nas atividades agropecuárias, sendo um instrumento direcionado.

3.6 Programa de Regularização Ambiental

A conservação da vegetação nativa no âmbito de posses e propriedades rurais existe desde 1934. Com o advento do Código Florestal de 1965 e as alterações trazidas pela Lei

Federal nº 7.803 de 1989, a conservação de Áreas de Preservação Permanentes (APP) e de Áreas de Reserva Legal (RL) se tornou uma obrigação, muito embora não houvesse um processo de regularização ambiental dos passíveis destas áreas. Conciliar a conservação do meio ambiente à produção, bem como fomentar a preservação de áreas relevantes em relação à água, biodiversidade e solo, são temas fundamentais para o desenvolvimento sustentável. O Decreto Estadual nº 48.127, de 26 de janeiro de 2021, reafirma premissas importantes, a saber: “Art. 1º - O Programa de Regularização Ambiental – PRA previsto na Lei Federal no 12.651, de 25 de maio de 2012, e na Lei no 20.922, de 16 de outubro de 2013.” (BRASIL, 2013)

Em Disposições Gerais, Capítulo I, Parágrafo Único:

O PRA é um programa público de incentivo às ações a serem desenvolvidas por proprietários rurais com o objetivo de viabilizar a adequar a regularização ambiental de imóveis rurais situados no Estado.

O Programa de Regularização Ambiental de Minas Gerais (PRA-MG) estabelece as regras que regem o processo de regularização ambiental dos passivos identificados nos imóveis rurais. O possuidor ou proprietário deverá propor as ações de recomposição, recuperação, e/ou compensação que pretende adotar, preenchendo a Proposta Simplificada de Regularização Ambiental (PSRA) que será a base do Termo de Compromisso (TC) a ser assinado, conforme orientações disponibilizadas no site eletrônico do órgão ambiental.

Com auxílio das informações levantadas pela Metodologia ZAP, na área de estudo, é possível passar as instruções e orientações aos agricultores familiares, ou seja, orientações técnicas e relevantes para a devida condução de suas propostas de adequação ao referido programa, visto que, a própria metodologia sinaliza para tais pontos de referência.

Partindo de tal premissa, em apoio aos produtores da sub-bacia em estudo, podemos orientar em como proceder nessa questão, pois ao final do estudo, teremos um diagnóstico, embasado tecnicamente, em termos e argumentos suficientes. O mapeamento aponta os limites geográficos e suas fitofisionomias, bem como as áreas de ocorrência natural das espécies no território, servindo como instrumento de política, planejamento e gestão ambiental.

Essas informações contribuem para inferir o tipo de vegetação que pretende restaurar/recuperar, possibilitando reconhecer os componentes chaves e parâmetros ecológicos para orientar as estratégias de recomposição ou restauração, bem como o monitoramento das atividades realizadas no âmbito.

Face ao exposto, temos uma oportunidade única de apresentar e orientar essas etapas, na premissa da construção de propostas embasadas pela legislação vigente, que são: o diagnóstico, que consiste na elaboração do CAR, análise da paisagem e observação de campo; a elaboração da Proposta Simplificada e/ou do PRADA, caso seja aplicável; a implantação do projeto: realização das ações, segundo o cronograma pré-estabelecido; a manutenção, que consiste nas atividades sequenciais realizadas para elevar as áreas objeto da recuperação, restauração e recomposição; o monitoramento, que são as avaliações periódicas para acompanhamento da efetividade das ações dos projetos; e, por fim, a Conclusão do Termo do Compromisso, que é o atestado do cumprimento das obrigações assumidas. Sendo assim, Assistência Técnica Ambiental em alto nível de escala.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização da Área de Estudo

O Município de São João Nepomuceno (Figura 1) está localizado na Zona da Mata Mineira, Emater MG, Unidade Regional de Cataguases, sendo a mesma composta administrativamente por 26 municípios inseridos na Bacia Hidrográfica do Rio Pomba.

Figura 1. Localização das sub-bacias estudadas e mapa da distribuição das Regionais da EMATER MG



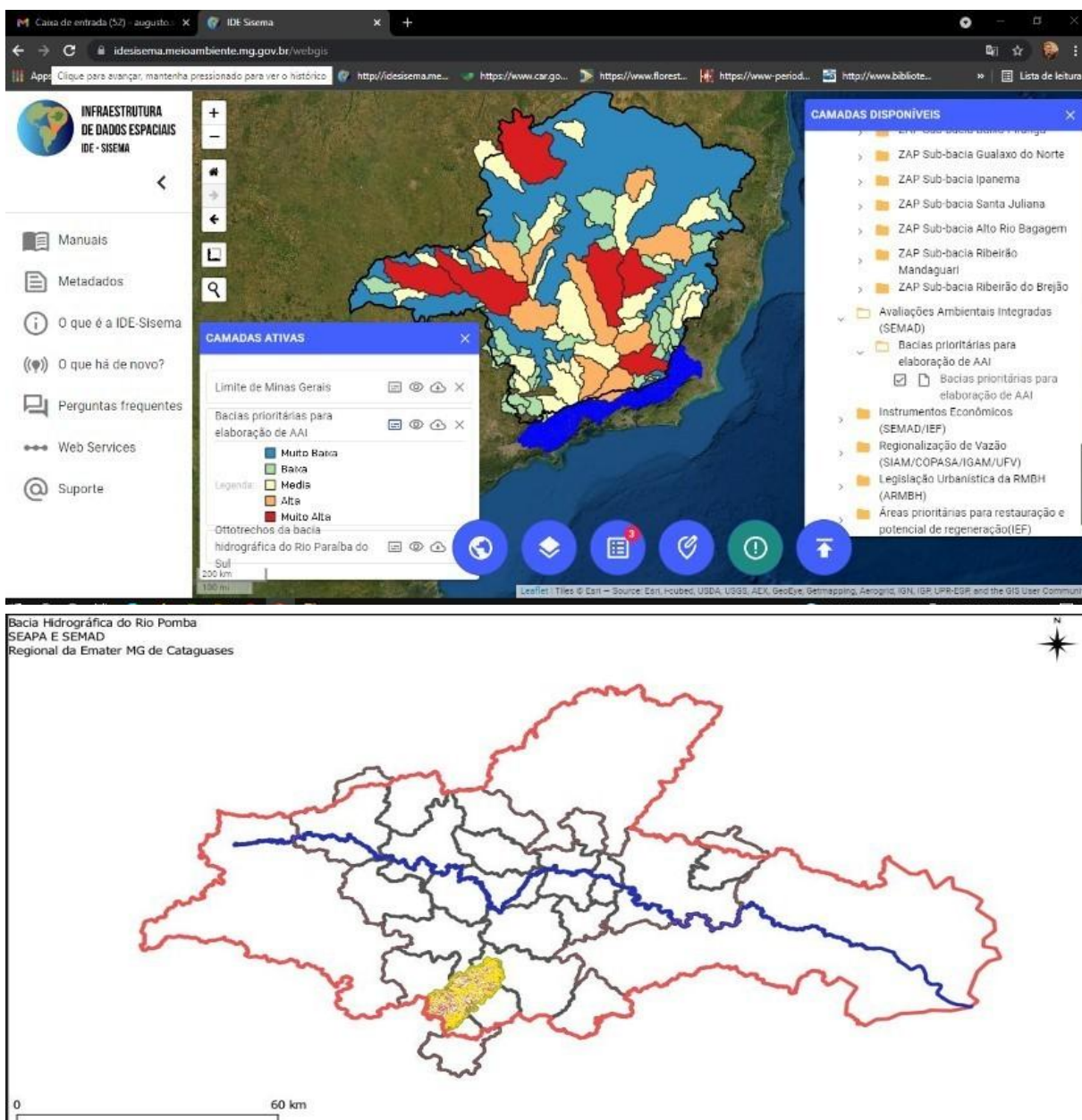
Fonte: Relatório de Administração da Emater, 2020.

Fonte: Do autor, QGIS, Maio, 2022.

O Município em questão apresenta uma população de 26.530 habitantes, com densidade demográfica de 61,50 hab/km². São João Nepomuceno possui área de 407.427 km², inserido no Bioma da Mata Atlântica e apresenta como atividade rural principal a bovinocultura de leite e corte, seguida pela horticultura, conforme dados e do censo do

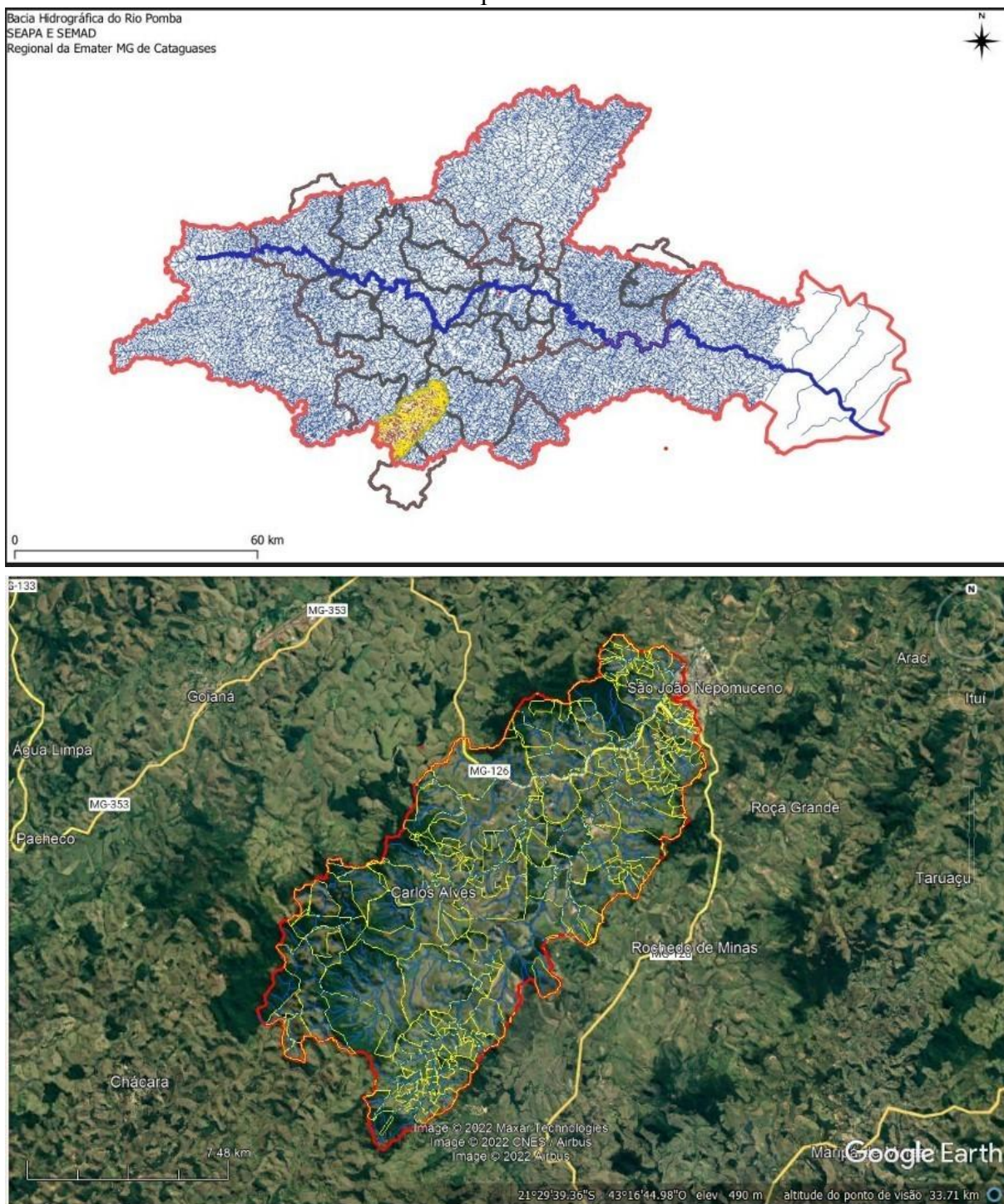
IBGE/2021 (<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/sao-joao-nepomuceno.html>) , e, Emater MG, escritório local. Neste contexto, a Comunidade de Carlos Alves (Figuras 2 e 3) está localizada estrategicamente nas coordenadas, a metros de altitude, próximo da área urbana, onde se obtém a captação de água para abastecimento da cidade, assim como um município estratégico e polinizador para outros municípios para região em estudo.

Figura 2. IDE-Sisema e a Delimitação da Bacia Hidrográfica do Rio Pomba – MG.



Fontes: <https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/webgis> e Do autor, QGIS, 2022.

Figura 3. Bacia Hidrográfica do Rio Pomba e a sub-bacia da Comunidade de Carlos Alves
São João Nepomuceno - MG.



Fonte: Emater MG/São João Nepomuceno – MG e Do autor, QGIS, 2022.

Dentre as técnicas de classificação utilizadas no mapeamento de uso e ocupação da região em análise, independente da complexidade da abordagem, houve a sistematização do processo de extração de informações dos produtos de satélite, resultando em imagens digitais

constituídas por agrupamento de pixels, os quais representam agora padrões homogêneos de categoria (mapa digital temático; Figura 4).

Figura 4. Mapa de Localização do Município de São João Nepomuceno - MG.



Fonte: Departamento de Geografia -Laboratório de Cartografia e Geomorfologia da Universidade Federal de Viçosa - MG

Porém, para sua efetiva utilização para o contexto desta metodologia, assim como qualquer outro produto de classificação digital de imagens de satélite, foi submetida a uma avaliação de acurácia como requisito básico no processo de elaboração e distribuição, além de comparação entre resultados, isso porque a imagem classificada resultante sempre está sujeita não só a erros posicionais, oriundos da correção geométrica a imagem, mas também a erros temáticos.

Essa questão é importante não só para o fornecimento de um guia da qualidade do mapa produzido e avaliado de sua adequação para as etapas subsequentes da Metodologia ZAP, mas também na compreensão do erro e suas possíveis implicações, sobretudo quando realizadas quantificações, assim como a matriz de erro e sua respectiva amostragem. Ressalta-se que os resultados não indicam as ações necessárias para adequação da bacia hidrográfica em estudo, mas podem subsidiar essa proposição, mediante análises mais aprofundadas da região em questão. Recomenda-se que, sempre que possível, os resultados sejam apresentados no formato de mapas, tabelas e índices. Todos os dados e informações passíveis de serem geoespacializados deverão constar na base de dados do SIG.

Sendo assim, foram mapeadas e calculadas as áreas conservadas e antropizadas da região, bem como as áreas das APP's conservadas e antropizadas. Também é calculada a concentração de nascentes, uma vez que é feito o levantamento de conflitos dos usos atuais da terra com as unidades de paisagem, mediante um resumo dos índices utilizados.

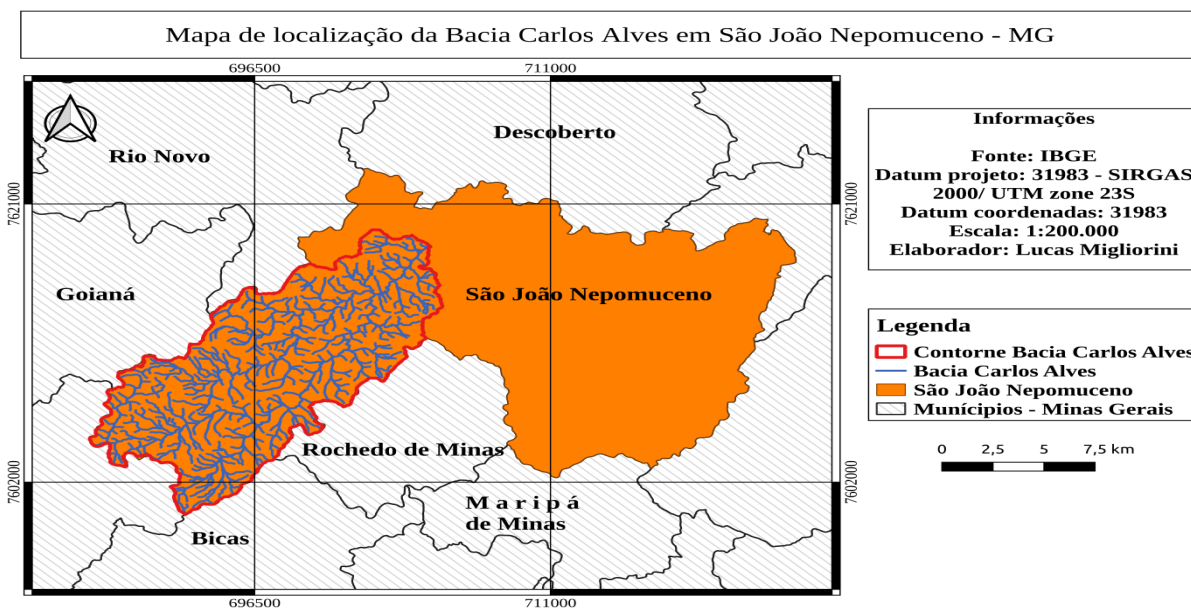
A qualidade cartográfica dos produtos, mediante a Metodologia do Zoneamento Ambiental e Produtivo, teve como premissa básica a utilização e a produção de bases de dados digitais georreferenciadas. Isso porque seus três principais produtos (definição de unidades de paisagem, estudo de disponibilidade hídrica e mapeamento do uso e ocupação da terra) encontram no espaço seu local de diálogo e síntese. E é por meio dos insumos cartográficos envolvidos que o leitor realizará a abstração do mundo real representado.

Há normas nacionais e internacionais específicas para o gerenciamento da qualidade de dados geoespaciais, como por exemplo, a série ISO 19100. Dentre as vinculadas a ela, a norma ISO19157/2013 aborda especificamente o tema da qualidade do conjunto de dados e foi com base nela que a Comissão Nacional de Cartografia (Concar) estabeleceu a Especificação Técnica para o Controle de Qualidade dos Produtos de Conjuntos de Dados Geoespaciais (ET-CQDG), detalhando os principais elementos componentes na avaliação de qualidade de dados: completude, consistência lógica, acurácia posicional, acurácia temática, usabilidade.

Em linhas gerais, tais critérios estão resumidos na Resolução Conjunta SEMAD/FEAM/IEF/IGAM no 2.684/2018, que estabelece a especificação técnica que deverá ser atendida para o correto encaminhamento de dados geoespaciais digitais vetoriais à SEMAD e suas entidades vinculadas, para padronização dos formatos e aderência à infraestrutura de Dados Espaciais do SISEMA, portanto, a representação dos objetos derivados os estudos de ZAP deverá ser produzida, exclusivamente, no formato *Shapefile* (contendo, no mínimo, as extensões, .shp,, .shx e .prj), devendo ser utilizado modelo de estrutura de dados vetoriais e primitiva geométrica (ponto, linha e polígono) compatível com a natureza do objeto.

Ao final, faz-se necessária a elaboração de um Plano de Adequação Socioeconômico Ambiental (PASEA), e uma base de dados em sistema de informações geográficas – SIG, apresentados ao Comitê Gestor do ZAP para avaliação, sistematização e disponibilização em ambiente eletrônico para todo o Estado, propiciando a utilização por órgão e entidades públicas e privadas, para formulação de planos, programa e ações de manejo adequado do uso e gestão sustentável, como a difusão do conhecimento científico adquirido dentro da Universidade Federal de Lavras, da publicação em revistas - (RBSO -QUALIS/CAPES B2).

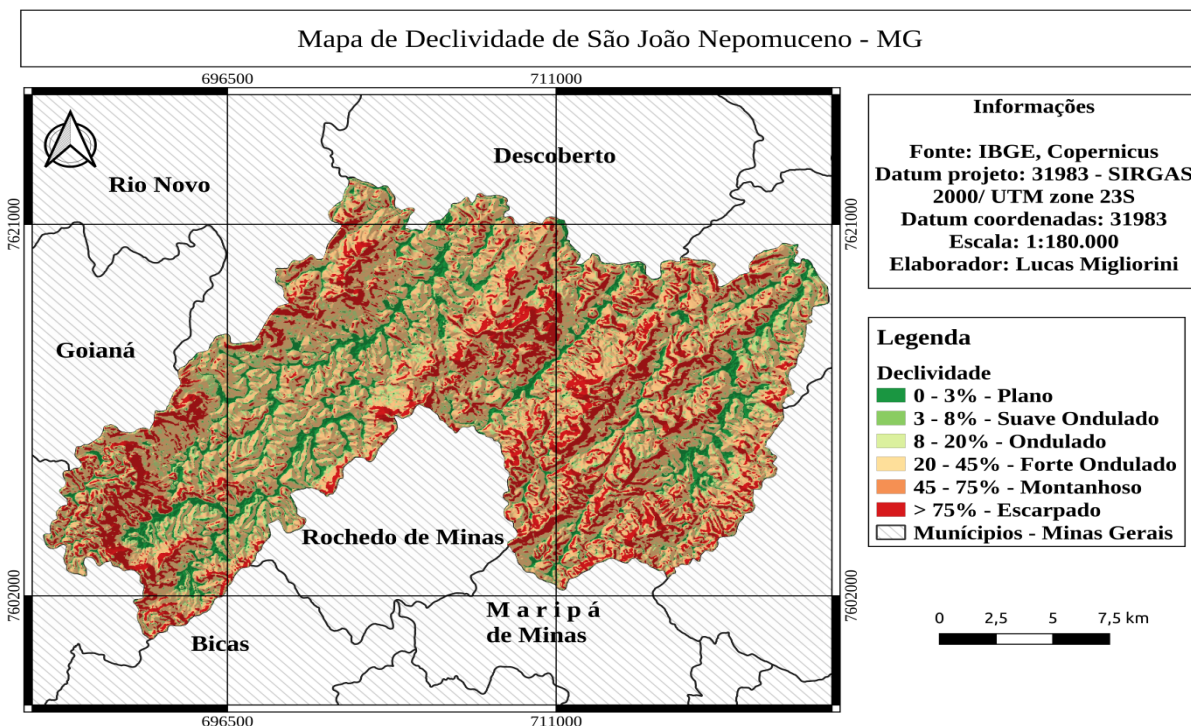
Figura 5. Mapa de localização da Sub-Bacia de Carlos Alves – MG.



Fonte: Departamento de Geografia - Laboratório de Cartografia e Geomorfologia da Universidade Federal de Viçosa - MG

Na Figura 5 é possível perceber a localização exata da sub-bacia hidrográfica analisada nesta pesquisa, bem como a região de sua circunvizinhança., demonstrando-se assim toda a abrangência da Bacia Carlos Alves.

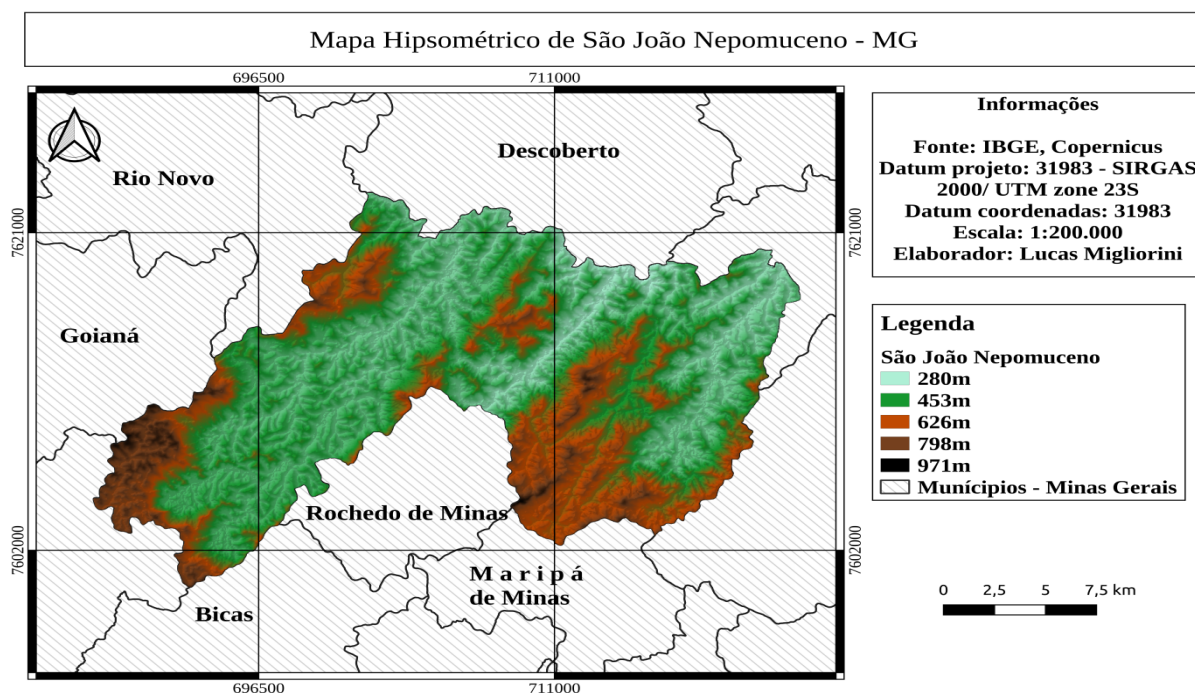
Figura 6. Mapa de Declividade do Município de São João Nepomuceno – MG.



Fonte: Departamento de Geografia - Laboratório de Cartografia e Geomorfologia da Universidade Federal de Viçosa - MG

O mapa apresentado acima (Figura 6) mostra a declividade da região de São João Nepomuceno como um todo, na qual é possível avaliar também a declividade da região da Bacia Carlos Alves, que pode fornecer dados topográficos dos cursos d'água das propriedades inseridas na referida sub-bacia, face à elaboração de um modelo digital de elevação., lembrando que a declividade de uma região permite estabelecer níveis de velocidade de escoamento e de picos de enchentes. Na região em análise, percebeu-se a predominância de declividades que oscilam entre suaves e fortes ondulações (3 – 8% e 20 – 45%, respectivamente). O relevo suave ondulado permite práticas agrícolas satisfatórias, inclusive com o uso de mecanização, mediante cuidados como o uso de estruturas para a contenção de erosão, ao contrário do fortemente ondulado, que dificulta consideravelmente tais práticas.

Figura 7. Mapa Hipsométrico da Bacia de São João Nepomuceno – MG.

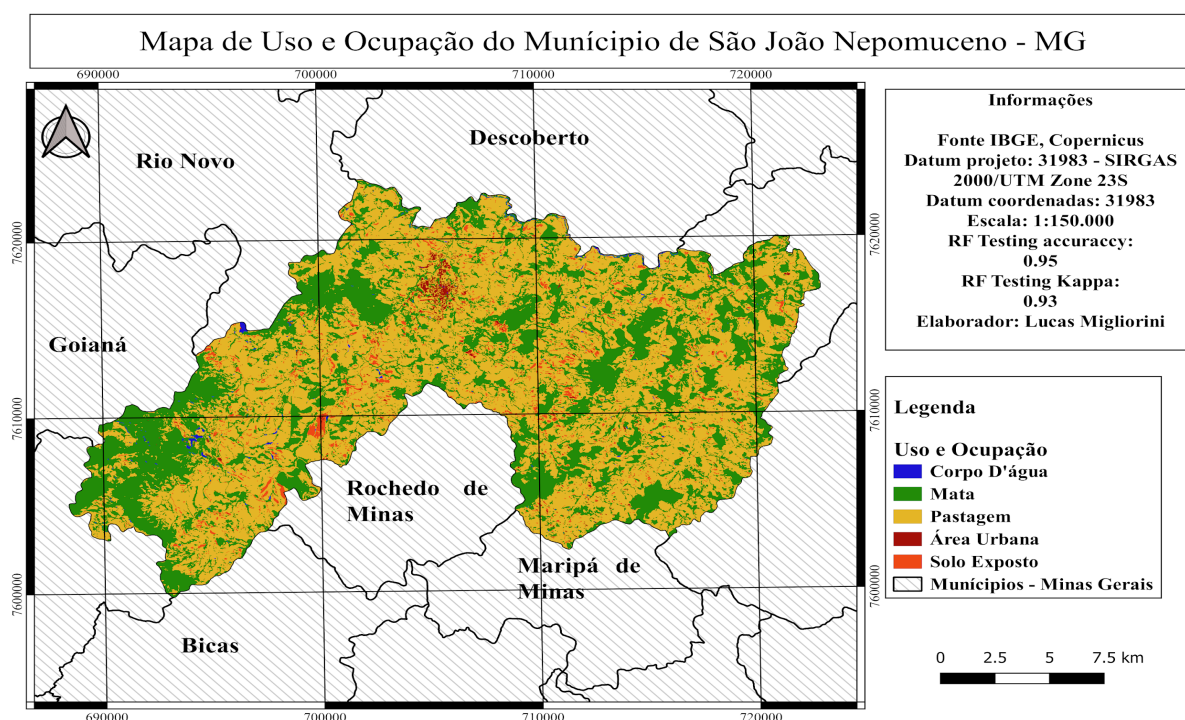


Fonte: Departamento de Geografia - Laboratório de Cartografia e Geomorfologia da Universidade Federal de Viçosa - MG

Acima, observa-se o mapa hipsométrico da região analisada (Figura 7), trazendo os valores de altitudes da mesma, para fins de observação e compreensão da topografia do local escolhido para análise e aplicação do ZAP, uma vez que a altimetria auxilia na análise das potencialidades de uma determinada bacia hidrográfica, de modo a planejar e potencializar o uso sustentável dos recursos hídricos, mediante as características inerentes a uma região. No mapa hipsométrico de São João Nepomuceno percebe-se que as altitudes oscilam

majoritariamente entre 280 metros e 453 metros, e com porções menores de 626 metros, onde as cores mais fortes e escuras representam regiões mais altas, enquanto as cores mais suaves demonstram os locais mais baixos. As variações de altitude indicam variações de vegetação nativa e fornecem níveis diferentes de umidade e pH do solo, servindo de parâmetro para um manejo mais adequado das atividades agrícolas.

Figura 8. Mapa Uso e Ocupação do Município de São João Nepomuceno - MG.



Fonte: Departamento de Geografia - Laboratório de Cartografia e Geomorfologia da Universidade Federal de Viçosa - MG.

Analisando o Mapa Uso e Ocupação (Figura 8), em conformidade com a sua legenda, percebe-se que, não somente para a região em questão da sub-bacia, mas, um forte indicador de que a predominância de domínio da exploração voltada para a agropecuária, pois está caracterizada, extensivamente, uma vasta área de pastagem.

Ampliando um pouco a discussão e aplicando uma análise crítica e conjunta dos mapas, ou seja, o cruzamento de informações pode ser útil para tomada de decisões, pois foram apresentadas informações relevantes em alguns indicadores, como a caracterização da declividade, altitude, uso e ocupação, que associadas a outras fontes contidas neste estudo, por exemplo, toda e pertinente legislação vigente - Cadastro Ambiental Rural (CAR), Programa de Regularização Ambiental (PRA) - entre outras ferramentas, assim como os Indicadores de Sistemas Agroflorestais, podem contribuir para o processo decisório sobre a área estudada, bem como a formulação de políticas públicas voltadas para os pequenos agricultores

familiares, como incentivo à produção com sustentabilidade, pagamento por incentivos ambientais e créditos de carbono, ações direcionadas para a preservação, conservação recomposição, composição e restauração de ecossistemas, mais equilibrados e com bases em produções sustentáveis.

Em outra visão pode-se apontar a evidência na Plataforma IDE-SISSEMA, que indica que a Bacia Hidrográfica do Rio Pomba carece de estudos, oferecendo assim oportunidades de informações relevantes e norteadoras, uma vez que a Bacia abrange em sua totalidade vinte municípios, sendo que, a Unidade Regional da Emater MG de Cataguases compreende em sua totalidade de vinte e oito municípios, direcionando dessa forma para uma construção, conscientização e participação coletiva nela inserida, por meio das atividades citadas anteriormente.

O estudo abrangeu várias áreas do conhecimento, necessitando de uma equipe multidisciplinar para boas formulações, discussões, implementações, ações, monitoramento em movimento sinérgico integrado para apoio às tomadas de decisões, boas parcerias e políticas públicas, melhor aproveitamento dos recursos disponíveis, com foco produtivo, gerador de renda e, ao mesmo tempo, sustentável.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É de muita importância compreender este contexto socioeconômico e ambiental, dentro e fora dos limites de um estabelecimento rural e construção das atividades agrossilvipastoris, conciliando-as à conservação e ao uso racional dos recursos naturais. Sendo assim, levam-se em conta as informações importantes na indicação das recomendações e diretrizes que visam aprimorar o planejamento e a gestão do território ao uso sustentável dos recursos ambientais disponíveis. Desta forma, dá-se ao agricultor familiar o papel de protagonista na gestão ambiental, para além do cumprimento de regras e leis, com foco na geração de renda e diminuição de riscos ambientais.

É também necessário identificar oportunidades a partir do arcabouço da legislação ambiental direcionado ao setor agropecuário e ambiental, com vistas a inserir a agenda da sustentabilidade no planejamento do estabelecimento rural, uma vez que resultados positivos na perspectiva de sustentabilidade surgem com o êxito na conservação dos solos e dos recursos hídricos, como resultados diretos do planejamento de uso dos mesmos e da melhoria de suas infraestruturas e técnicas de produção, tendo em vista a possibilidade de adoção de

práticas de estímulo à proteção da biodiversidade, em conformidade e atendimento das normas (Código Florestal, Licenciamento, Água, Legislação).

REFERÊNCIAS

- BADÊ, J. C. **Lei Florestal de Minas Gerais**: LEI nº 20.922, de 16 de Outubro de 2013: Dispõe sobre as Políticas Públicas e de Proteção a Biodiversidades: Orientações aos Produtores Rurais. Belo Horizonte - MG. Assembleia Legislativa do Estado de Minas Gerais, 2013.
- CÂNDIDO, Gesinaldo Ataíde; SILVA, Valdenildo Pedro da. **Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistemas** - Aplicações em diversos tipos de cultivo e práticas agrícolas do Rio Grande do Norte. IFRN: Natal, 2015. 258 p.
- CASTILHO, Auriluce Pereira; BORGES, Nara Rúbia Martins; PEREIRA, Vânia Tanús. **Manual de metodologia científica do ILES Itumbiara/GO**. Itumbiara: ILES/ULBRA, 2014. Disponível em: <http://www.ulbra.br/upload/57c82ea6221906e563c5cf8acba19f84.pdf>.
- CHAVES, Maria do Perpétuo Socorro Rodrigues; RODRIGUES, Débora Cristina Bandeira. **Desenvolvimento sustentável**: limites e perspectivas no debate contemporâneo. Universidade Católica Dom Bosco, Interações 8. Campo Grande, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1518-70122006000200011>. Acesso em: 15/02/2024.
- COSTA, Fernando Almeida. **Zoneamento ambiental e serviços ecossistêmicos**: Aplicabilidade no contexto brasileiro. 2019. 212 f., il. Tese (Doutorado em Geografia)—Universidade de Brasília, Brasília, 2019. Disponível em: <http://www.realp.unb.br/jspui/handle/10482/37802>. Acesso em: 10/02/2024.
- Decreto Estadual nº 46.650 - **Dispõe sobre a Metodologia Mineira de Caracterização Socioeconômica e Ambiental de Sub-bacias Hidrográficas, denominado Zoneamento Ambiental e Produtivo – ZAP**. Publicação: Diário Executivo – “Minas Gerais” - Belo Horizonte, 20 de Novembro de 2014, Pág. 2 col. 1.
- Decreto Estadual nº 48.127 - **Dispõe sobre e Regulamenta no Estado o Programa de Regularização Ambiental, previsto na Lei Federal no 12.651, de 25 de maio de 2012, e na LEI no 20.922, de 16 de outubro de 2013, e dá outras providências**. Publicação: Diário Executivo - “Minas Gerais” – Belo Horizonte, 27 de Janeiro de 2021. Pág. 1.
- DEPONTI, C.; ECKERT, C.; AZAMBUJA, J. L. B. de. **Estratégia para construção de indicadores para avaliação da sustentabilidade e monitoramento de sistemas**. Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável, Porto Alegre, v.3, n.4, p. 44-52, out/dez 2002.
- FERNANDES, M. R. **Caracterização de Unidades de Paisagem**. Belo Horizonte, MG: EMATER – MG, 2013.
- FLAUZINO, Fabrício Silvério; SILVA, Mirna Karla Amorim; NISHIYAMA, Luiz; ROSA, Roberto. **Geotecnologias aplicadas à gestão dos recursos naturais da bacia hidrográfica**

do Rio Paranaíba no cerrado mineiro. Sociedade & Natureza, Uberlândia, 22 (1): 75-91, abr. 2010. 75 p.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de pesquisa.** Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisas.** São Paulo: Editora Atlas, 1994.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – Diretoria de Geociências. **Manual Técnico do uso da terra.** 3ª Ed. IBGE: Rio de Janeiro, 2013.

INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS – IEF. Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável - SEMAD: Execução: Agroicone Ltda. Equipe Técnica: Rodrigo, C. A. L., et al; Programa de Regularização Ambiental de Minas Gerais – PRA -MG/MANUAL TÉCNICO: Disponível em: <http://www.ief.mg.gov.br/regularizacao-ambiental-de-imoveis-rurais/-programa-de-regularizacao-ambiental-pra>. Acesso em: 08/02/2024.

KALIL, Amarildo José Brumano; PINTO, Thales Rodrigo do Carmo; ALMEIDA, Roberta. **Uso do Zoneamento Ambiental e Produtivo na Priorização de Áreas para Aplicação de Recursos em Sub-Bacias Hidrográficas.** Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 36, n. 285, p. 78-90, 2015.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica.** 5. ed. São Paulo : Atlas 2003.

MARZALL, Kátia; ALMEIDA, Jalcione. **Indicadores de sustentabilidade para agroecossistemas.** Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília, v.17, n.1, p.41-59, jan./abr. 2000.

NEVES, Livia Almada; BORGES, Renata Simões Guimarães e; FERREIRA, Bruno Pérez. **As Estratégias da Visão Baseada em Recursos Naturais São Lucrativas?** Um Estudo Longitudinal do Índice de Sustentabilidade Empresarial Brasileiro. Fundação Escola de Comércio Álvares Penteado. São Paulo, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbgn/a/zJNXffDvKRbrNMnLJZP6fBy/#>. Acesso em: 20/02/2024.

OLIVEIRA, Paulo Tarso Sanches de . **Zoneamento ambiental no planejamento e gestão de bacias hidrográficas.** Dissertação de mestrado apresentada à Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais. Campo Grande, 2011. Disponível em: <https://repositorio.ufms.br/handle/123456789/2224>. Acesso em: 20/02/2024.

OLIVEIRA, P. T. S. et al. **Zoneamento ambiental aplicado à conservação do solo e da água.** Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor. Recebido para publicação em 7 de fevereiro de 2011 e aprovado em 6 de junho de 2011. Viçosa, 2011.

PÉRICLES, Alexandre Squaris Marques; JOSÉ, Mário Lobo Ferreira. **Tecnologias da Informação para a Gestão Rural, Aplicativo – ISApp.** Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 38, n. 300, p. 73-80, 2017.

ROMANO, P. A. et al. **Metodologia ZAP – Zoneamento Ambiental e Produtivo**. Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento, SEAPA; Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, SEMAD. Belo Horizonte, 2014.

SANTOS, P. S. dos; SANTOS, M. E. de G. dos; SANTOS, R. dos. **Uso e ocupação do solo: Reflexão sobre impacto ambiental**. Revista Agri-environmental Sciences, 7(1), 10. Palmas, 2021. Disponível em:
<https://revista.unitins.br/index.php/agri-environmental-sciences/article/view/5208/2600>. Acesso em: 01/03/2024.

SILVA, João dos Santos Vila da. **Análise Multivariada em Zoneamento para Planejamento Ambiental** – Estudo de Caso: Bacia Hidrográfica do Alto Rio Taquari MS/MT. Tese Submetida à Banca Examinadora para Obtenção do Título de Doutor em Engenharia Agrícola, na Área de Concentração em Planejamento e Desenvolvimento Rural Sustentável. 232 p. Campinas, 2003. Disponível em:
<https://docsagencia.cnptia.embrapa.br/informatica/TeseJoaoVila%5B.pdf>.

THEODORO, Suzi Huff; CORDEIRO, Pamora M. Figueiredo; BEKE, Zeke. **Gestão Ambiental: Uma Prática para Mediar Conflitos Socioambientais**. 17 p. Centro de Desenvolvimento Sustentável/Universidade de Brasília. Brasília, 2004. Disponível em:
<http://www.nuredam.com.br/files/divulgacao/artigos/Gest%E3o%20Ambiental%20e%20Conflitos%20socioambientais.pdf>.