

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Instituto de Geociências

Programa de Pós-graduação em Geografia

Flávia Las-Cazas de Brito

**GEODESIGN PARA CRIAÇÃO OU AMPLIAÇÃO DE UNIDADES DE
CONSERVAÇÃO DE PROTEÇÃO INTEGRAL: sub-bacia do Rio Piranga, Minas
Gerais**

Belo Horizonte

2023

Flávia Las-Cazas de Brito

**GEODESIGN PARA CRIAÇÃO OU AMPLIAÇÃO DE UNIDADES DE
CONSERVAÇÃO DE PROTEÇÃO INTEGRAL: sub-bacia do Rio Piranga, Minas
Gerais.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Geografia.

Área de concentração: Análise ambiental

Linha de pesquisa: Geografia aplicada a geotecnologias

Orientadora: Profa. Dra. Ana Clara M. Moura

Belo Horizonte

2023

B862g
2023

Brito, Flávia Las-Cazas de.

Geodesign para criação ou ampliação de unidades de conservação de proteção integral [manuscrito] : sub-bacia do Rio Piranga, Minas Gerais/Flávia Las-Cazas de Brito. – 2023.

142 f., enc. il. (principalmente color.)

Orientadora: Ana Clara Mourão Moura.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, 2023.

Área de concentração: Análise ambiental.

Linha de pesquisa: Geografia Aplicada a Geotecnologias.

Bibliografia: f. 138-142.

1. Planejamento urbano – Minas Gerais – Teses. 2. Áreas protegidas – Minas Gerais – Teses. 3. Proteção ambiental – Teses. 4. Análise multivariada – Teses. I. Moura, Ana Clara Mourão. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Geociências. III. Título.

CDU: 711.4(815.1)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
COLEGIADO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

FOLHA DE APROVAÇÃO

"GEODESIGN PARA CRIAÇÃO OU AMPLIAÇÃO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DE PROTEÇÃO INTEGRAL: Sub-Bacia do Rio Piranga, Minas Gerais"

FLÁVIA LAS-CAZAS DE BRITO

Dissertação de Mestrado defendida e aprovada, no dia 01 de novembro de 2023, pela Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Minas Gerais, constituída pelos seguintes professores:

Ana Clara Mourão Moura

EA/UFMG

Antônio Pereira Magalhães Júnior

IGC/UFMG

Alfio Conti

EA/UFMG

Belo Horizonte, 01 de novembro de 2023.



Documento assinado eletronicamente por **Ana Clara Mourão Moura, Professora do Magistério Superior**, em 01/11/2023, às 14:46, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Antonio Pereira Magalhaes Junior, Professor do Magistério Superior**, em 08/11/2023, às 20:01, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Alfio Conti, Professor do Magistério Superior**, em 08/11/2023, às 22:06, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2712678** e o código CRC **45A7C7FA**.

Dedico este trabalho a meus pais, que se esforçaram para me dar a melhor educação que puderam proporcionar.

AGRADECIMENTOS

A vida é feita de escolhas, e uma das minhas escolhas mais certas foi ter a coragem de entrar para o mestrado. A primeira da família a ter uma graduação e a primeira a concluir um mestrado. E é com muito orgulho que chego ao final dessa caminhada, na qual amadureci como ser humano e como profissional e tive a alegria de ter encontrado pessoas que tornaram esse processo mais prazeroso.

Agradeço à minha orientadora, Ana Clara, que me ajudou em tudo, nunca me deixou desamparada, apoiou-me, orientou-me e confiou no tema do estudo. Obrigada por compartilhar comigo um pouco da sua experiência, foi um prazer enorme.

Como não agradecer à minha família? À minha mãe, que não se faz presente fisicamente, mas que, com certeza, apoia-me e me dá forças para prosseguir meu caminho sem ela. Ao meu pai que me ajuda tanto. Agradecer ao meu filho, que, quando penso em desistir, dá-me um incentivo enorme, mamãe ama você, garoto!

Agradecer à VALE, em especial, à minha gerente, Isabel, que me incentivou e me liberou para poder participar das aulas e do *workshop*. Um agradecimento especial à Lívia e à Thais pela grande participação que deram no *workshop*, contribuindo com seus conhecimentos.

Agradeço ao CNPq e à Fapemig pelo suporte dado a pesquisadores do Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG, que favoreceu o desenvolvimento do meu tema. CNPq_401066/2016-9 Fapemig_PPM-00368-18 - “Geodesign e Modelagem Paramétrica da Ocupação Territorial: Geoprocessamento para a proposição de um Plano Diretor da Paisagem para a região do Quadrilátero Ferrífero-MG”.

*“A natureza criou o tapete sem fim
que recobre a superfície da terra.
Dentro da pelagem desse tapete vivem
todos os animais, respeitadamente,
nenhum o estraga, nenhum o rói,
exceto o homem”*

Monteiro Lobato (1946).

RESUMO

O estado de Minas Gerais possui como uma de suas principais atividades econômicas a mineração de ferro, processo cuja natureza é de transformação da paisagem. Diante de acontecimentos de sérios desastres ambientais, intensificou-se o interesse nas ações de contrapartida, proteção e recuperação ambiental. Entre as iniciativas ambientais, destaca-se a possibilidade de criação de Unidades de Conservação de Proteção Integral, que podem resultar de hierarquização de outras tipologias de unidades de conservação existentes, de requalificação e de ampliação de área existentes, ou mesmo de proposição de novas áreas para receberem o benefício. A discussão sobre a definição dessas áreas não é trivial e exige conhecimento específico sobre uma área de estudo, segundo suas características principais, vulnerabilidades e potencialidades. O processo exige, sobretudo, o compartilhamento de decisões que possam resultar de escuta a diferentes setores da sociedade por processo de cocriação. Nesse sentido, foi realizado um estudo experimental e acadêmico na sub-bacia do Rio Piranga, área seriamente impactada por desastre ambiental no ano de 2015. O estudo apresenta revisão bibliográfica sobre os temas e legislações de interesse, seguido de experimentação de aplicação do Geodesign. Embora acadêmico, o *workshop* de Geodesign, além de contar com alunos de pós-graduação, convidou representantes da sociedade relacionados a instituições de atividades econômicas, ambientais e sociais. O *framework* do Geodesign foi aplicado por meio da criação de mapas analíticos da área, organizados em uma IDE (Infraestrutura de Dados Espaciais), e as atividades aconteceram na plataforma *Web-Based GISColab*, por meio das etapas de enriquecimento de leitura sobre a área, proposição de ideias, discussões e críticas, mensuração de atendimento a métricas de objetivos, votação e decisão. Para validar o estudo, foi elaborado um mapa síntese de potencial para implantação de novas áreas de Unidades de Conservação, utilizado o método de Análise de Multicritérios, que promove a integração de mapas por cruzamento das variáveis que são classificadas segundo o grau de pertinência e prioridade para a implantação de propostas. Feito o mapa síntese, são comparados os resultados contidos no Geodesign com o potencial de implantação segundo o olhar técnico da análise de multicritérios. O estudo é um exemplo de como o Geodesign pode dar amplo apoio à decisão para a escolha de áreas propícias para Unidades de Conservação de Proteção Integral.

Palavras-chave: cocriação; geodesign; planejamento participativo; decisão compartilhada; planejamento ambiental; análise de multicritérios.

ABSTRACT

The state of Minas Gerais has iron mining as one of its main economic activities, a process whose nature is to transform the landscape. In face of serious environmental disasters, it was observed the intensification in interests to do compensation, protection and environmental recovery actions. Among the environmental initiatives, the possibility of creating Full Protection Conservation Units stands out, which can result from the hierarchization of other types of existing conservation units, the requalification and expansion of existing areas, or even the proposition of new areas for receive the benefit. The discussion about the definition of these areas is not trivial and requires specific knowledge about the study area, according to its main characteristics, vulnerabilities and potentialities. The process requires, above all, the sharing of decisions that may result from listening to different sectors of society, through a process of co-creation. In this sense, an experimental and academic study was carried out in the Piranga River sub-basin, an area seriously impacted by an environmental disaster in 2015. The study presents a bibliographic review on the topics of interest and about legislation, followed by experimentation with Geodesign application. Although academic, the Geodesign workshop, in addition to having postgraduate students, invited representatives of society, related to institutions of economic, environmental and social activities. The Geodesign framework was applied through the creation of analytical maps of the area, organized in an IDE (Spatial Data Infrastructure), and the activities took place on the GISColab Web-Based platform, through the stages of enriching reading about the area, proposing ideas, discussions and criticism, measurement of compliance with objective metrics, voting and decision. To validate the study, a synthesis map of the suitability for the implementation of new areas of Conservation Units was prepared, using the Multicriteria Analysis method, which promotes the integration of maps by crossing variables which are classified according to the degree of pertinence and priority for the implementation of proposals. Once the synthesis map is created, the results contained in the Geodesign step are compared with the map of suitability for implementation according to the technical perspective of multi-criteria analysis. The study is an example of how Geodesign can provide broad decision support for choosing suitable areas for Full Protection Conservation Units.

Keywords: co-creation; geodesign; participatory planning; shared-decision; environmental planning; multicriteria analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização da área de estudo.	18
Figura 2: UC de Proteção Integral do Estado de Minas Gerais.	26
Figura 3: Unidades de Conservação de Proteção Integral na sub-bacia do rio Piranga.	28
Figura 4: A colaboração do Geodesign para a Geografia.	29
Figura 5: Estrutura do Geodesign por Steinitz.	30
Figura 6: Estrutura do Geodesign por Moura.	32
Figura 7: Mapa da cobertura vegetal, conforme a Lei 11.428/06.	34
Figura 8: Distribuição do Bioma Mata Atlântica no Estado de Minas Gerais.	35
Figura 9: Cobertura vegetal do Bioma Mata Atlântica no Estado de Minas Gerais.	36
Figura 10: Limite da Bacia Rio Doce.	37
Figura 11: Hidrografia da sub-bacia rio Piranga.	38
Figura 12: Relevo da sub-bacia rio Piranga.	39
Figura 13: Altitudes da sub-bacia rio Piranga.	40
Figura 14: Tipos de solos da sub-bacia rio Piranga.	41
Figura 15: Geologia da sub-bacia rio Piranga.	42
Figura 16: Processos minerários da sub-bacia rio Piranga.	43
Figura 17: Uso e ocupação do solo da sub-bacia rio Piranga.	45
Figura 18: Caminho da lama do rompimento da Barragem de Fundão.	47
Figura 19: Modelos de representação: Limite da sub-bacia do Rio Piranga.	49
Figura 20: Modelos de representação: Limite municipal e mancha urbana.	50
Figura 21: Modelos de representação: UC de proteção integral, Sítio Ramsar e UC de uso sustentável.	51
Figura 22: Modelo de representação: Reserva Legal.	52
Figura 23: Modelo de representação: Mapa de potencialidade de ocorrência de cavidades.	53
Figura 24: Modelos de representação: Cobertura do uso do solo.	54
Figura 25: Modelos de representação: Área prioritária para conservação.	55
Figura 26: Modelos de representação: Hidrografia.	56
Figura 27: Modelos de representação: Pontos de outorga.	56
Figura 28: Modelos de representação: Formação ferrífera, Geomorfologia.	57
Figura 29: Modelos de representação: Tipos de solo.	58
Figura 30: Modelos de representação: Direitos minerários.	59
Figura 31: Modelos de representação: Estradas principais.	59

Figura 32: Modelos de processos: Concentração de Cabeceiras.	60
Figura 33: Modelos de processos: Acessibilidade e Capilaridade.	61
Figura 34: Modelos de processos: Temperatura de Superfície.	62
Figura 35: As classificações propostas pelo LCZ.	62
Figura 36: Modelos de processos: <i>Local Climate Zones</i>	63
Figura 37: Modelos de processos: Declividade.	64
Figura 38: Modelos de processos: Hipsometria.	65
Figura 39: Modelos de processos: Índice de Vegetação da Diferença Normalizada - NDVI.	66
Figura 40: Modelos de processos: Ecologia da Paisagem - Fator de Forma.	67
Figura 41: Modelos de processos: Ecologia da Paisagem - Área Núcleo.	68
Figura 42: Modelos de processos: Ecologia da Paisagem - Conectividade.	69
Figura 43: Modelos de processos - Ecologia da Paisagem - Síntese.	70
Figura 44: Modelos de processos: Distribuição de Renda.	71
Figura 45: Modelos de processos: Densidade da População.	72
Figura 46: Modelos de processos: Percentual de Rede de Esgoto.	72
Figura 47: Composição do <i>GISColab</i>	74
Figura 48: Interface de entrada no <i>GISColab</i> , com apresentação de contextos de trabalho. ...	75
Figura 49: Interface de acesso a sistemas em um contexto no <i>GISColab</i> , na forma de <i>WebGis</i>	75
Figura 50: Interface de acesso à coleção de mapas em cada sistema em um contexto no <i>GISColab</i> , na forma de <i>WebGis</i>	76
Figura 51: Etapa de Enriquecimento de Leitura – Anotações.	77
Figura 52: Segunda etapa - Desenho das propostas – Contexto Ambiental.	78
Figura 53: Segunda etapa - Desenho das propostas – Contexto Econômico.	78
Figura 54: Segunda etapa - Desenho das propostas – Contexto Social/Cultural.	79
Figura 55: Terceira etapa – Votação das propostas no contexto Ambiental.	80
Figura 56: Proposta 01 do grupo ambiental.	81
Figura 57: Proposta 02 do grupo ambiental.	81
Figura 58: Proposta 03 do grupo ambiental.	82
Figura 59: Proposta 04 do grupo ambiental.	82
Figura 60: Proposta 05 do grupo ambiental.	83
Figura 61: Proposta 06 e 07 do grupo ambiental.	84
Figura 62: Proposta 08 do grupo ambiental.	84
Figura 63: Terceira etapa – Votação das propostas no contexto Social/Cultural.	85

Figura 64: Proposta 01 do contexto Social/Cultural.....	86
Figura 65: Proposta 02 do contexto Social/Cultural.....	86
Figura 66: Proposta 03 do contexto Social/Cultural.....	87
Figura 67: Proposta 04 a 09 do contexto Social/Cultural.....	88
Figura 68: Terceira etapa – Votação das propostas no contexto Econômico.....	88
Figura 69: Proposta 01 do contexto Econômico.....	89
Figura 70: Proposta 02 do contexto Econômico.....	90
Figura 71: Proposta 03 do contexto Econômico.....	90
Figura 72: Proposta 04 do contexto Econômico.....	91
Figura 73: Proposta 05 do contexto Econômico.....	92
Figura 74: Proposta ajustada e aprovada do contexto Econômico.....	92
Figura 75: Resultado do <i>workshop</i> – proposta de UCPI.....	94
Figura 76: Proposta Unidade de Conservação do Ribeirão Bartolomeu.....	101
Figura 77: Proposta Criação de UC para ligar o corredor ecológico.....	102
Figura 78: Proposta Parque dos Bandeirantes.....	103
Figura 79: Proposta Criação de UC visando a uma integração da UTE.....	104
Figura 80: Proposta Criação de UC visando a uma integração da UTE.....	105
Figura 81: Proposta Criação de UC visando a uma integração da UTE.....	106
Figura 82: Proposta Criação de UC visando a uma integração da UTE.....	107
Figura 83: Proposta Criação de UC visando a uma integração da UTE.....	108
Figura 84: Proposta Criação de UC visando a uma integração da UTE.....	109
Figura 85: Escala de priorização para implantação de novas UCPI.....	111
Figura 86: Proposta Criação de corredor ecológico.....	113
Figura 87: Proposta UC Pinheiros Altos.....	114
Figura 88: Proposta Criação de UC da Cachoeira de Bicas.....	115
Figura 89: Proposta Criação de UC da Cachoeira do Ribeirão Moreira.....	116
Figura 90: Proposta UC – Pedra do Danta.....	117
Figura 91: Proposta Criação de UC para integração das UC.....	118
Figura 92: Escala de priorização para implantação de novas UCPI, contexto econômico.....	119
Figura 93: Árvore de decisão utilizada para o contexto ambiental.....	120
Figura 94: Proposta Ampliação do Parque Estadual Serra do Brigadeiro.....	124
Figura 95: Proposta Ampliação do Parque Estadual Serra do Brigadeiro.....	125
Figura 96: Proposta Criação de UC do Rio Gualaxo.....	126
Figura 97: Proposta Criação de nova UC.....	127

Figura 98: Proposta Ampliação do Parque Rio Doce.....	128
Figura 99: Proposta Criação de UC do Rio Xopotó.....	129
Figura 100: Proposta Parque Xopotó.....	130
Figura 101: Proposta Ampliação de Unidade já existente.....	131
Figura 102: Escala de priorização para implantação de novas UCPI – Contexto Ambiental.	132
Figura 103: Escala de priorização para implantação de novas UCPI de todas as propostas. .	134
Figura 104: Resultado do <i>workshop</i> – Proposta de UCPI.	136

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Categorias de áreas protegidas da UICN.....	23
Tabela 2: Tipos de Unidades de Conservação de Uso Sustentável.....	24
Tabela 3: Tipos de Unidades de Conservação de Proteção Integral.....	25
Tabela 4: UC de proteção integral distribuídas na sub-bacia do rio Piranga.....	27
Tabela 5: Uso e ocupação do solo.....	44
Tabela 6: Etapas do licenciamento ambiental.....	46
Tabela 7: Notas das classes.....	69
Tabela 8: Resultados alcançados com o <i>workshop</i>	93
Tabela 9: Medição de assertividade - Locacional.....	95
Tabela 10: Medição de assertividade - Prioridade.....	96
Tabela 11: Medição de assertividade - Temático.....	98
Tabela 12: Coleção de mapas utilizados para a análise de multicritério.....	99
Tabela 13: Pesos e notas para a MTC do contexto social/cultural.....	100
Tabela 14: Escala de priorização para implantação de UCPI.....	110
Tabela 15: Pesos e notas para a MTC do contexto econômico.....	111
Tabela 16: Escala de priorização para implantação de UCPI, contexto econômico.....	118
Tabela 17: Pesos e notas atribuídos para o grupo Vegetação.....	120
Tabela 18: Pesos e notas atribuídos para o grupo Hidrografia.....	121
Tabela 19: Pesos e notas atribuídos para o grupo Meio Físico.....	121
Tabela 20: Pesos e notas atribuídos para o grupo Uso Especial.....	122
Tabela 21: Pesos e notas atribuídos para o grupo Clima.....	122
Tabela 22: Pesos atribuídos para o contexto Ambiental.....	123
Tabela 23: Tabela 23: Escala de priorização para implantação de UCPI, contexto ambiental.	131
Tabela 24: Escala de priorização para implantação de UCPI de todas as propostas.....	133

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANM	Agência Nacional de Mineração
APA	Área de Proteção Ambiental
APP	Área de Proteção Permanente
CBH	Comitê de Bacia Hidrográfica
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Há	Hectares
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDE	Infraestrutura de Dados Espaciais
IEF	Instituto Estadual de Floresta
IGAM	Instituto Mineiro de Gestão das Águas
IUCN	<i>International Union for Conservation of Nature</i>
MPF	Ministério Público Federal
MTC	Análise de Multicritério
ONU	Organização das Nações Unidas
PARH	Plano de Ações de Recursos Hídricos
PIB	Produto Interno Bruto
SEMAD	Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação
UC	Unidades de Conservação
UCPI	Unidade de Conservação de Proteção Integral
UCUS	Unidade de Conservação de Uso Sustentável
UINC	União Internacional para Conservação da Natureza
WWF-	<i>World Wide Fund For Nature - Brasil</i>
BRASIL	

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 Objetivos.....	18
2 – COMPENSAÇÕES AMBIENTAIS PARA A MINERAÇÃO	20
2.1 – Compensação Ambiental - SNUC.....	20
2.2 – Compensação Ambiental - Florestal Mata Atlântica.....	21
2.3 – Compensação Ambiental - Florestal Minerária.....	21
2.4 – Compensação Ambiental - Florestal por Intervenção em App.....	22
2.5 – Compensação Ambiental - Florestal pelo Corte ou Supressão de Espécies Ameaçadas ou Protegidas por Lei.....	22
3 – UNIDADE DE CONSERVAÇÃO DE PROTEÇÃO INTEGRAL	23
4 - GEODESIGN.....	29
5 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	33
5.1 – O Bioma Mata Atlântica.....	33
5.2 – O Bioma Mata Atlântica dentro do Estado de Minas Gerais	35
5.3 – A Sub-Bacia do Rio Piranga.....	36
5.3.1 – Hidrografia	37
5.3.2 – Relevo Regional	38
5.3.3 – Solos	40
5.3.4 – Geologia e Recursos Minerais.....	42
5.3.5 – Uso e Ocupação do Solo.....	43
6 - O <i>WORKSHOP</i>: ELABORAÇÃO E RESULTADOS	48
6.1 – Pré-Workshop: Produção da Coleção de Mapas	48
6.2 – Workshop de Cocriação de Ideias	73
6.3 – Assertividade das Propostas	94
7. ANÁLISE DE MULTICRITÉRIOS.....	99
7.1 – Contexto Social/Cultural	100
7.2 – Contexto Econômico	111
7.3 – Contexto Ambiental.....	119
7.4 – Análise de Multicritérios dos Contextos Unificados.....	132
8. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS	135
9 – REFERÊNCIAS	138

1. INTRODUÇÃO

A dissertação visou desenvolver um estudo experimental de emprego do Geodesign como suporte metodológico para a proposição e negociação de Unidades de Conservação de Proteção Integral. Associado ao Geodesign, foram empregados recursos de tecnologia de geoinformação para caracterização da área de estudo, como suporte para ilustrar o problema e para dar subsídios para que acontecesse um processo de cocriação de ideias sobre lugares indicados para a instalação de novas UCs. Com vistas a se colocar como uma contribuição à sociedade, o estudo adota o recorte de uma sub-bacia hidrográfica caracterizada pela atividade de mineração, podendo ser denominada sub-bacia mineradora, e na qual aconteceu um desastre ambiental em 2015. O Geodesign é aplicado como estudo exploratório para se realizar a escuta cidadã em processos cuja decisão sobre o território é caracterizada por conflitos de interesse e é proposto de modo a atender o tripé da sustentabilidade: os eixos ambiental, social e econômico.

O Geodesign, que é uma das tecnologias de geoinformação, é um método e uma técnica que pode dar suporte a processos de análise de criação e/ou ampliação de Unidades de Conservação de Proteção Integral. A geoinformação é produto dos dados espaciais georreferenciados que têm como objetivo a caracterização do território, identificando e mapeando suas potencialidades, vulnerabilidades e especificidades. Ela se apoia na produção de informações a partir de bancos de dados geográficos, imagens de satélite e, sobretudo, de aplicação de modelos de análise espacial. Ela resulta em estudos de caracterização, diagnósticos, prognósticos e preditivos. O Geodesign, por sua vez, é uma etapa evolutiva das tecnologias de geoinformação, pois avança dos estudos avaliativos em direção aos estudos propositivos (Moura; Freitas; Rosa, 2022).

O Geodesign tem como base o uso de informações geoespaciais devidamente organizadas por geovisualização para consumo pelos usuários, preferencialmente em dispositivos *web-based*, tradução literal “baseado na rede”. Ele favorece a manifestação de opiniões por registros georreferenciados realizados pelos cidadãos, técnicos ou não, e é um suporte para a cocriação de propostas para uma área. A cocriação acontece por registro de ideias, comentários e debates sobre as propostas, aplicação de mecanismos para verificação de possíveis impactos a serem alcançados e, finalmente, na votação e na decisão final.

A palavra geodesign é composta por duas palavras Geo e design. A palavra Geo seria o espaço geográfico, que está relacionado à superfície da terra. Braga (2007) fala que o espaço

geográfico seria o contínuo resultado das relações socioespaciais, e essas relações são as econômicas, políticas e simbólico-culturais.

Miller (2012) define o termo geo “como espaço geográfico – espaço que é referenciado à superfície da terra (geo-referenciado)”. A palavra design (palavra inglesa), por sua vez, significa, de acordo com o dicionário, desenho, projeto, representação de algo com um propósito específico (Ferreira, 2010). Para Miller (2012), design pode ser um substantivo ou um verbo. Como substantivo, design se refere a algum objeto e, como verbo, refere-se a um processo ou uma série de atividades.

Para Miller (2012), geodesign é o design no espaço geográfico, com o propósito de facilitar a vida no espaço geográfico. Steinitz (2012) coloca em seu livro, que geodesign não é uma ciência e nem uma profissão, que é um conjunto de conceitos e métodos que vem de várias geociências e de profissões variadas. O Geodesign tem uma abordagem interdisciplinar para resolver problemas críticos e otimizar a localização, a orientação e os recursos de projetos, seja em escala local ou global (Dangermond, 2009).

Fonseca (2015), em sua tese descreve Geodesign:

Como um processo de transformação, planejamento e gestão do ambiente, da paisagem, do território ou do geo-escape, avaliando os elementos e mecanismos de funcionamento da área de estudo, para então propor, de forma estratégica e racional, as possibilidades de intervenção.

A ideia de Geodesign foi inicialmente proposta por Steinitz (2012), quando o autor apresentou o seu *framework* de trabalho, indicando que um estudo completo deve percorrer 6 modelos, em três rodadas de revisão de procedimentos. Os modelos visam responder às seguintes questões, por meio de Modelos: 1) Como a área de trabalho pode ser descrita? Por Modelo de Representação; 2) Como funciona a área de trabalho? Por Modelo de Processo; 3) A área de trabalho funciona bem? Por Modelo de Avaliação; 4) Como a área de trabalho pode ser alterada? Por Modelo de Mudança; 5) Que diferenças as mudanças podem causar? Por Modelo de Impacto; 6) Como a área de trabalho deve ser alterada? Por Modelo de Decisão. As três rodadas, por sua vez, são chamadas de “iterações” e resultam na aplicação dos 6 modelos em cada uma, sendo que na primeira o objetivo é entender melhor a área de estudo, fazendo todo o percurso dos modelos, na segunda o objetivo é ajustar os métodos, revisando eventuais etapas dos modelos que possam ser melhoradas e, finalmente, a terceira iteração é decisória, pois resulta em ajustes e chega, de fato, a um plano final para a área de estudo.

Após os resultados do *workshop*, é necessário que se faça uma análise para verificar a assertividade das propostas aprovadas. Essa etapa consiste em entrevistas com os participantes técnicos para averiguar se as propostas estão bem localizadas, se o tema dos contextos fora

atendido e qual seria a ordem de prioridade de implantação de cada uma das Unidades de Conservação de Proteção Integral propostas.

Outra etapa adotada no trabalho foi a de uma análise mais técnica, utilizando o método de Análise de Multicritérios, usando os mapas elaborados da região e indicando, assim, lugares ótimos para a implantação das novas UCPIs. Também conhecida como *Árvore de Decisões* ou como *Análise Hierárquica de Pesos*, esse método tem como procedimento o cruzamento de variáveis (Moura, 2007).

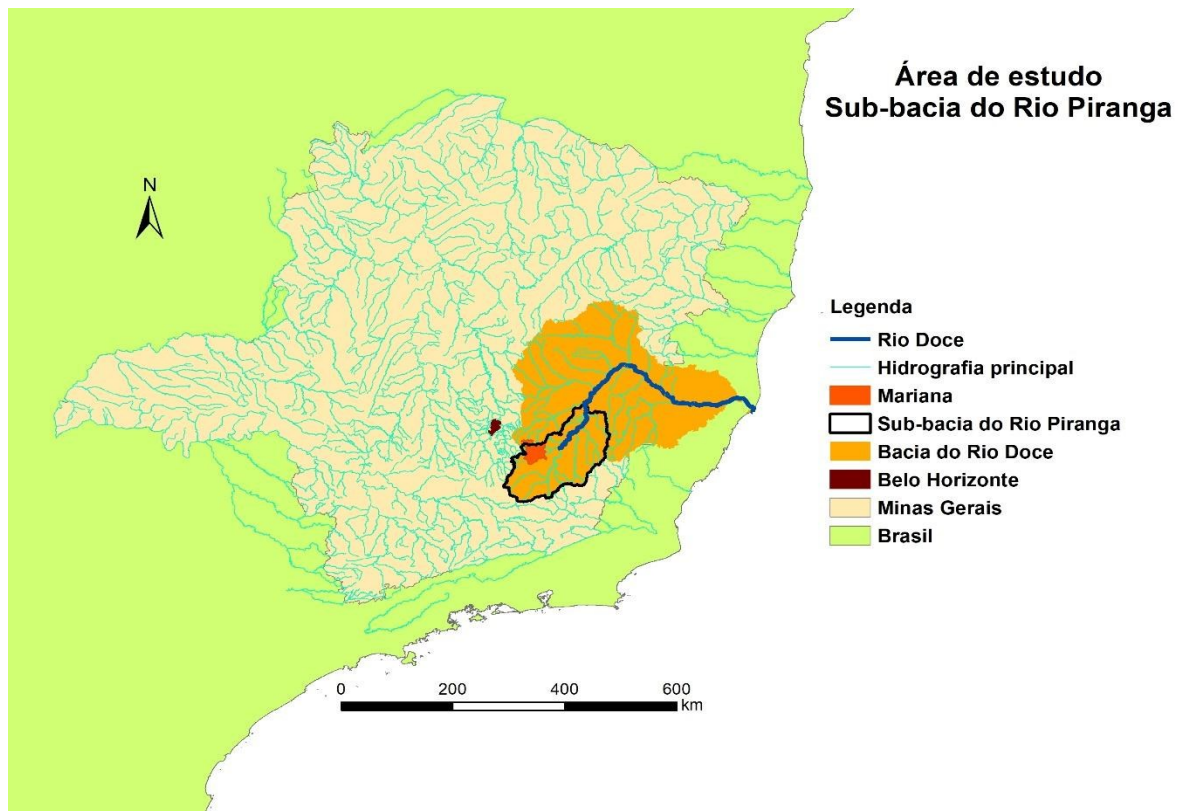
O estudo de caso é desenvolvido na sub-bacia do Rio Piranga, região de Minas Gerais em que ocorreu o desastre de Mariana, ocorrência na qual uma barragem de rejeitos de mineração, a Barragem do Fundão, rompeu-se em novembro de 2015. A barragem era usada para guardar os rejeitos de minério de ferro explorados pela empresa Samarco, e a sua ruptura causou impactos ambientais, contaminação do solo e de afluentes e curso principal do Rio Doce, percorrendo 853 quilômetros da localidade de Bento Rodrigues até a sua foz no Oceano Atlântico. Foram afetados 39 municípios de Minas Gerais e do Espírito Santo, sendo a sub-bacia do Rio Piranga a área mais diretamente afetada.

A atividade de mineração, mais especificamente de mineração de ferro, é parte importante da economia de Minas Gerais, estado que teve suas origens históricas e seu desenvolvimento econômico, social e cultural atrelado à produção mineral, inicialmente do ouro e de diamantes, seguidos pelo minério de ferro. As paisagens mineiras naturais foram transformadas pela mineração, ao passo que a paisagem cultural resultou da ocupação do território incentivada pela mineração. Há, dessa forma, uma relação de impactos e resultados que, não obstante as muitas discussões que podem resultar dessa dualidade, está em etapa na qual as transformações causadas por desastres ou por atividades precisam ser equilibradas por ações mitigatórias e compensatórias, dentro dos princípios de sustentabilidade e consideração dos valores econômico, social e ambiental.

Diante dos impactos do desastre e como resultado de um amadurecimento da sociedade diante dos questionamentos sobre o planejamento territorial, o interesse em fazer valer os valores da participação e de se cobrar ações por proteção e recuperação ambiental, observa-se a crescente demanda por discussões acerca de definição de novas áreas de proteção na forma de unidades de conservação, assim como no investimento na requalificação de unidades existentes.

A sub-bacia do Rio Piranga é composta por área de 17.562,49 km², sendo que representa 24,65 % do território da sub-bacia do Rio Doce (IGAM), e onde vive uma população de 711.026 mil habitantes (IBGE, 2010) em 77 municípios. (Figura 1).

Figura 1: Localização da área de estudo



Fonte: Elaboração da autora com dados do IDE-SISEMA e IBGE.

A sub-bacia reúne cerca de 700 mil pessoas, na qual 67% residem em áreas urbanas. 54 municípios têm seus limites totalmente inseridos dentro da sub-bacia. A grande maioria dos municípios situam-se na faixa populacional com menos de 10 mil habitantes. A cidade de Viçosa possui a maior população, com cerca de 70.404 habitantes, seguido de Ponte Nova com 55.687, Ouro Preto com 50.963 e Mariana com 50.931 habitantes. Há uma predominância da população urbana sobre a rural, caracterizando um forte processo de urbanização na sub-bacia como um todo (IGAM, 2010).

1.1 Objetivos

O objetivo geral é investigar o potencial do geodesign para criação de novas Unidades de Proteção Integral e/ou ampliação das Unidades já existentes no Estado de Minas Gerais, como forma de compensação ambiental pela mineração, utilizando o estudo de caso da sub-bacia do Rio Piranga.

Os objetivos específicos são:

- Apresentar a evolução dos aspectos históricos, definições e classificações das áreas protegidas em um contexto nacional;
- Elaborar uma Revisão Sistemática (RS) sobre as abordagens e práticas do Geodesign, para compreender de que forma ele vem se desenvolvendo e sendo utilizado nas pesquisas científicas;
- Aplicar a metodologia do Geodesign para o planejamento participativo para a criação de novas Unidades de Conservação ou a ampliação das já existentes;
- Aplicar e analisar a estratégia de participação social coletiva na aplicação do método do geodesign.

Para o estudo, a pergunta norteadora foi: o geodesign pode ser um método para participação social para criação e/ou ampliação de Unidades de Conservação de Proteção Integral?

A hipótese para esta pergunta seria de que o geodesign pode sim ser usado como uma ferramenta de participação cidadã, com a cocriação de ideias de áreas potenciais para as novas UCPI.

2. COMPENSAÇÕES AMBIENTAIS PARA A MINERAÇÃO

Como a mineração é uma atividade potencialmente poluidora do meio ambiente, a Constituição Federal de 1988, no seu artigo 225, parágrafo 2º estabelece que “aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei” (BRASIL, 1988).

A compensação ambiental tem como função criar, restaurar, mitigar ou aprimorar para mitigar os danos ambientais causados pela atividade poluidora, equilibrando os danos ecológicos. A compensação visa aumentar a conservação da natureza, buscando uma redução da perda ambiental diante de empreendimentos aprovados no licenciamento (IENE, 2020). Portanto, se ela apresenta como um instrumento a ser utilizado quando não é possível adotar medidas que sejam capazes de eliminar ou reduzir os impactos negativos da atividade.

No Estado de Minas Gerais, existem 5 tipos de compensação ambiental: SNUC, Florestal Mata Atlântica, Florestal Minerária, Florestal por intervenção em APP, Florestal pelo corte ou supressão de espécies ameaçadas ou protegidas por lei, que serão descritas a seguir.

2.1 Compensação ambiental - SNUC

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza, conhecida como Lei do SNUC, foi criado a partir da Lei Federal 9.985, de 18 de julho de 2000, em seu artigo 36 fala:

Art. 36. Nos casos de licenciamento ambiental de empreendimentos de significativo impacto ambiental, assim considerado pelo órgão ambiental competente, com fundamento em estudo de impacto ambiental e respectivo relatório - EIA/RIMA, o empreendedor é obrigado a apoiar a implantação e manutenção de unidade de conservação do Grupo de Proteção Integral, de acordo com o disposto neste artigo e no regulamento desta Lei.

§ 1º O montante de recursos a ser destinado pelo empreendedor para esta finalidade não pode ser inferior a meio por cento dos custos totais previstos para a implantação do empreendimento, sendo o percentual fixado pelo órgão ambiental licenciador, de acordo com o grau de impacto ambiental causado pelo empreendimento.

§ 2º Ao órgão ambiental licenciador compete definir as unidades de conservação a serem beneficiadas, considerando as propostas apresentadas no EIA/RIMA e ouvido o empreendedor, podendo inclusive ser contemplada a criação de novas unidades de conservação.

§ 3º Quando o empreendimento afetar unidade de conservação específica ou sua zona de amortecimento, o licenciamento a que se refere o *caput* deste artigo só poderá ser concedido mediante autorização do órgão responsável por sua administração, e a unidade afetada, mesmo que não pertencente ao Grupo de Proteção Integral, deverá ser uma das beneficiárias da compensação definida neste artigo.

§ 4º A obrigação de que trata o *caput* deste artigo poderá, em virtude do interesse público, ser cumprida em unidades de conservação de posse e domínio públicos do grupo de Uso Sustentável, especialmente as localizadas na Amazônia Legal (Brasil, 2000).

Dessa forma, a compensação ambiental SNUC é um mecanismo financeiro, que tem por objetivo balancear os impactos ambientais. É de competência do órgão ambiental licenciador definir quais Unidades de Conservação serão beneficiadas pelo pagamento, além disso o valor pago pode servir para criação de novas Unidades de Conservação.

2.2 Compensação ambiental - Florestal Mata Atlântica

A Compensação Ambiental Florestal Mata Atlântica está prevista na Lei Federal 11.428/2006, no seu artigo 17:

O corte ou a supressão de vegetação primária ou secundária nos estágios médio ou avançado de regeneração do Bioma Mata Atlântica, autorizados por esta Lei, ficam condicionados à compensação ambiental, na forma da destinação de área equivalente à extensão da área desmatada, com as mesmas características ecológicas, na mesma bacia hidrográfica, sempre que possível na mesma microbacia hidrográfica, e, nos casos previstos nos arts. 30 e 31, ambos desta Lei, em áreas localizadas no mesmo Município ou região metropolitana (Brasil, 2006).

Nessa mesma legislação, para atividades de mineração, foi inserido o artigo 32, que fala da supressão de vegetação, nos estágios avançado e médio de regeneração, que o empreendedor deve adotar como medida compensatória à recuperação de uma área equivalente à área do empreendimento.

O decreto 6.660/2008 veio para regulamentar a Lei 11.428/2006 e traz no seu artigo 26 as modalidades para cumprimento dos artigos 17 e 32. Uma das modalidades é a de destinar uma área para conservação, que tenha as mesmas características ecológicas. A outra modalidade é a de destinar uma área no interior de UC de domínio público, que esteja pendente de regularização fundiária, ambas localizadas na mesma bacia hidrográfica (Brasil, 2008).

2.3 Compensação ambiental - Florestal Minerária

A Compensação Ambiental Florestal Minerária, que é exclusiva no Estado de Minas Gerais, está prevista no artigo 75 da lei estadual 20.922/2013 e estabelece que, para empreendimentos que haja corte de supressão de vegetação nativa, é necessária uma compensação que inclua a regularização fundiária e a implantação de Unidade de Conservação de Proteção Integral dentro da mesma bacia hidrográfica do empreendimento (Minas Gerais, 2013).

A área destinada à compensação é equivalente à área total da vegetação nativa suprimida pelo empreendimento. O decreto estadual 47.749/2019, no seu artigo 62, legaliza as doações monetárias para a implantação e manutenção de UC (Minas Gerais, 2019).

Art. 62 – Nos termos do art. 75 da lei nº 20.922, de 2013, o empreendimento minerário que dependa de supressão de vegetação nativa fica condicionado à adoção, pelo empreendedor, de medida compensatória florestal que inclua a regularização fundiária e a implantação de Unidade de Conservação de Proteção Integral.

§2º - Quando destinada à implantação e manutenção de Unidade de Conservação de Proteção Integral, a medida compensatória deverá ser cumprida somente em Unidade de Conservação a ser indicada pelo IEF.

2.4 Compensação ambiental - Florestal por intervenção em APP

A Compensação Ambiental Florestal por intervenção em APP é estabelecida pela CONAMA 369 de março de 2006, por meio do artigo 5º, e visa à compensação por empreendimentos que tenham intervenção ou supressão de vegetação em áreas de preservação permanente. Essa compensação consiste em recuperar ou recompor áreas de APP e deverão ocorrer na mesma sub-bacia hidrográfica (CONAMA, 2006).

O Decreto Estadual 47.749 de novembro de 2019, no seu artigo 75, estabelece outras formas para que se cumpra o artigo 5º da CONAMA 369: recuperar APP na mesma sub-bacia hidrográfica; recuperar área degradada no interior de UC de domínio público dentro do Estado de Minas Gerais; implantar e revitalizar área verde urbana; e/ou destinar ao Poder Público área no interior de UC de domínio público, que esteja pendente de regularização fundiária, dentro da mesma bacia hidrográfica de rio federal (Minas Gerais, 2019).

2.5 Compensação ambiental - Florestal pelo corte ou supressão de espécies ameaçadas ou protegidas por lei

A Compensação Ambiental Florestal pelo corte ou supressão de espécies ameaçadas ou protegidas por lei está estabelecida no Estado de Minas Gerais por meio da deliberação do COPAM nº 114 de abril de 2008. Essa deliberação se deve ao fato da necessidade de supressão de árvores isoladas, que estão legalmente protegidas, dentro do processo de licenciamento ambiental.

A forma de compensação dessa modalidade prevê a recuperação de áreas de preservação permanente, recuperar áreas de Reserva Legal e/ou formar corredores ecológicos para conectar fragmentos florestais nativos. Na deliberação, entende-se como árvore isolada, árvores com mais de 5m de altura e cujas copas em cada hectare não ultrapassem 10% de cobertura da área. (COPAM, 2008).

3. UNIDADE DE CONSERVAÇÃO DE PROTEÇÃO INTEGRAL

As Unidades de Conservação vêm sendo discutidas ao longo dos anos. Para a União Internacional para a Conservação da Natureza (UICN), o conceito de área protegida é “um espaço geográfico claramente definido, reconhecido, com objetivo específico e manejado através de meios eficazes, ..., para alcançar a conservação da natureza no longo prazo, com serviços ecossistêmicos e valores culturais associados” (Borrini-Feyerabem, 2013).

A UICN classificou em seis categorias de áreas protegidas com base nos principais objetivos de gestão, conforme tabela 1:

Tabela 1: Categorias de áreas protegidas da UICN

Categoria e Nome Internacional da área protegida	Objetivos de Gestão
Ia – Reserva natural estrita	Áreas estritamente protegidas, destinadas a conservar a biodiversidade e, possivelmente, características geológicas/geomorfológicas, em que a visitação, o uso e os impactos humanos são limitados e controlados estritamente para garantir a proteção dos valores de conservação. Servem como áreas de referência indispensáveis para pesquisa científica e monitoramento.
Ib – Área silvestre	Áreas grandes, não modificadas ou ligeiramente modificadas, que mantêm seu caráter e influência naturais, sem habitação humana permanente ou significativa, protegidas e geridas para preservar sua condição natural.
II – Parque nacional (proteção de ecossistemas; proteção de valores culturais)	Grandes áreas naturais ou quase naturais que protegem os processos ecológicos de grande porte, juntamente com o complemento de espécies e ecossistemas característicos da área, que também proporcionam uma base para oportunidades espirituais, científicas, educativas, recreativas e de visita que sejam ambiental e culturalmente compatíveis.
III – Monumento natural	Áreas destinadas a proteger um monumento natural específico, que podem ser um elemento do relevo, uma montanha submarina, uma caverna ou mesmo uma característica viva, como uma mata antiga. Costumam ser áreas bastante pequenas e ter alto valor de visitação, histórico ou cultural.
IV – Área de Manejo de <i>habitats</i> /espécies	Áreas com objetivo específico de conservação de determinadas espécies ou <i>habitats</i> . Muitas áreas protegidas da Categoria IV necessitam de intervenções de manejo regulares e ativas para cumprir seus objetivos.
V – Paisagem terrestre/marinha protegida	Uma área em que a interação entre pessoas e natureza ao longo do tempo produziu um caráter distinto e valores ecológicos, biológicos, culturais e estéticos importantes e na

	qual salvaguardar a integridade dessa interação é vital para conservar a natureza e sustentar outros valores.
VI – Áreas protegidas, com uso sustentável dos recursos naturais	Áreas protegidas que conservam ecossistemas e <i>habitats</i> , junto a valores culturais associados e a sistemas tradicionais de manejo de recursos naturais. Geralmente, são grandes, com a maior parte em condição natural e uma parte sob manejo sustentável de recursos naturais, o baixo nível de uso não industrial de recursos naturais, compatível com a conservação da natureza, é considerado um dos principais objetivos dessa área protegida.

Fonte: Borrini-Feyeraben, 2013.

No Brasil, a Lei Federal 9.985, de 15 de julho de 2000 (conhecida como Lei do SNUC), regulamentou o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dividiu as unidades em dois grupos: de uso sustentável e de proteção integral (Brasil, 2000). As Unidades de Conservação são de fundamental importância para a preservação e conservação do Bioma Mata Atlântica.

O objetivo das Unidades de Uso Sustentável é “compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais” (Brasil, 2000). Esse grupo possui as seguintes categorias: Área de Proteção Ambiental, Área de Relevante Interesse Ecológico, Floresta Nacional, Reserva Extrativista, Reserva de Fauna, Reserva de Desenvolvimento Sustentável e Reserva Particular do Patrimônio Natural (Brasil, 2000).

A tabela 2 explica cada tipo de Unidade de Conservação de Uso Sustentável.

Tabela 2: Tipos de Unidades de Conservação de Uso Sustentável

Tipos de Unidades de Uso Sustentável	Definição da UC
Área de Proteção Ambiental	É uma área em geral extensa, com um certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais.
Área de Relevante Interesse Ecológico	É uma área em geral de pequena extensão, com pouca ou nenhuma ocupação humana, com características naturais extraordinárias ou que abriga exemplares raros da biota regional, e tem como objetivo manter os ecossistemas naturais de importância regional ou local e regular o uso admissível dessas áreas, de modo a compatibilizá-lo com os objetivos de conservação da natureza.
Floresta Nacional	É uma área com cobertura florestal de espécies predominantemente nativas e tem como objetivo básico o uso

	múltiplo sustentável dos recursos florestais e a pesquisa científica, com ênfase em métodos para exploração sustentável de florestas nativas.
Reserva Extrativista	É uma área utilizada por populações extrativistas tradicionais, cuja subsistência baseia-se no extrativismo e, complementarmente, na agricultura de subsistência e na criação de animais de pequeno porte, e tem como objetivos básicos proteger os meios de vida e a cultura dessas populações e assegurar o uso sustentável dos recursos naturais da unidade.
Reserva de Fauna	É uma área natural com populações animais de espécies nativas, terrestres ou aquáticas, residente ou migratórias, adequadas para estudos técnicos-científicos sobre o manejo econômico sustentável de recursos faunísticos.
Reserva de Desenvolvimento Sustentável	É uma área natural que abriga populações tradicionais, cuja existência baseia-se em sistemas sustentáveis de exploração dos recursos naturais, desenvolvidos ao longo de gerações e adaptados às condições ecológicas locais e que desempenham um papel fundamental na proteção da natureza e na manutenção da diversidade biológica.
Reserva Particular do Patrimônio Natural	É uma área privada, gravada com perpetuidade, com o objetivo de conservar a diversidade biológica.

Fonte: Lei nº 9985, de 18 de julho de 2000 (Brasil, 2000).

Já o grupo das Unidades de Proteção Integral tem como objetivo preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais e possui as seguintes categorias: Estação Ecológica, Reserva Biológica, Parque Nacional, Monumento Natural e Refúgio de Vida Silvestre (Brasil, 2000).

A tabela 3 explica cada tipo de Unidade de Conservação de Proteção Integral.

Tabela 3: Tipos de Unidades de Conservação de Proteção Integral.

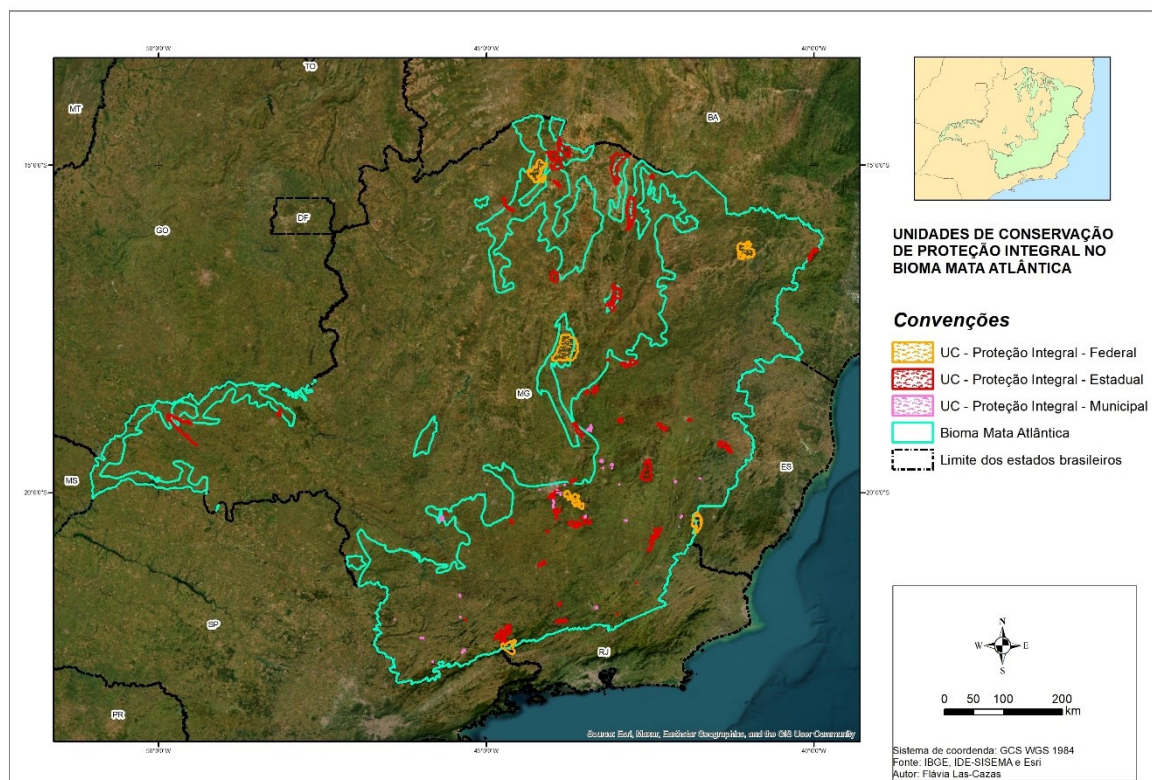
Tipos de Unidades de Proteção Integral	Objetivos da UC
Estação Ecológica	Tem como objetivo a preservação da natureza e realização de pesquisas científicas.
Reserva Biológica	Tem como objetivo a preservação integral da biota e demais atributos naturais existentes em seus limites, sem interferência humana direta ou modificações ambientais, excetuando-se as medidas de recuperação de seus ecossistemas alterados e as ações de manejo necessárias para recuperar e preservar o equilíbrio natural, a diversidade biológica e os processos ecológicos naturais.
Parque Nacional	Tem como objetivo básico a preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação e interpretação

	ambiental, de recreação em contato com a natureza e de turismo ecológico.
Monumento Natural	Tem como objetivo básico preservar sítios naturais raros, singulares ou de grande beleza cênica.
Refúgio de Vida Silvestre	Tem como objetivo proteger ambientes naturais em que se asseguram condições para a existência ou reprodução de espécies ou comunidades da flora local e da fauna residente ou migratória.

Fonte: Lei nº 9985, de 18 de julho de 2000 (Brasil, 2000).

No estado de Minas Gerais, existem 472 unidades de conservação do tipo de uso sustentável e 125 de proteção integral, tanto a nível federal quanto estadual e municipal. Já no Bioma Mata Atlântica, são 91 unidades de uso sustentável e 91 de proteção integral, nas três esferas, conforme figura 2 (IDE-SISEMA, 2022).

Figura 2: UC de Proteção Integral do Estado de Minas Gerai



Fonte: Elaboração da autora com dados do IDE-Sisema.

Diante desses dados, o Ministério Público e o Estado de Minas Gerais assinaram um termo de acordo em setembro de 2021, que prevê, entre outros itens, um estudo de viabilidade

para criar ou expandir unidades de conservação de proteção integral dentro do Bioma Mata Atlântica.

Na sub-bacia do rio Piranga, só existem 07 Unidades de Conservação (UC) de Proteção Integral, totalizando 69.345 ha, o que equivale a apenas 3,95% de toda a extensão da sub-bacia. As UC são descritas na tabela 4:

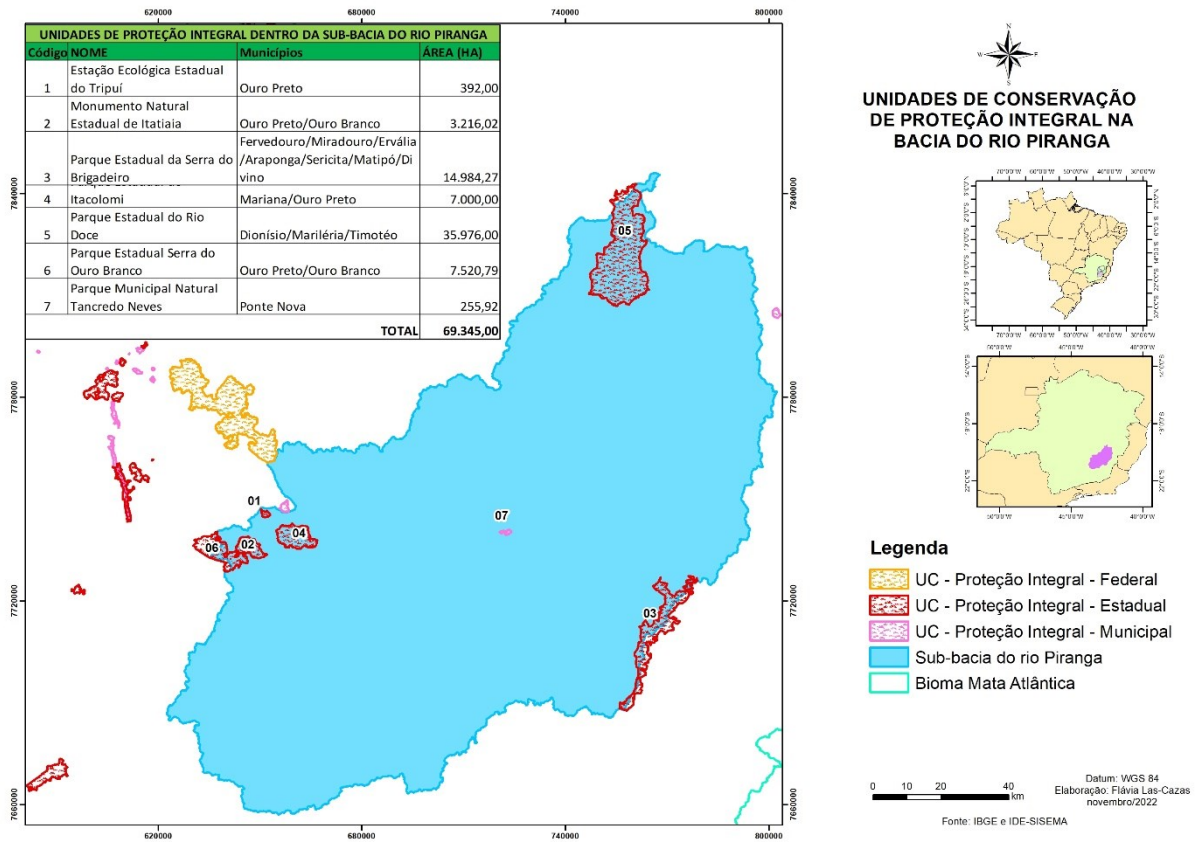
Tabela 4: UC de proteção integral distribuídas na sub-bacia do rio Piranga.

UNIDADES DE PROTEÇÃO INTEGRAL DENTRO DA SUB-BACIA DO RIO PIRANGA				
Código	Nome da UC	Criação	Municípios	Área (ha)
1	Estação Ecológica Estadual do Tripuí	Decretos 19157/78, 21340/81, 27848/88, 30758/89 e 38181/96	Ouro Preto	392,00
2	Monumento Natural Estadual de Itatiaia	Decreto 4519/09	Ouro Preto, Ouro Branco	3.216,02
3	Parque Estadual da Serra do Brigadeiro	Decretos 38319/96, 38994/97, 44191/05 e Lei 9655/88	Fervedouro, Miradouro, Ervália, Araponga, Sericita, Matipó e Divino	14.984,27
4	Parque Estadual do Itacolomi	Lei 4495/67	Mariana e Ouro Preto	7.000,00
5	Parque Estadual do Rio Doce	Decreto-Lei 1119/44 e Decreto 5831/60	Dionísio, Mariléria e Timotéo	35.976,00
6	Parque Estadual Serra do Ouro Branco	Decreto 45180/09	Ouro Preto, Ouro Branco	7.520,79
7	Parque Municipal Natural Tancredo Neves	Lei 3822/2013	Ponte Nova	255,92

Fonte: IDE-Sisema, 2023.

Não há nenhuma UC de proteção integral federal. As UC estaduais estão localizadas nos extremos da sub-bacia, sendo 04 na parte Oeste, uma na parte Leste e outra no Norte. Apenas 01 UC municipal se encontra no centro da sub-bacia, conforme pode ser visto na figura 3.

Figura 3: Unidades de Conservação de Proteção Integral na sub-bacia do rio Piranga.



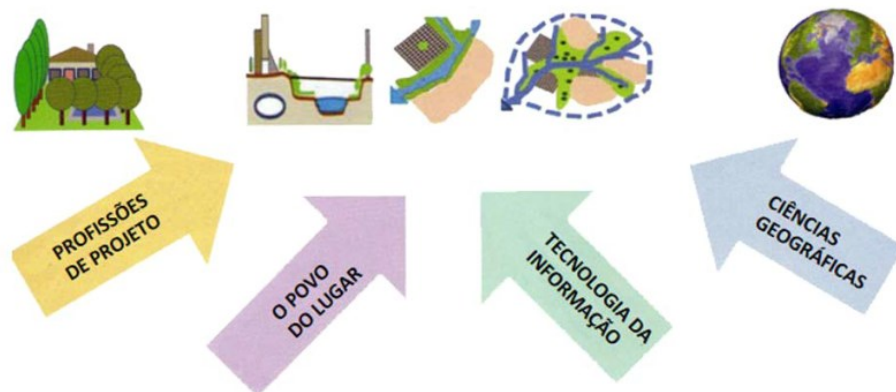
Fonte: Elaboração da autora com dados do IDE-Sisema e IBGE.

4. GEODESIGN

Com o objetivo de avaliar o uso do Geodesign para criação e/ou ampliação de Unidades de Conservação para Proteção Integral, optou-se pela realização de um estudo na sub-bacia do rio Piranga.

De acordo com Moura (2019), o geodesign “é uma metodologia que se destina a dar suporte à criação de opiniões e à tomada de decisões por processo compartilhado”. Segundo o Steinitz (2012), o geodesign muda a geografia pelo design, é um conjunto de conceitos e métodos que vem tanto da geografia quanto de outras áreas, pois a colaboração é essencial para sucesso do geodesign (Figura 4).

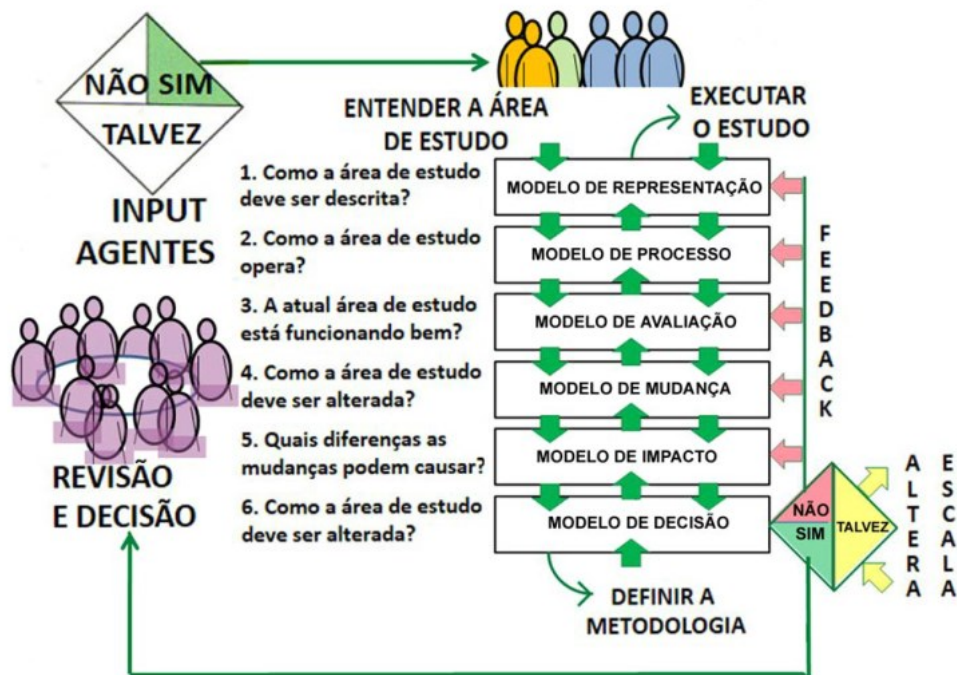
Figura 4: A colaboração do geodesign para a geografia



Fonte: Steinitz (2016).

É necessário que haja uma estrutura que apresente de forma clara, as tarefas e que elas se conectam para a colaboração do geodesign, essas estruturas se baseiam em seis modelos: Modelo de Representação, Modelo de Processo, Modelo de Avaliação, Modelo de Mudança, Modelo de Impacto e Modelo de Decisão (Figura 5).

Figura 5: Estrutura do Geodesign por Steinitz



Fonte: Steinitz (2016).

O Modelo de Representação tem por objetivo descrever a área de estudo, que compreende um conjunto de temas selecionados para a pesquisa ou um recorte espacial de estudo, construindo uma base de dados do território (Camargos, 2020).

Com o Modelo de Representação elaborado, este é transformado no Modelo de Processo, que consiste no tratamento dos dados obtidos, que segundo Steinitz (2012) visa a responder à pergunta “Como a área de estudo opera?”. O modelo de processo identifica como um fenômeno ou ocorrência atua no território, transformando os dados iniciais em informação de distribuição espacial no território.

A etapa do Modelo de Avaliação visa a perguntar se a “área de estudo está funcionando bem?”. Esta etapa depende do conhecimento das partes envolvidas no geodesign, em que ocorre um julgamento sobre as potencialidades e vulnerabilidades da área de estudo, indicando áreas adequadas ou não para a área (Camargos, 2020).

Essas três primeiras etapas são desenvolvidas por profissionais e devem ser elaboradas como preparação para um *workshop*. Após a preparação dessas etapas, o *workshop* é organizado visando à construção das propostas. No *workshop*, acontecem as etapas dos Modelos de Mudança, Impacto e Decisão. (Moura, 2019).

No Modelo de Mudança, a pergunta norteadora é a “Como a área de estudo deve ser alterada?”. Nessa etapa, são feitas as propostas de intervenção na área pelos participantes. Já no

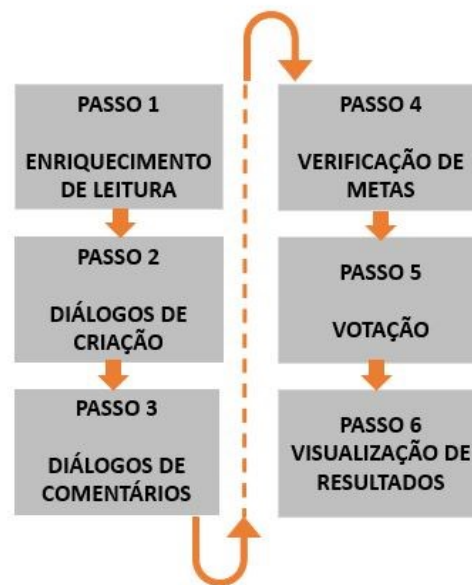
Modelo de Impacto, os dados sobre as propostas desenhadas são transformados em informações, visando avaliar se elas correspondem a objetivos propostos e quais podem ser as eventuais consequências de suas implantações, respondendo à questão “Quais diferenças as mudanças podem causar?”. Na sexta etapa, o Modelo de Decisão acontece quando são votadas as propostas, realizados eventuais ajustes em função de negociações, e as decisões são tomadas pelos participantes do *workshop* de forma coletiva (Camargos, 2020).

Na estrutura do geodesign, esses modelos são utilizados três vezes, o que Steinitz (2012) denomina iteração. Na primeira iteração, visa responder à questão do *PORQUÊ* da área de estudo, começando na ordem dos Modelos de 1 a 6. Já na segunda iteração, o *COMO*, para identificar, ajustar e definir os métodos de estudo, nessa etapa, a ordem dos Modelos se inverte, começando do 6 a 1, porque se faz revisão de etapas a partir dos resultados obtidos na etapa anterior. Na terceira iteração, voltam a ser analisados os Modelos de 1 a 6, visando a responder questões de *O QUE*, *ONDE* e *QUANDO*, para a tomada de decisões finais sobre a área de estudo (Steinitz 2012).

No estudo de caso em questão, optou-se pelas adaptações do *framework* de Geodesign proposta por Moura (Moura et al., 2022), apresentado na Figura 6. Seguindo a mesma intenção dos seis modelos, ela se baseia na criação inicial de uma abrangente coleção de mapas, resultantes de modelos de análise espacial e tratamento de dados geoespaciais, o que é a etapa de Modelo de Representação (coleção de dados) e de Modelo de Processos (mapas analíticos que indicam o modo de ocorrência da informação no território). Esses dois modelos são organizados na forma de uma IDE – Infraestrutura de Dados Espaciais disponibilizada via *Web-Gis* (Sistema de Informações Geográficas na web). O Modelo de Avaliação, que, no *framework* de Steinitz (2012), são mapas temáticos representando a localização de áreas indicadas para receberem propostas pelos participantes, a juízo dos autores dos mapas, não foram usados no *framework* de Moura. A justificativa da escolha está em se evitar o reducionismo de já indicar aos participantes onde devem ser colocadas as propostas de mudanças, deixando que cada um faça a sua própria escolha, por meio da sobreposição e comparação da ampla coleção de mapas disponibilizados no sistema. Iniciado o *workshop*, os participantes fazem anotações na plataforma, inserindo pinos georreferenciados e contendo registros de suas avaliações, que podem ser lidos e considerados por todos, e este processo substitui o Modelo de Avaliação, mas não sendo reducionista. O Modelo de Mudança acontece no registro de propostas pelos participantes durante o *workshop*, na forma de pontos, linhas ou polígonos, aos quais são associados títulos e descrições. O Modelo de Impacto é apoiado por *widgets* (janelas com gráficos ou números) que calcula, dinamicamente, o efeito das propostas desenhadas diante de

objetivos estabelecidos para o *workshop*, em métricas que possam ser traduzidas em resultados quantitativos. Finalmente, o Modelo de Decisão acontece na etapa de diálogos, quando os participantes registram comentários em todas as ideias apresentadas e, finalmente, acontece a votação que considera as características da proposta em si, assim como o registro das opiniões com críticas, sugestões e complementações (Moura; Freitas, 2020).

Figura 6: Estrutura do Geodesign por Moura.



Fonte: Moura et al. (2022).

5. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A bacia do Rio Doce possui uma extensão de 86.715 quilômetros quadrados, sendo que 14% estão no Estado de Espírito Santo e 86% do seu território está em Minas Gerais. Em Minas Gerais, a bacia se subdivide em 5 sub-bacias: Rio Piranga, Rio Caratinga, Rio Piracicaba, Rio Santo Antônio e Rio Suaçui Grande.

A sub-bacia do Rio Piranga, objeto de estudo deste trabalho, está totalmente inserida dentro do Bioma Mata Atlântica. O Bioma Mata Atlântica é onde concentra a maior parte da população brasileira e amplamente desmatado.

É nessa sub-bacia que nasce o Rio Doce e é a que possui segunda maior área da bacia do rio Doce. A maior parte da sub-bacia está composta por áreas de cultivo e apenas 3,95% de toda sua extensão têm a proteção integral, por meio de suas Unidades de Conservação.

5.1 O Bioma Mata Atlântica

Para a realização do presente trabalho, a área de estudo será a sub-bacia do Rio Piranga, que pertence a Bacia do rio Doce e está inserida no Bioma Mata Atlântica, dentro dos limites do Estado de Minas Gerais. Esse bioma abrange aproximadamente 15% do território brasileiro, com uma área equivalente a mais de 1,3 milhões de km², além de cobrir integral ou parcialmente 17 estados: Alagoas, Bahia, Ceará, Espírito Santo, Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Paraná, Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo e Sergipe (Campanili; Schaffer, 2010).

O Bioma Mata Atlântica abarca cerca de 35% da biodiversidade de espécies vegetais no Brasil, mais de 849 espécies de aves, 370 espécies de anfíbios, 200 de répteis, 270 de mamíferos e mais de 350 espécies de peixes. Com esses dados, fica evidenciada a importância de ações que visem a sua preservação (MMA, 2010)

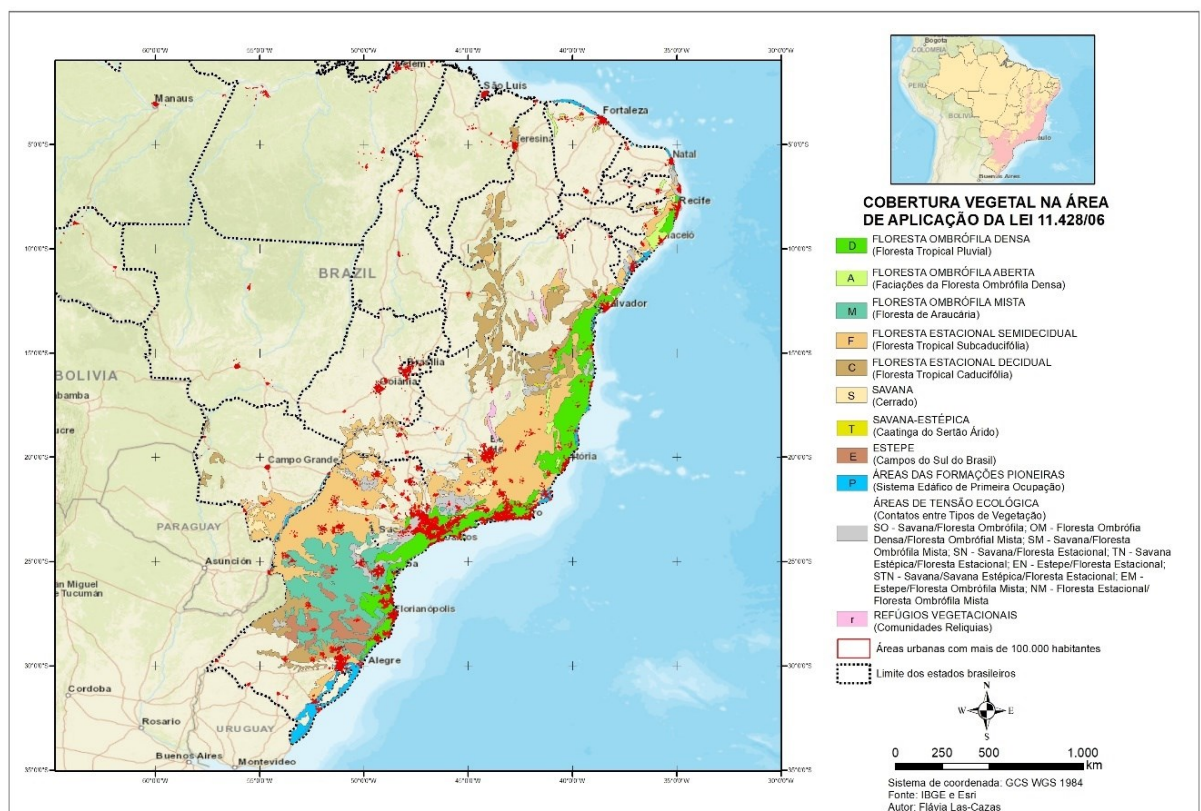
A Constituição Federal de 1988 reconheceu, no seu artigo 225, a Mata Atlântica como um Patrimônio Nacional, assegurando que sua utilização garanta a preservação do meio ambiente, incluindo o uso dos recursos naturais (Brasil, 1988).

Apesar desse reconhecimento, o Bioma continuou sendo o foco de ações antropogênicas, principalmente pelo fato da sua localização ao longo do litoral e adentrando pelo continente. Mais de 70% da população brasileira vive dentro do Bioma Mata Atlântica, na tentativa de frear o desmatamento do bioma, em 2006, foi promulgada a Lei 11.428/06 que “dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras

providências”. O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) criou o mapa de aplicação da lei, em que esse mapa delimita e detalha os tipos de vegetação que estão protegidos.

Os tipos de vegetação que o IBGE classificou foram: Floresta Ombrófila Densa, Aberta e Mista; Floresta Estacional Semidecidual e Decidual; Savana; Savana-Estépica; Estepe; Áreas das formações pioneiras; Áreas de tensão ecológica e Refúgios vegetacionais, conforme a Figura 7.

Figura 7: Mapa da cobertura vegetal, conforme a Lei 11.428/06



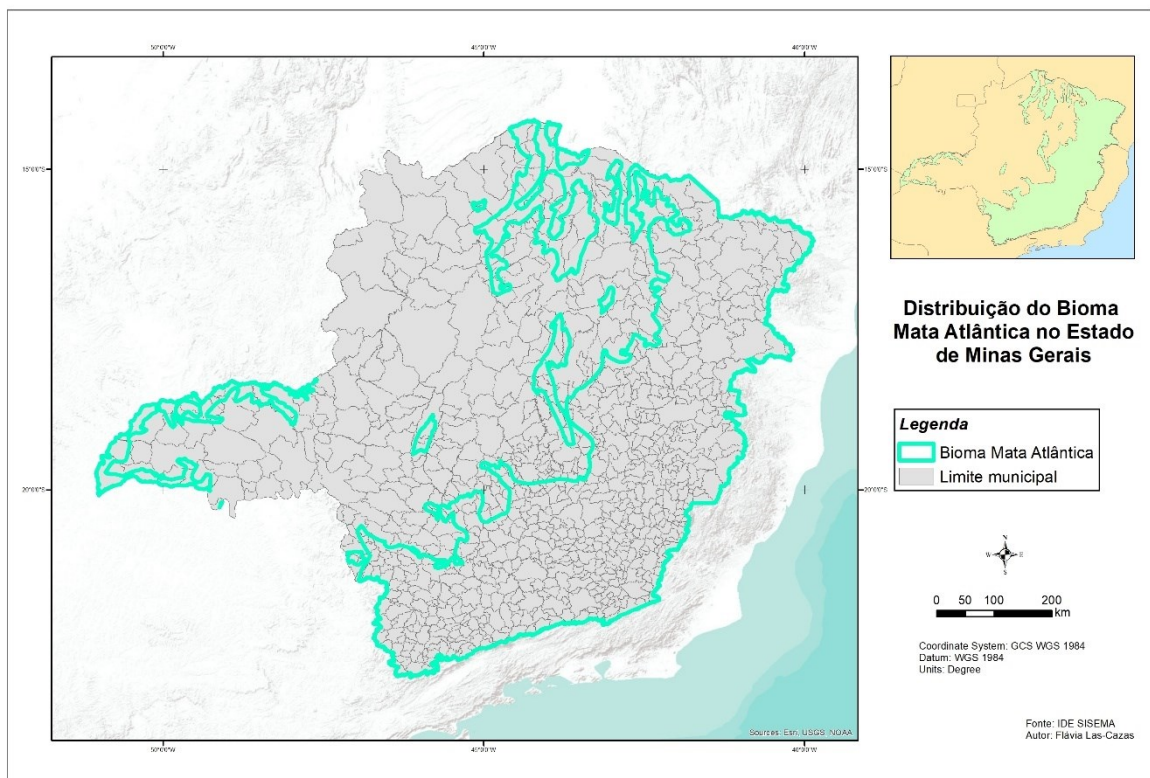
Fonte: Elaboração da autora com dados do IBGE e Esri.

A importância econômica do Bioma para o país, pode ser medido pelo PIB (Produto Interno Bruto), que é a soma de todos os bens e serviços finais produzidos por um país em um ano, dentro dos Estados que compõem o Bioma Mata Atlântica, que representa mais de 87% de toda produção nacional.

5.2 O Bioma Mata Atlântica dentro do Estado de Minas Gerais

No estado de Minas Gerais, o Bioma Mata Atlântica é o segundo maior em área, com mais de 272.278 km². Abrange 524 municípios integralmente e 185 parcialmente, totalizando 709 municípios mineiros, o que representa 83,12% da totalidade do estado (Figura 8).

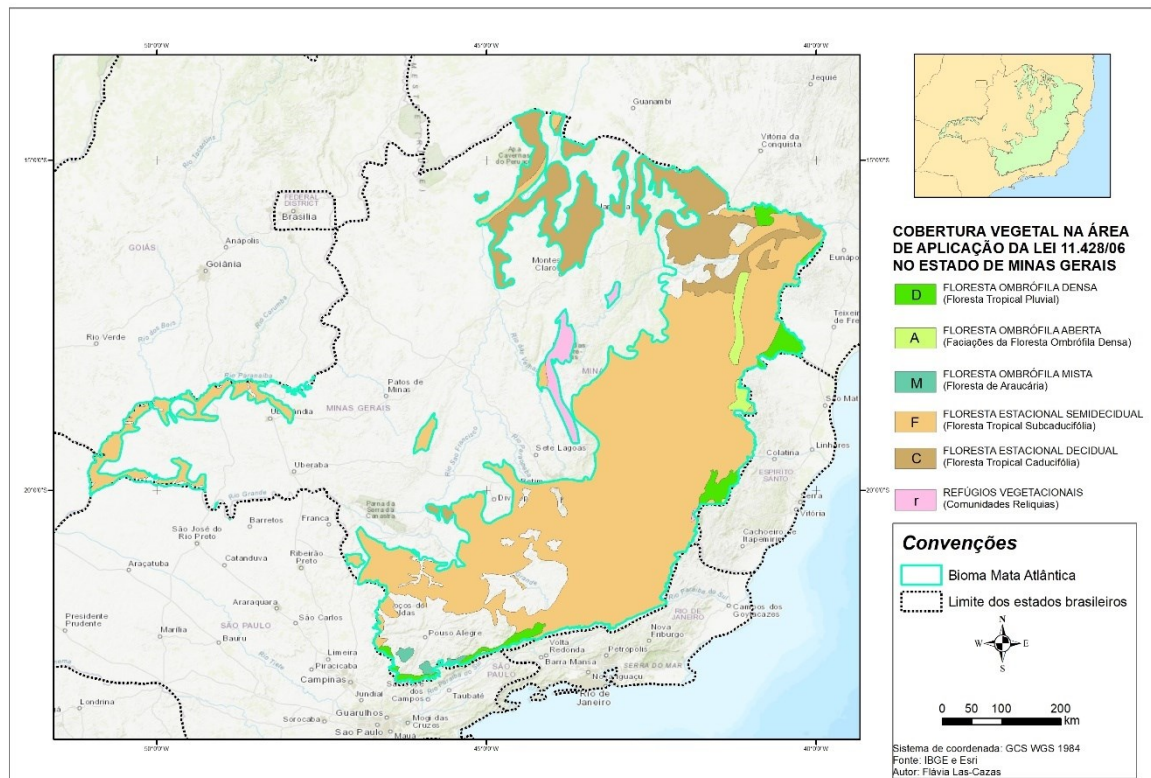
Figura 8: Distribuição do Bioma Mata Atlântica no Estado de Minas Gerais



Fonte: Elaboração da autora com dados do IDE-Sisema.

Conforme o IBGE, as variações do bioma em Minas Gerais abrangem as seguintes tipologias: Floresta Ombrófila Densa, Aberta e Mista; Floresta Estacional Semidecidual e Decidual e Refúgios vegetacionais (Figura 9).

Figura 9: Cobertura vegetal do Bioma Mata Atlântica no Estado de Minas Gerais



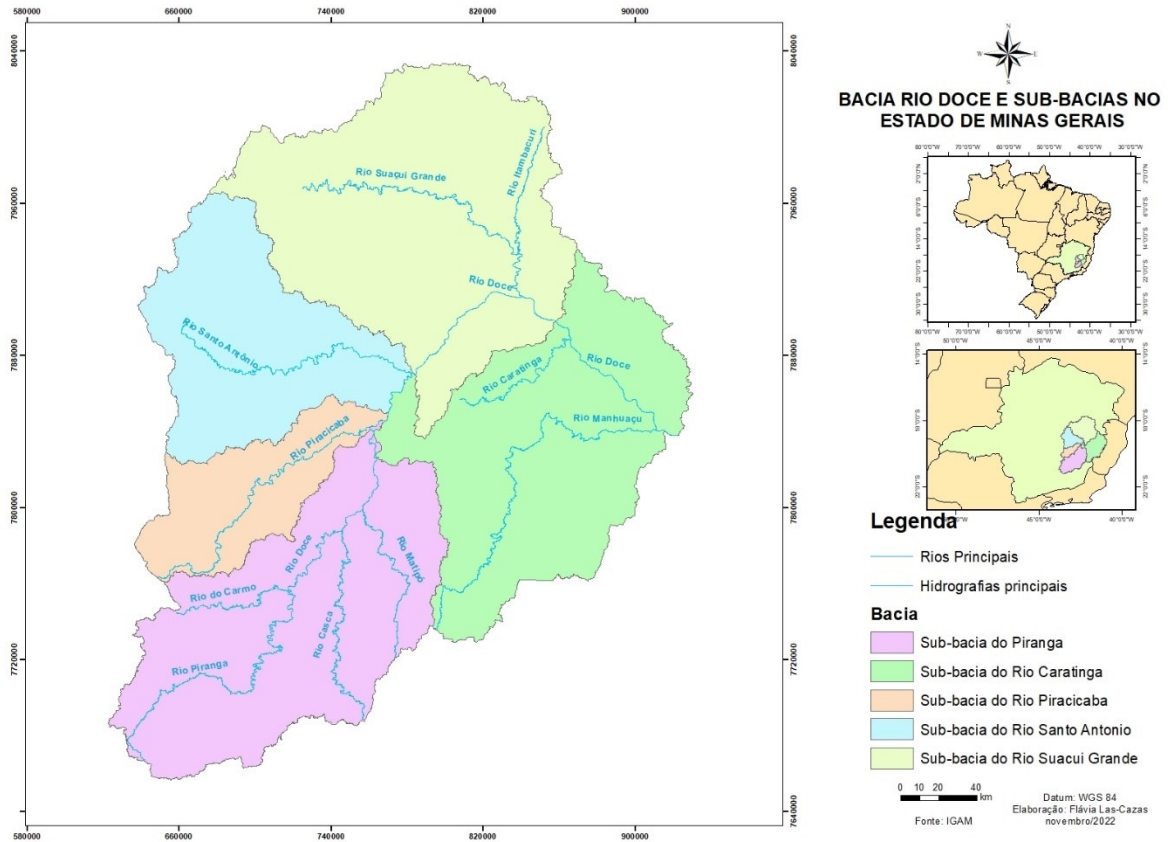
Fonte: Elaboração da autora com dados do IDE-Sisema e Esri.

Segundo a classificação de Köppen-Geiger, o clima Aw (A = Tropical, w = savana) é o predominante em Minas Gerais, confirmando o clima tropical com inverno seco (Reboita, 2015).

5.3 A Sub-Bacia do Rio Piranga

A sub-bacia do Rio Piranga está contida em sua totalidade dentro do Bioma Mata Atlântica e representa 24,65% da bacia federal do Rio Doce e está totalmente dentro do Estado de Minas Gerais, ocupando uma área de 17.589 quilômetros quadrados, constituindo na segunda maior bacia federal do Rio Doce. Abrange 77 cidades mineiras (IGAM, 2010). A figura 10 contém ao limite da bacia federal Rio Doce, com todas as suas sub-bacias.

Figura 10: Limite da Bacia Rio Doce



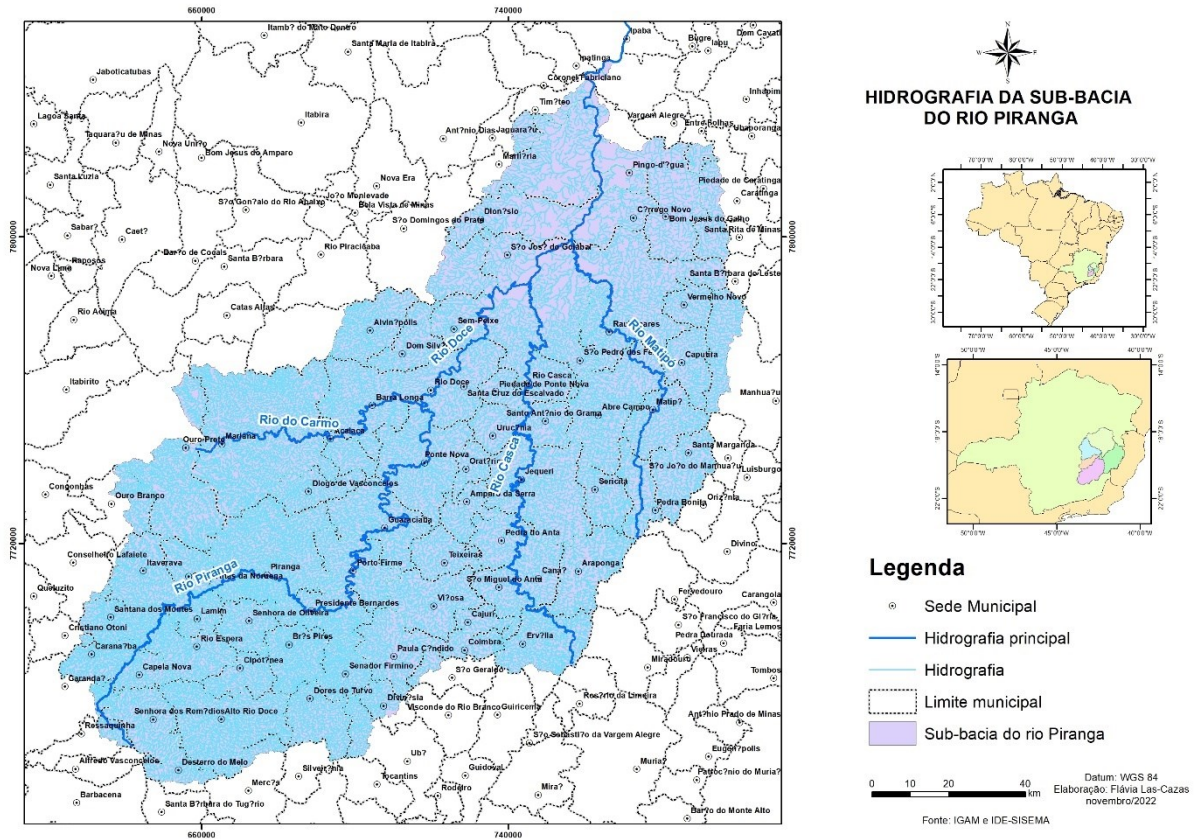
Fonte: Elaboração da autora com dados do IGAM.

5.3.1 Hidrografia

A sub-bacia se inicia nas nascentes do rio Piranga e se desenvolve até as proximidades do Parque Estadual do Rio Doce. Os rios mais representativos são o Piranga, Casca, do Carmo e Matipó. O rio Piranga nasce no município de Ressaquinha, percorre 470 km até se encontrar com o Ribeirão do Carmo, formando o rio Doce e seus principais afluentes são os rios São Bernardo, Xopotó, Turvo Limpo e Oratórios (PARH, 2010).

O rio Casca nasce no município de Ervália e tem como principal afluente o rio Santana. O rio do Carmo, nasce no município de Ouro Preto e seus principais afluentes são o rio Gualaxo do Sul e Gualaxo do Norte. Já o rio Matipó tem sua nascente nos municípios de Sericita e Pedra Bonita (IDE-SISEMA, 2022). A figura 11 ilustra a rede hidrográfica da sub-bacia do rio Piranga.

Figura 11: Hidrografia da sub-bacia rio Piranga



Fonte: Elaboração da autora com dados do IDE-Sisema e IGAM.

5.3.2 Relevo regional

A sub-bacia do Rio Piranga está situada em uma região em que o relevo que se destaca é o Planalto Centro-Sul Mineiro e a Depressão de Belo Horizonte, com variações altimétricas de 366 a 1.964 metros. O Planalto Centro-Sul Mineiro é constituído por morros com formas de topo convexo e vales profundos e o contato com a Depressão é marcado por uma transição gradativa, podendo observar uma semelhança de relevo entre as duas unidades (CETEC, 1983; Ross, 2003).

As escarpas e reversos da Serra da Mantiqueira está localizada na parte leste da sub-bacia, possuem uma variação de 480 a 1.964 metros. É uma região que apresenta um relevo movimentado, com ocorrências de morros, morrotes e pequenas colinas (IGAM, 2010; CETEC, 1983).

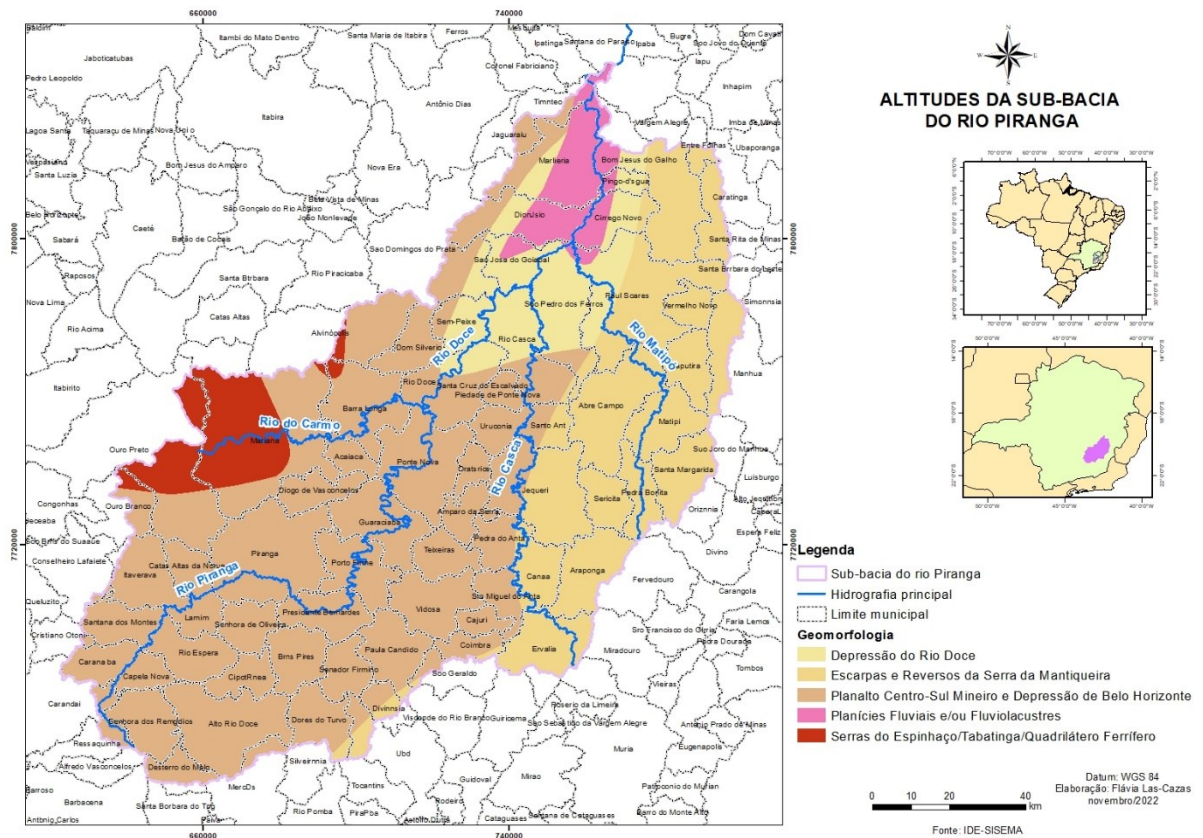
A depressão do Rio Doce possui um relevo mais suave, com altitudes que variam de 209 a 489 metros. Está situada na parte mais jusante da sub-bacia e é um relevo mais suavizado e de colinas mais baixas (IGAM, 2010).

Já as planícies fluviais e/ou fluviolacustres estão a uma altitude de 209 a 366 metros e estão localizados no limite da sub-bacia com a sub-bacia do rio Caratinga. São pouco acidentados e planos.

As Serras do Espinhaço/Tabatinga/Quadrilátero Ferrífero estão localizadas nas partes altas e a oeste da sub-bacia e na qual está localizado parte da formação ferrífera do Quadrilátero Ferrífero. Configura-se como um conjunto de relevo elevado, predominando cristas com vales encaixados e vertentes ravinadas (CETEC, 1983).

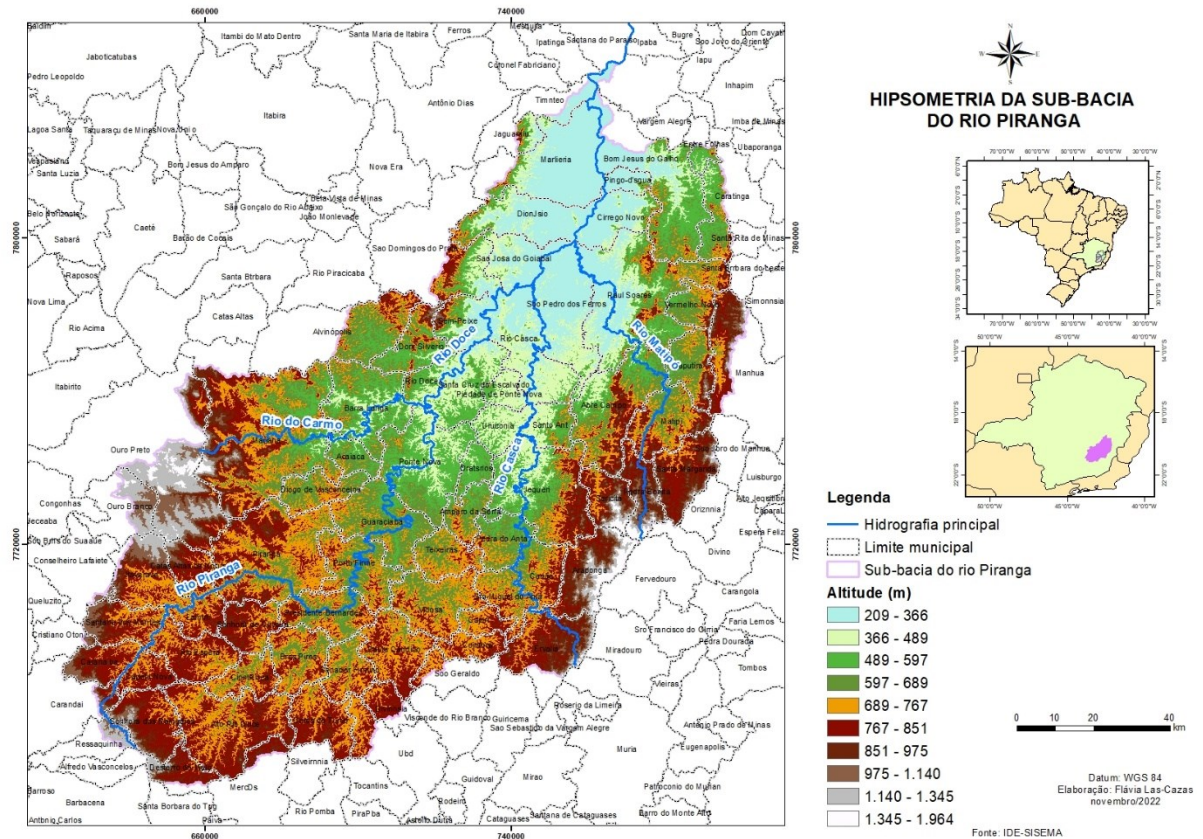
O relevo e as altitudes da sub-bacia podem ser observados nas figuras 12 e 13, respectivamente.

Figura 12: Relevo da sub-bacia rio Piranga



Fonte: Elaboração da autora com dados do IDE-Sisema.

Figura 13: Hipsometria da sub-bacia rio Piranga



Fonte: Elaboração da autora com dados do IDE-Sisema.

5.3.3 Solos

Na sub-bacia, predominam os solos das classes Latossolos, Argissolos e Cambissolos, conforme pode ser observado na figura 14. Os Argissolos são os que têm maior erodibilidade, ao passo que os Latossolos são os de menor risco para a erosão.

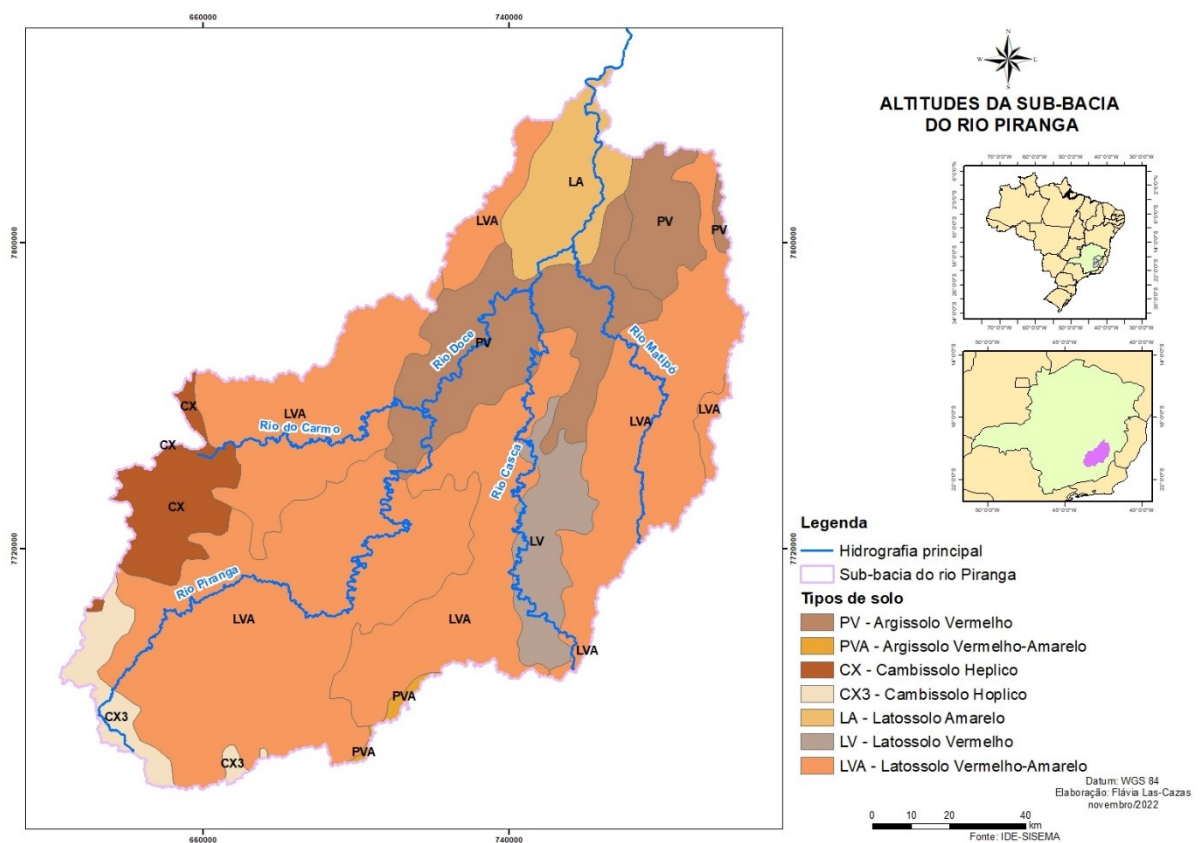
Os Latossolos Vermelho-Amarelos são os mais extensos, abrangendo 65,21% de toda a sub-bacia. Estão associados aos relevos plano, suave ondulado ou ondulado, ocorrendo em ambientes bem drenados, sendo muito profundos e uniformes em características de cor, textura e estrutura em profundidade (EMBRAPA, 2022).

Já o Latossolo Amarelo (5,65%) tem uma textura mais argilosa e apresenta boas condições físicas de retenção de umidade e boa permeabilidade, propícia para a agricultura. No Latossolo Vermelho (4,90%), o solo é mais avermelhado devido a teores mais altos de óxidos de ferro em ambientes bem drenados (EMBRAPA, 2022).

O segundo maior tipo de solo encontrado na sub-bacia são os Argissolos: Vermelho (16,07%) e o Vermelho-Amarelo em menor quantidade (0,29%). O Argissolo Vermelho possui um maior teor de óxido de ferro, ocorrendo geralmente em áreas de relevo ondulado, favorecendo a mecanização da área pela agricultura. Enquanto o Argissolos Vermelho-Amarelo, é encontrado no limite da sub-bacia do rio Piranga com a sub-bacia do rio Paraíba do Sul, ocorrendo em áreas nas quais o relevo é mais acidentado e dissecado do que nos relevos de ocorrência dos Latossolos. São áreas com restrições à fertilidade e suscetíveis à erosão (EMBRAPA, 2022).

Os Cambissolos representam 7,88% da sub-bacia do rio Piranga, sendo solos poucos desenvolvidos, pois ainda apresentam muitas rochas, são solos minerais, não hidromórficos e bem drenados. Variam de solos poucos profundos a profundos, com baixa permeabilidade (EMBRAPA, 2022).

Figura 14: Tipos de solos da sub-bacia rio Piranga

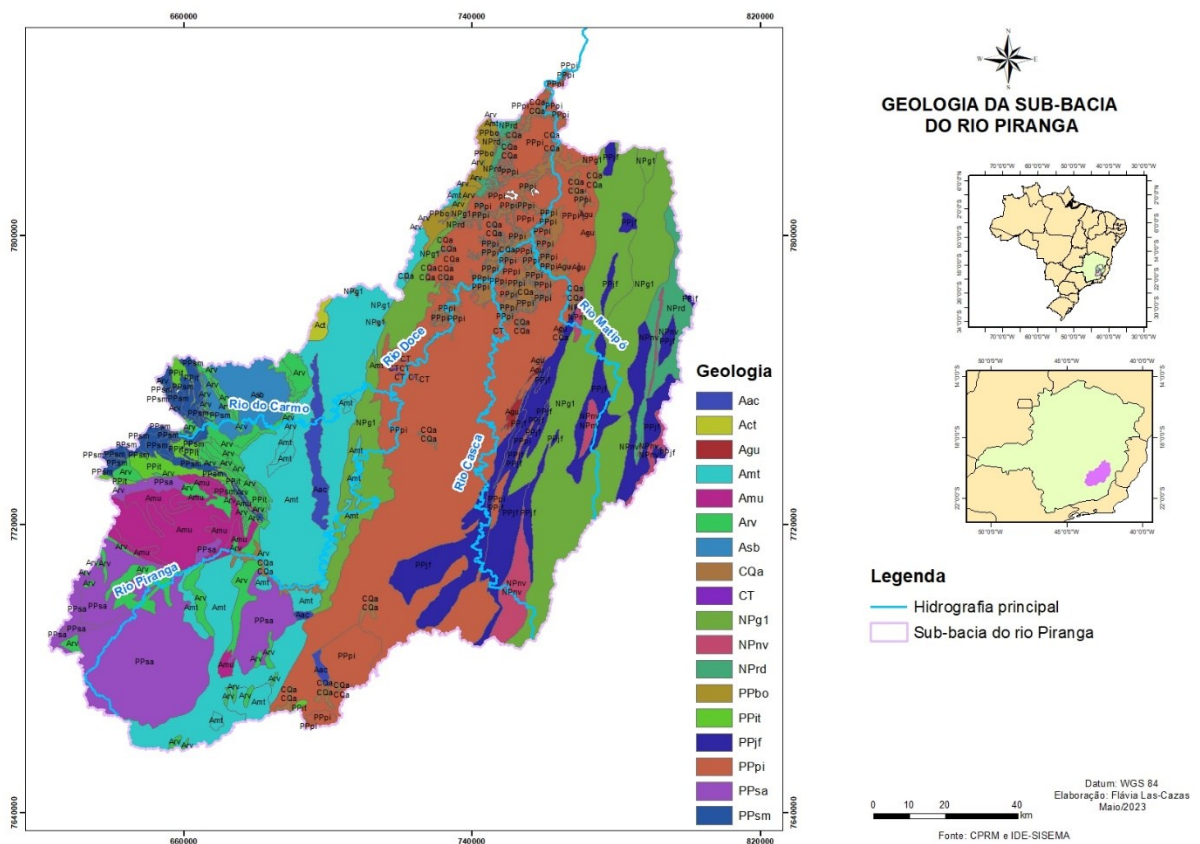


Fonte: Elaboração da autora com dados do IDE-Sisema e EMBRAPA.

5.3.4 – Geologia e recursos minerais

A geologia da sub-bacia é constituída por pelo menos dois conjuntos: a oeste, com rochas mais antigas do período arqueano (Agu, Aac, Act, Amt, Amu, Arv e Asb), e a parte leste, com rochas Proterozóicas (PPbo, PPit, PPjf, PPpi, PPSa e PPSm) e Neo-Proterozóicas (NPg1, NPnv e NPrd), além de apresentar algumas áreas do Cenozóico (CT e CQa), conforme figura 15 (PARH, 2010).

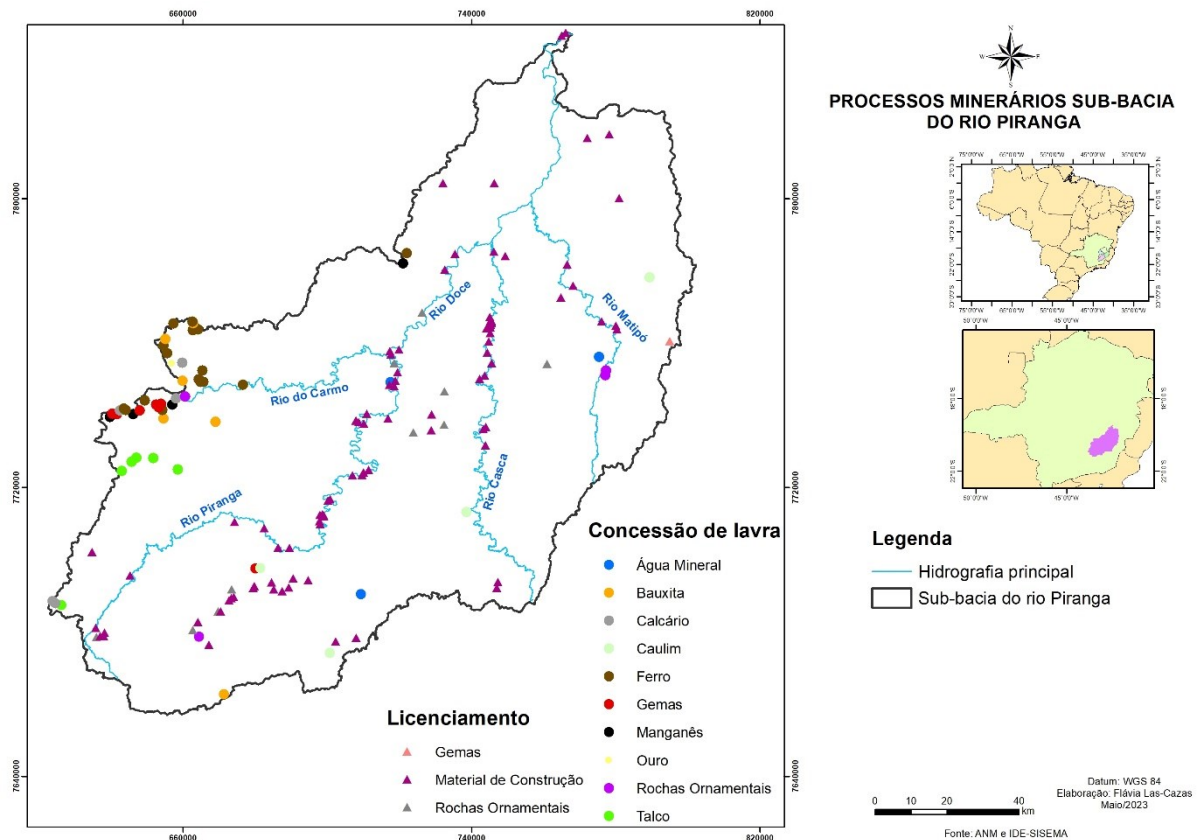
Figura 15: Geologia da sub-bacia rio Piranga



Fonte: Elaboração da autora com dados do IDE-Sisema e CPRM.

Do ponto de vista da geologia econômica, a região possui várias concessões de lavra para os seguintes recursos: água mineral, bauxita, calcário, caulim, ferro, gemas, manganês, ouro, rochas ornamentais e talco. E em licenciamento existe para os seguintes minerais: gemas, material de construção e rochas ornamentais, conforme distribuição na figura 16.

Figura 16: Processos minerários da sub-bacia rio Piranga



Fonte: Elaboração da autora com dados do IDE-Sisema e ANM.

5.3.5 Uso e ocupação do solo

O uso e ocupação do solo da sub-bacia do Rio Piranga é classificado por sistemas naturais e antrópicos, de acordo com o IDE SISEMA (IDE-Sisema, 2023). No sistema natural, é composto por Associado a Afloramento: Ferruginoso, Gnáissico/Granítico e Quartzítico/Arenítico; Floresta Estacional Semidecidual; Floresta Ombrófila Densa; Savana Arborizada (cerrado *sensu stricto*, cerrado ralo, cerrado denso e campos cerrados); Savana Gramíneo-Lenhosa (campo limpo de cerrado); e Savana Parque (campo sujo de cerrado), abrangendo 35,62% do total da sub-bacia.

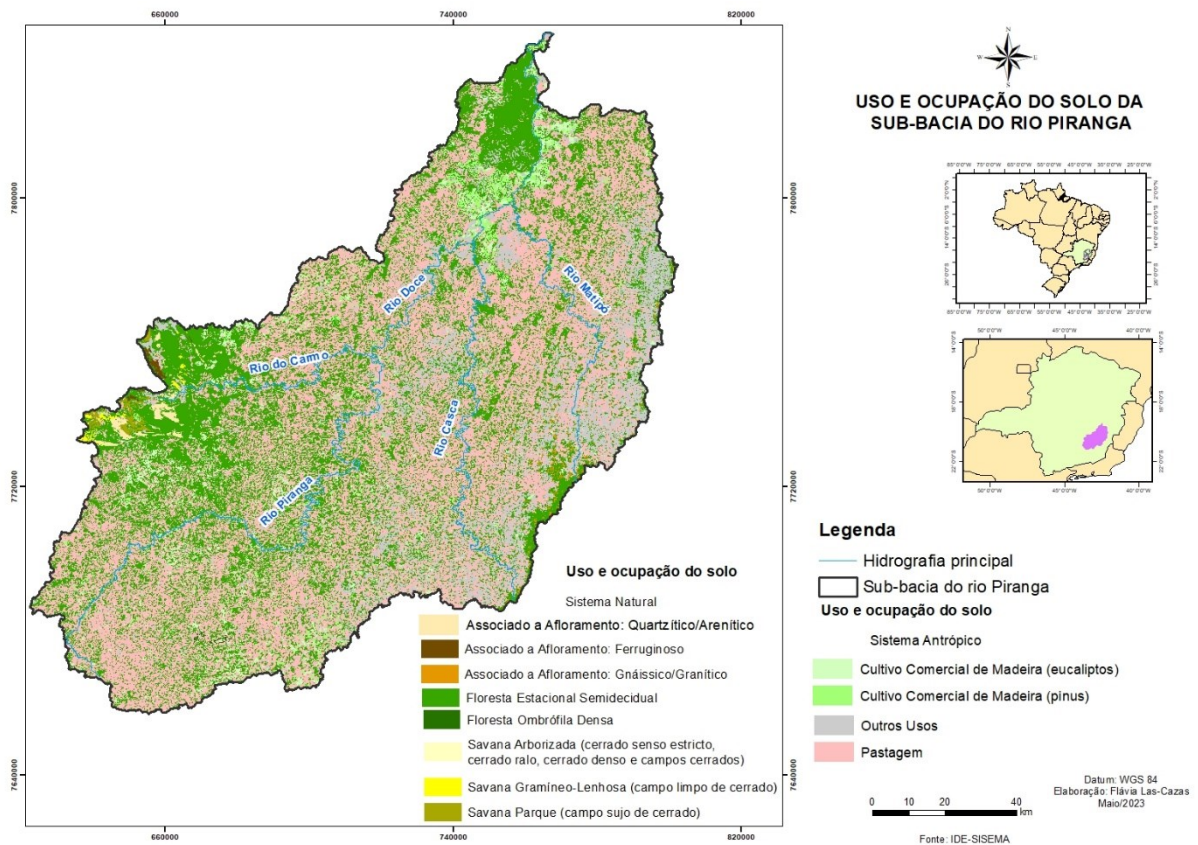
Já o sistema antrópico abrange 64,38% de toda a área e é composto por Cultivo Comercial de Madeiras: Eucaliptos e Pinus, outros usos e pastagem. Abaixo a tabela 5 apresenta os quantitativos do uso do solo e a figura 17 a sua distribuição ao longo da sub-bacia.

Tabela 5: Uso e ocupação do solo

Uso e Ocupação do Solo na sub-bacia do Rio Piranga			
Tipologia		Área km²	Porcentagem em relação à sub-bacia
Sistema Natural	Associado à Afloramento: Ferruginoso	21,5	0,12
	Associado à Afloramento: Gnáissico/Granítico	56,26	0,32
	Associado à Afloramento: Quartzítico/Arenítico	70,06	0,40
	Floresta Estacional Semidecidual	6.038,80	34,33
	Floresta Ombrófila Densa	8,56	0,05
	Savana Arborizada (cerrado <i>sensu stricto</i> , cerrado ralo, cerrado denso e campos cerrados)	1,16	0,01
	Savana Gramíneo-Lenhosa (campo limpo de cerrado)	23,30	0,13
	Savana Parque (campo sujo de cerrado)	46,35	0,26
Sistema Antrópico	Cultivo Comercial de Madeiras: Eucaliptos	575,26	3,27
	Cultivo Comercial de Madeiras: Pinus	350,25	1,99
	Outros Usos	2.019,80	11,48
	Pastagem	8.377,70	47,63
TOTAL		17589	100,00

Fonte: Flávia Brito, 2023.

Figura 17: Uso e ocupação do solo da sub-bacia rio Piranga



Fonte: Elaboração da autora com dados do IDE-Sisema.

Um dos usos do sistema antrópico está ligado à atividade de mineração, que está presente ao longo da sub-bacia em seus mais diversos bens minerais existentes.

A mineração desempenha um papel econômico significativo no Brasil, contribuindo com mais de 200 mil empregos diretos e 800 mil indiretos, além de ser responsável por cerca de 3% do PIB nacional (Santos, 2021). Em Minas Gerais, a mineração tem um papel importante para a economia mineira. Uma das regiões mais importante do Estado é o Quadrilátero Ferrífero, a atividade minerária nessa região acontece desde o final do século XVII e se estende até os dias atuais (Minas Gerais, 2020). O percentual do PIB mineiro relativo à extração mineral é de 7,5% (Minas Gerais, 2010).

Minas Gerais possui uma grande diversidade geológica, com um grande potencial de produção de recursos minerais, como: ferro, ouro, alumínio, manganês, zinco, nióbio, lítio, água mineral, rochas ornamentais e de revestimento, gemas, diamantes, argilas, areia industrial, calcário, grafita, feldspatos, agrominerais (fosfatos) e agregados para construção civil. Só o minério de ferro representa 80% do valor total da produção extrativa do Estado (Minas Gerais, 2020).

Apesar da mineração brasileira ter se iniciado no Brasil no século XVII, somente nos anos de 1980, é que as preocupações com a preservação do meio ambiente começam a aparecer, com a promulgação de leis visando a uma proteção ambiental, em especial atenção à Constituição Federal de 1988, no seu artigo 225, no qual “todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações” (Brasil, 1988).

É notório que a mineração é uma atividade importante para o crescimento econômico do Brasil, mas se faz necessário que se tenha um licenciamento ambiental feito adequadamente para que as mineradoras possam atuar de forma sustentável e com preservação ambiental, mitigando os estragos ao meio ambiente.

O licenciamento ambiental é um procedimento obrigatório para empresas e o seu conceito pode ser definido, de acordo com a CONAMA 237/1997 como:

Procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas técnicas aplicáveis ao caso (CONAMA, 1997).

Para um empreendimento poder operar, ele tem que passar por todos os trâmites do licenciamento ambiental: Licença Prévia (LP), Licença de Instalação (LI) e Licença de Operação (LO), na tabela 6, é detalhado cada etapa do licenciamento:

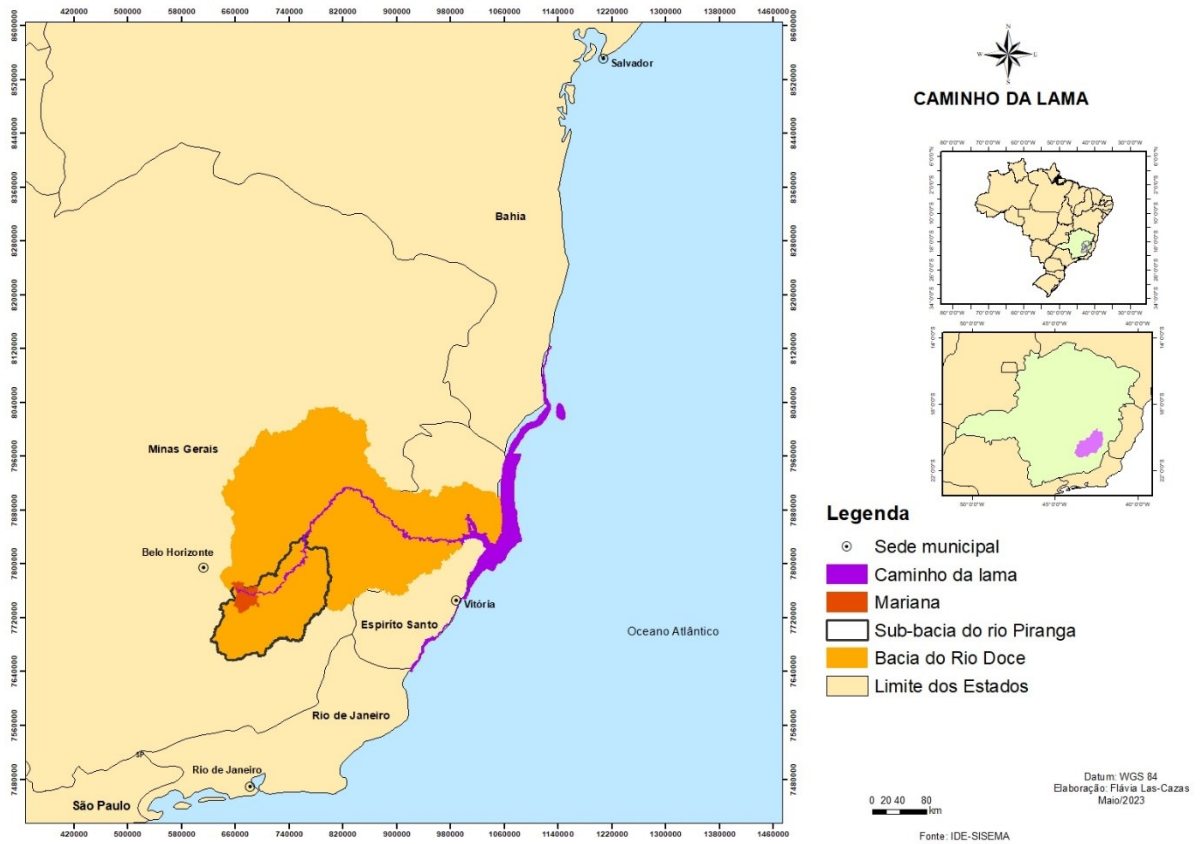
Tabela 6: Etapas do licenciamento ambiental

Etapa	Fase da licença
Licença Prévia (LP)	Concedida na fase preliminar da atividade, aprovando sua localização e concepção, atestando a viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos e condicionantes a serem atendidos nas próximas fases.
Licença de Instalação (LI)	Autoriza a instalação da atividade de acordo com as especificações constantes dos planos, programas e projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e demais condicionantes, da qual constituem motivo determinante.
Licença de Operação (LO)	Autoriza a operação da atividade, após a verificação do efetivo cumprimento do que consta das licenças anteriores, com as medidas de controle ambiental e condicionantes determinados para a operação.

Fonte: CONAMA 237/1997.

A Samarco tinha autorização para operar a Barragem de Fundão, e, no dia 05 de novembro de 2015, o rompimento da Barragem veio à tona, provocando, assim, o pior desastre ambiental do país. O rompimento causou a morte de 19 pessoas, avançou pelo Rio Doce e espalhou cerca de 50 milhões de metros cúbicos de rejeitos de mineração. O caminho da lama avançou até chegar no Oceano Atlântico (Dias, 2018). A Figura 18 mostra o caminho pelo qual a lama passou.

Figura 18: Caminho da lama do rompimento da barragem de Fundão



Fonte: Elaboração da autora com dados do IDE-Sisema.

6. O *WORKSHOP*: ELABORAÇÃO E RESULTADOS

Para o desenvolvimento do trabalho em Geodesign, foram elaboradas algumas etapas: a primeira etapa é a produção da coleção de mapas (*Pré-workshop*), após essa produção vem o *workshop* de cocriação de ideias.

O *workshop* foi conduzido em quatro dias, em que os participantes fizeram o enriquecimento de leitura, no segundo dia, foram feitos os diálogos de criação de ideias. No terceiro dia, os participantes fizeram os diálogos de comentários e a escolha das ideias. Já no quarto dia, os participantes puderam visualizar se as metas foram atingidas, reviram as propostas que não foram aprovadas, para uma nova rodada de votação e, no final, a visualização dos resultados.

6.1 *Pré-workshop*: produção da coleção de mapas

A primeira etapa é a preparação do *workshop*. De acordo com Moura (2019), o primeiro passo é a construção de informações sobre as principais características da sub-bacia do Rio Piranga, que são organizadas na forma de sistemas. São indicados no máximo 10 sistemas, não sendo obrigatório usar os 10. No estudo de caso em questão, foram utilizados 06 sistemas: hidrografia, vegetação, riscos, ecoturismo, rede de transporte e mineração/indústria.

Foram elaborados os Modelos de Representação, que, segundo Steinitz (2012), requer a descrição da área de estudo, em que as questões representadas podem incluir:

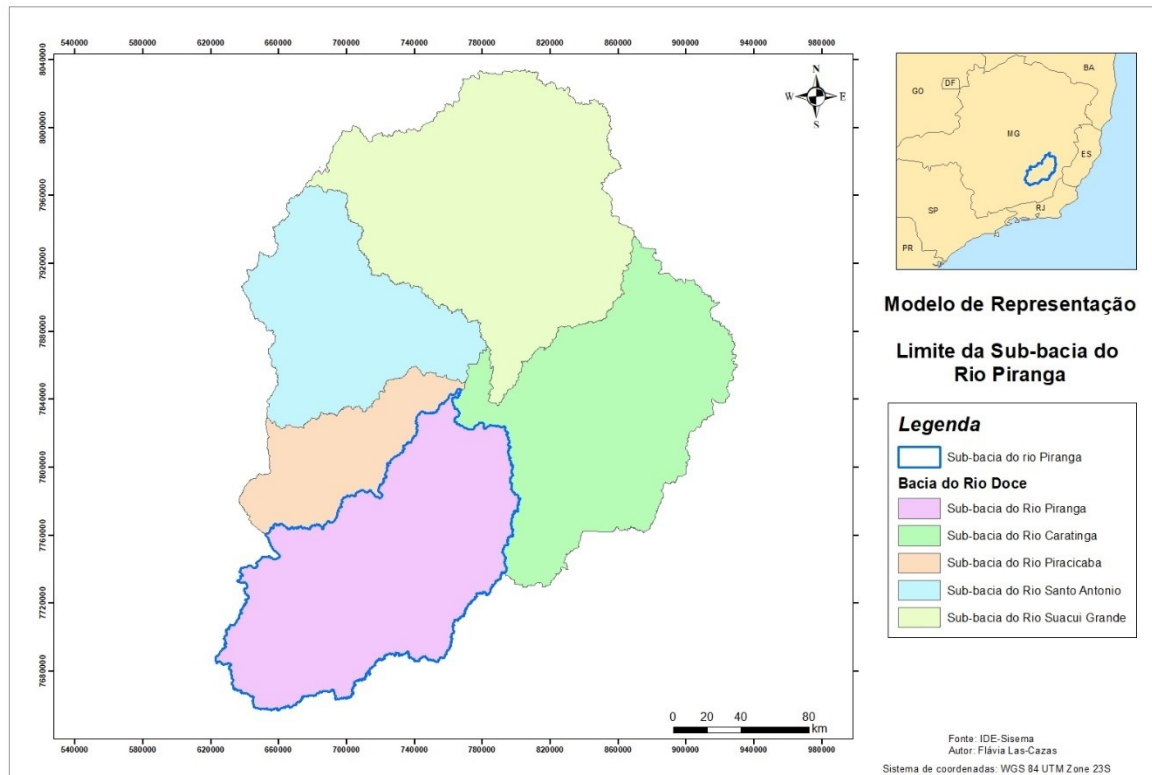
- Onde estão as fronteiras dos principais sistemas da área de estudo?
- Qual é a geografia física, econômica e social da área?
- Existem bases de dados (digitais) para a área? Eles são acessíveis à equipe de estudo?

Para a elaboração de cada sistema, foram realizadas buscas em dados oficiais, como Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente – MG (IDE-Sisema), Agência Nacional de Mineração (ANM), dentre outras. Após as buscas pelos dados oficiais, inicia-se a fase de elaboração de modelos de representação, que são os mapas temáticos, apresentando as características da área, com base em informações já disponíveis.

Os primeiros modelos de representação foram o limite da sub-bacia do Rio Piranga (Figura 19) e os limites municipais, com as manchas urbanas (Figura 20). Esses modelos visam

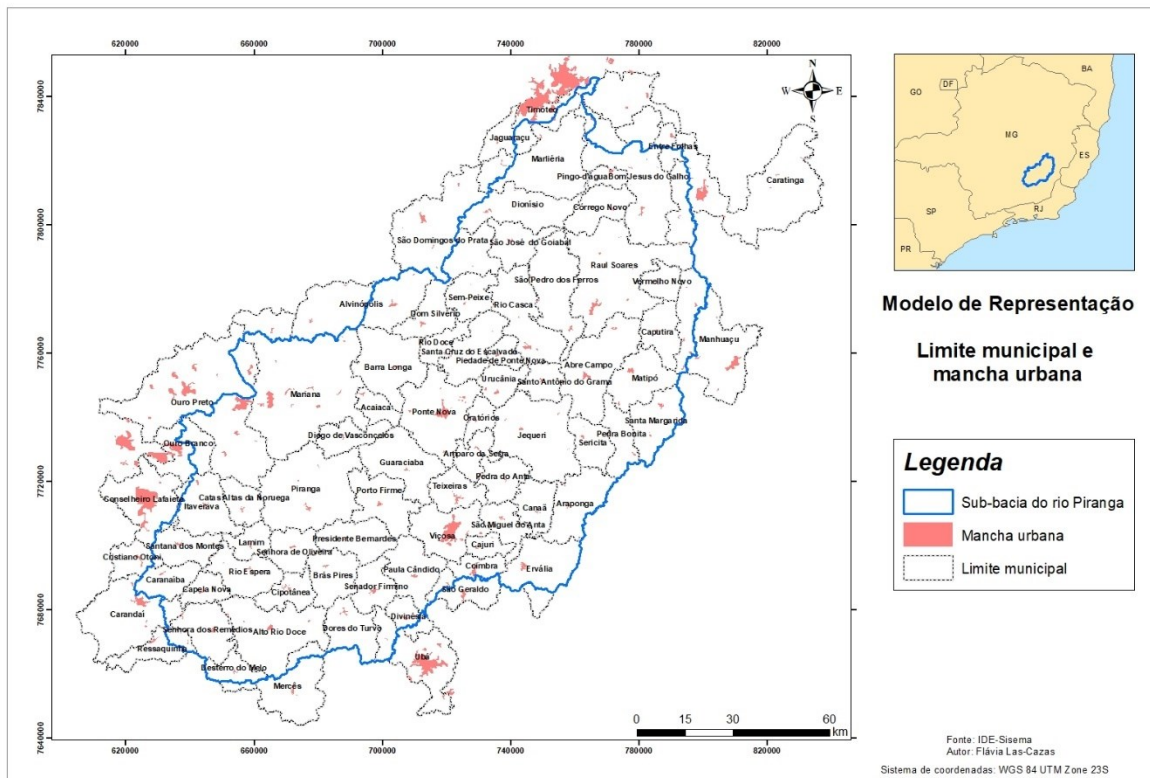
apresentar o limite da bacia e os municípios que fazem parte da bacia, permitindo que os participantes identifiquem o limite da área de estudo e que tenham uma melhor visualização espacial do território, com todos os municípios que estão inseridos totalmente ou parcialmente dentro da sub-bacia do Rio Piranga.

Figura 19: Modelos de representação: Limite da sub-bacia do Rio Piranga



Fonte: Elaboração da autora com dados do IDE-Sisema.

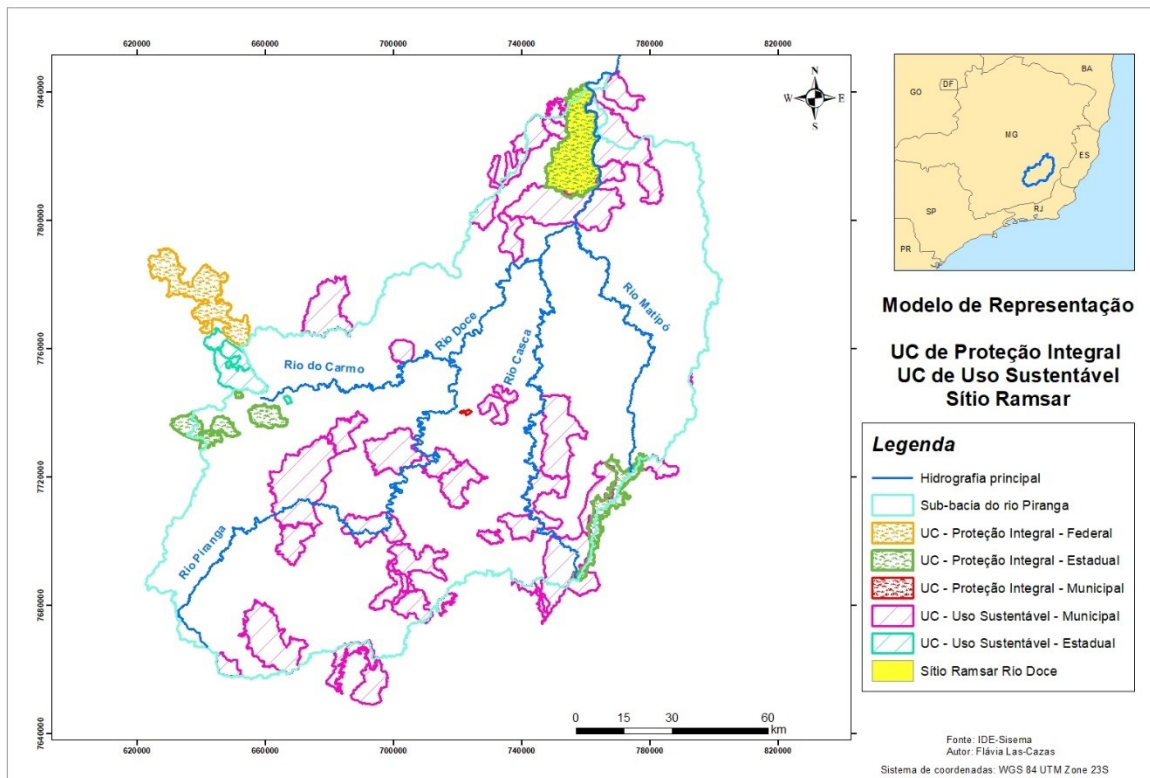
Figura 20: Modelos de representação: Limite municipal e mancha urbana



Fonte: Elaboração da autora com dados do IDE-Sisema.

Os modelos de representação sobre vegetação foram relativos aos mapas das Unidades de Conservação de Proteção Integral (UCPI) e Sítio Ramsar (Lista de Zonas Úmidas de Importância Internacional) (Figura 21). As UCPI dentro da sub-bacia do Rio Piranga são apenas 7, sendo 06 estaduais e 01 municipal. Não existe nenhuma federal, mas se optou por representar o Parque Nacional Serra do Gandarela que faz divisa com a sub-bacia e que tem grande importância na biodiversidade da região. A Lista de Zonas Úmidas de Importância Internacional tem como objetivo promover a cooperação entre países para conservar e utilizar racionalmente as zonas úmidas no mundo, essas áreas recebem o título de Sítio Ramsar. No Brasil, existem 27 sítios na lista de Ramsar: 09 no Bioma Amazônia, 06 no Bioma Mata Atlântica, 05 no Cerrado, 04 no Bioma Pantanal, 02 no Pampa e 01 na Caatinga. O mapa de Unidade de Conservação de Uso Sustentável - UCUS (Figura 21) também foi representado. São 41 UCUS de domínio municipal e 03 estadual, totalizando 44 UCUS.

Figura 21: Modelos de representação: UC de proteção integral, Sítio Ramsar e UC de uso sustentável



Fonte: Elaboração da autora com dados do IDE-Sisema.

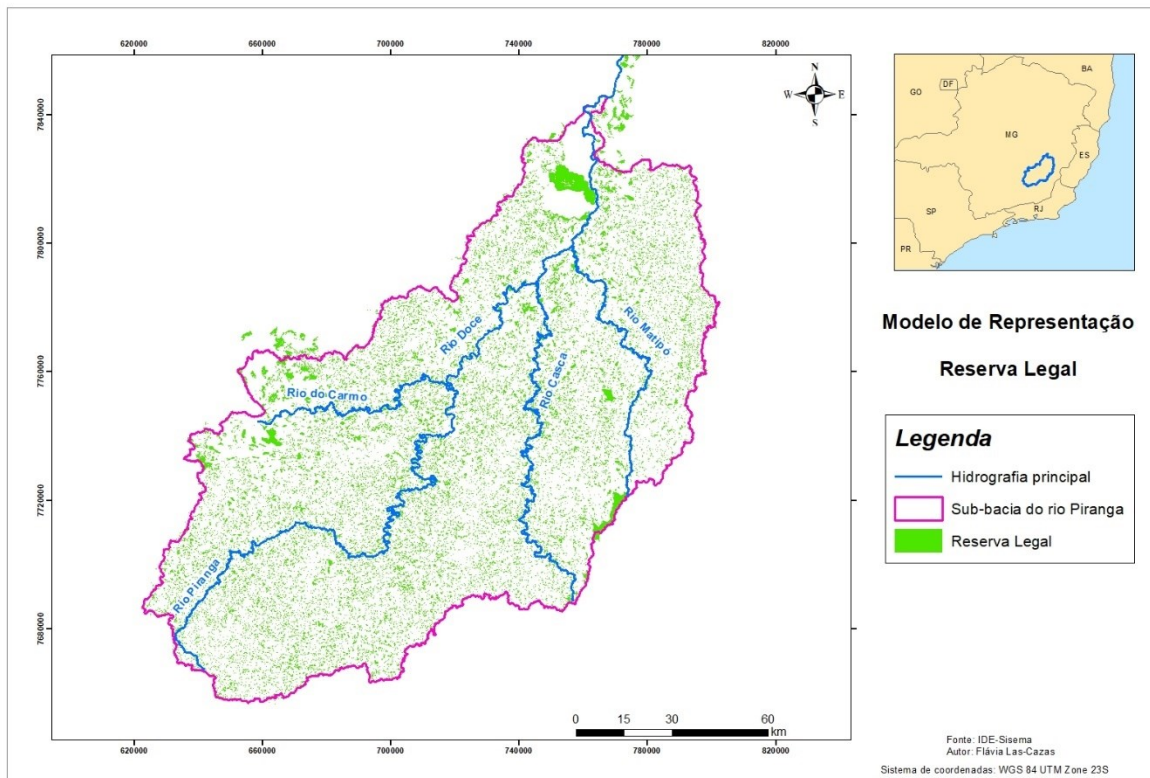
Reserva Legal (Figura 22) é um instrumento de proteção do meio ambiente, previsto na Lei Federal 12.651/2012, na qual todo imóvel rural deve manter uma área de cobertura de vegetação nativa. O percentual mínimo para a Reserva Legal é estabelecido da seguinte forma (Brasil, 2012):

- 80% do imóvel localizado em áreas de florestas na Amazônia Legal;
- 35% do imóvel localizado no cerrado na Amazônia Legal; e
- 20% do imóvel localizado em outros biomas e campos gerais (a área de estudo está inserida neste item).

Os dados foram retirados da plataforma SICAR (Sistema de Cadastro Ambiental Rural), que é um sistema de registro público eletrônico de âmbito nacional, que tem finalidade de integrar as informações ambientais das propriedades rurais (IBAMA, 2014).

Na sub-bacia do Rio Piranga, foram cadastrados mais de 58 mil imóveis rurais, que gerou 2.702 quilômetros quadrados de áreas de proteção ambiental, em caráter de Reserva Legal, equivalente a 15,36% da área total da sub-bacia.

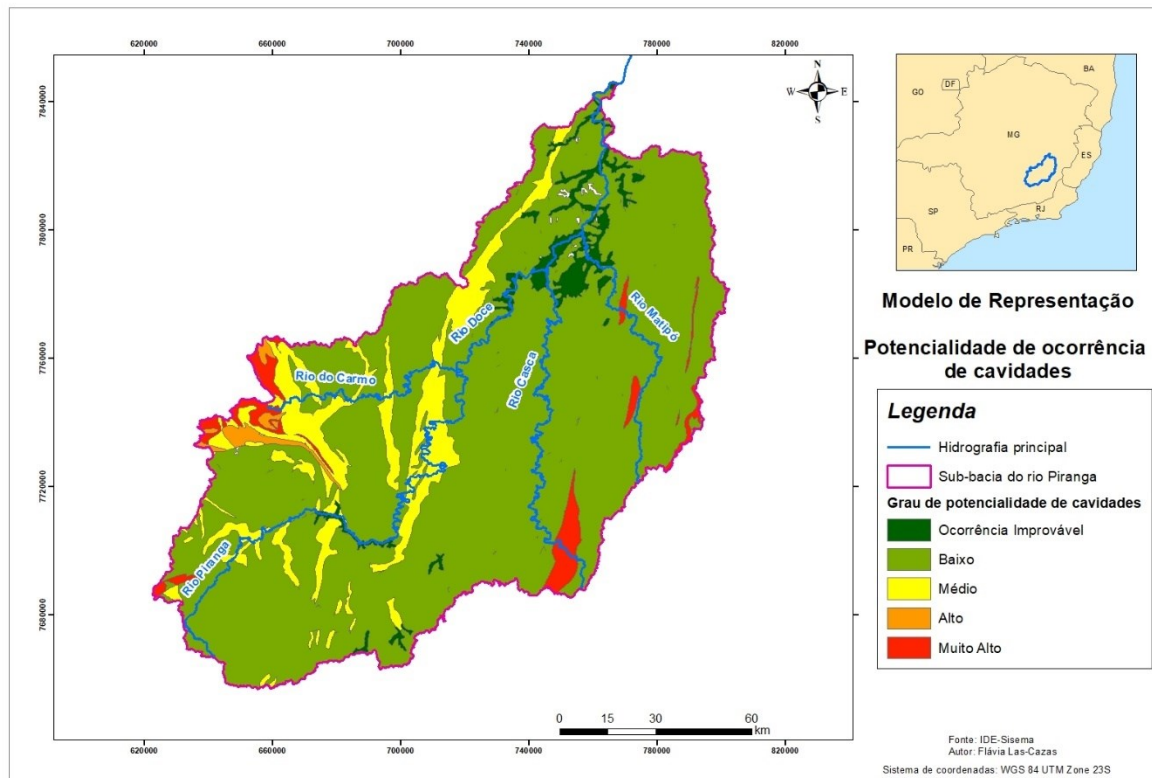
Figura 22: Modelo de representação: Reserva Legal



Fonte: Elaboração da autora com dados do IDE-Sisema.

O mapa de potencialidade de ocorrência de cavidades (Figura 23) foi elaborado, utilizando a classificação litológica, e foram geradas cinco classes de grau de potencialidade: Muito Alto, Alto, Médio, Baixo e Ocorrência Improvável. Esse mapeamento foi realizado, devido à necessidade de se ter dados geoespacializados que pudessem auxiliar na análise de processos de licenciamento ambiental, aprimorando a gestão do Patrimônio Espeleológico. Foi utilizado dados de localização das principais regiões cársticas, mapa geológico, dados geoespacializados de cavernas do CECAV e uma revisão bibliográfica das principais formações litológicas das cavidades cadastradas no CECAV (Jansen; Cavalcanti; Lamblém, 2012).

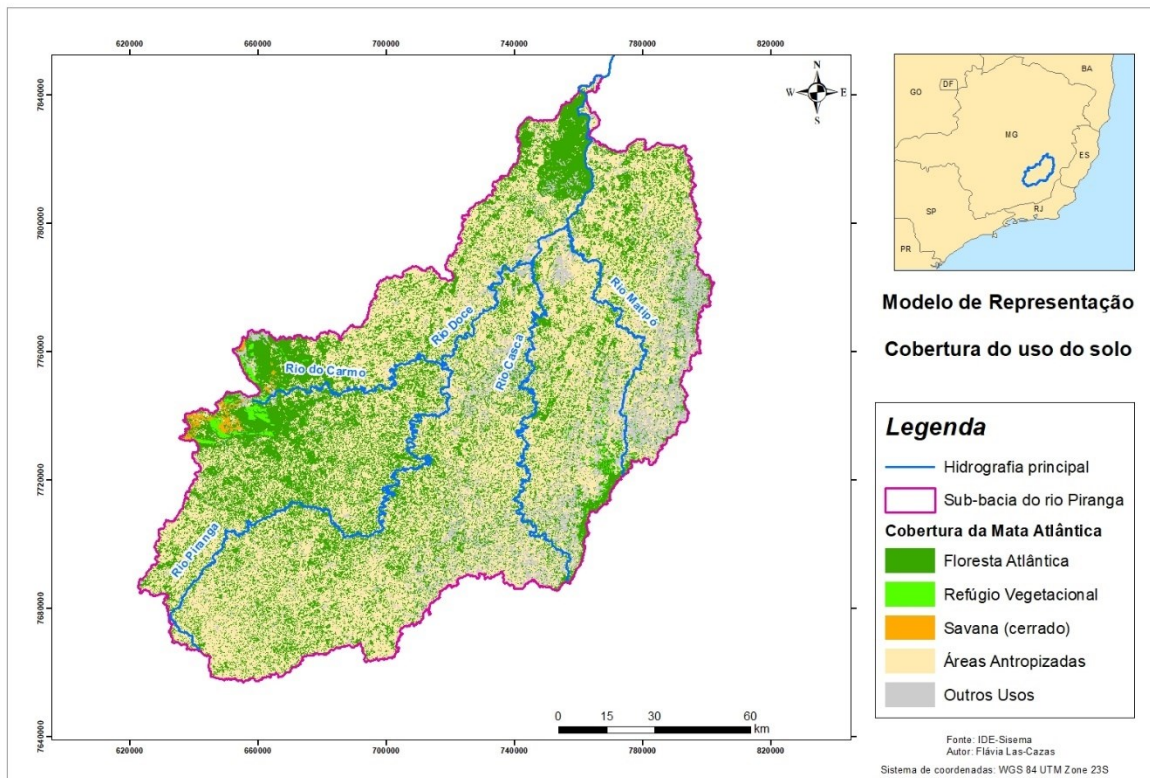
Figura 23: Modelo de representação: Mapa de potencialidade de ocorrência de cavidades



Fonte: Elaboração da autora com dados do IDE-Sisema e CECAV.

O mapa de cobertura do uso do solo (Figura 24) foi elaborado com base nos dados do IDE-Sisema (Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos), na camada “Cobertura vegetal do bioma Mata Atlântica”, que é uma representação vetorial da cobertura vegetal e uso do solo do bioma dentro do Estado de Minas Gerais, no ano de 2019. Esse mapeamento está dividido em três lotes vetoriais e para a área de estudo foram utilizados os lotes 01 e 02 (IDE-Sisema, 2023).

Figura 24: Modelos de representação: Cobertura do uso do solo

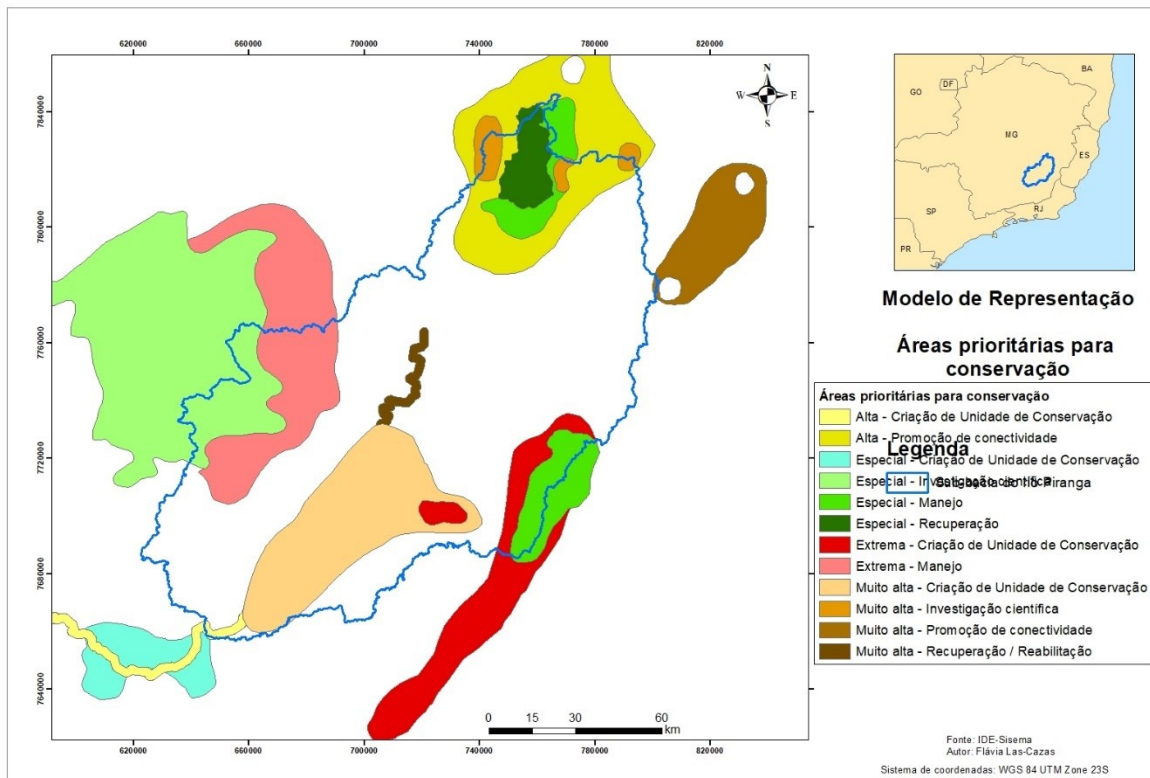


Fonte: Elaboração da autora com dados do IDE-Sisema.

As áreas prioritárias para conservação (Figura 25) são uma estratégia do estado de Minas Gerais para a conservação da biodiversidade e dos ecossistemas. Foi realizado pelo IEF, em parceria com a UFMG, WWF Brasil e Fundação Biodiversitas, com a colaboração da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD), Fundação Estadual de Meio Ambiente (FEAM) e Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), em 2021 (IEF, 2021).

As áreas prioritárias foram classificadas como prioridade Alta, Especial, Extrema e Muito Alta. Para a prioridade Alta, as ações principais são criação de UC e promoção de conectividade. A prioridade Especial as ações são para criação de UC, investigação científica, manejo e recuperação da área. Já na prioridade Extrema, as ações são as de criação de UC e manejo sustentável. Finalmente, na prioridade Muito Alta, as ações estão voltadas à criação de UC, investigação científica, promoção de conectividade e recuperação ou reabilitação da área.

Figura 25: Modelos de representação: Área prioritária para conservação

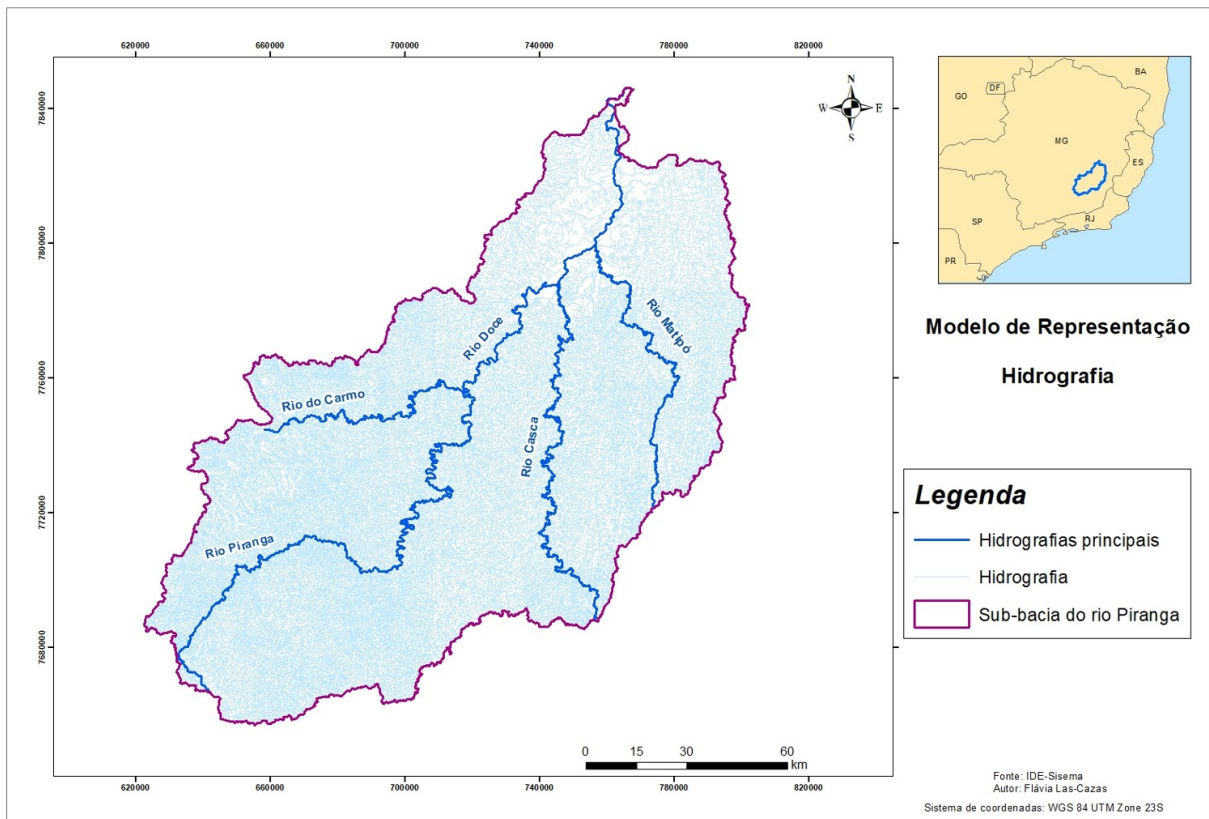


Fonte: Elaboração da autora com dados do IDE-Sisema.

O mapa de hidrografia (Figura 26) foi elaborado, separando as drenagens principais das secundárias, para melhor visualização dos participantes. As áreas de drenagens são, assim, divididas: Rio Piranga, que abrange uma área de 6.606 km²; rio do Carmo, percorrendo uma área de 2.278 km²; rio Casca, cuja área de drenagem compreende 2.510 km²; e rio Matipó, cuja área de drenagem é de 2.550 km². Além disso, uma parte da sub-bacia tem uma drenagem diretamente para o Rio Doce, que abrange uma área de 3.626 km² (IGAM, 2010).

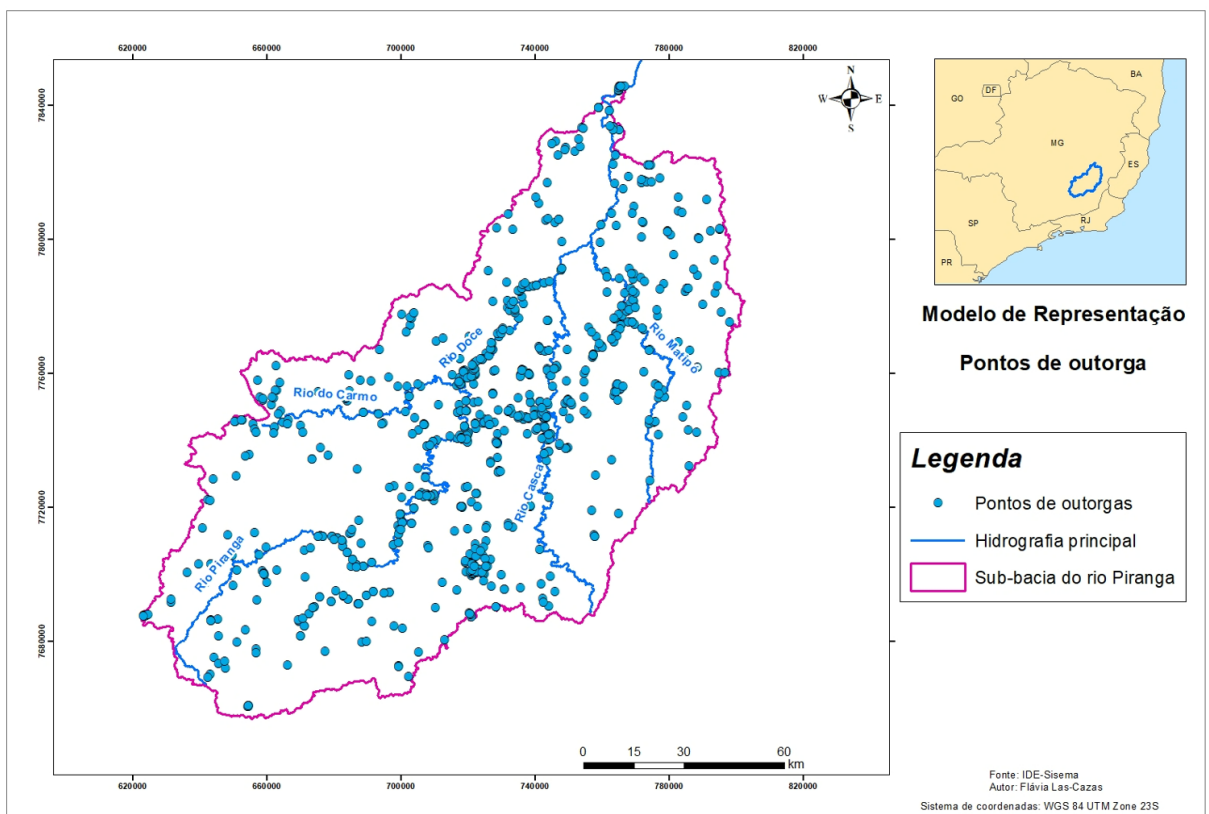
Os pontos de outorgas (Figura 27) foram apresentados de modo a permitirem verificar possíveis conflitos de uso da água, ambos os dados foram extraídos do IDE-Sisema. Trata-se de um instrumento usado para gerenciar os recursos hídricos, controlando quantitativamente e qualitativamente os usos da água, permitindo uma distribuição justa e equilibrada da utilização da água.

Figura 26: Modelos de representação: Hidrografia



Fonte: Elaboração da autora com dados do IDE-Sisema.

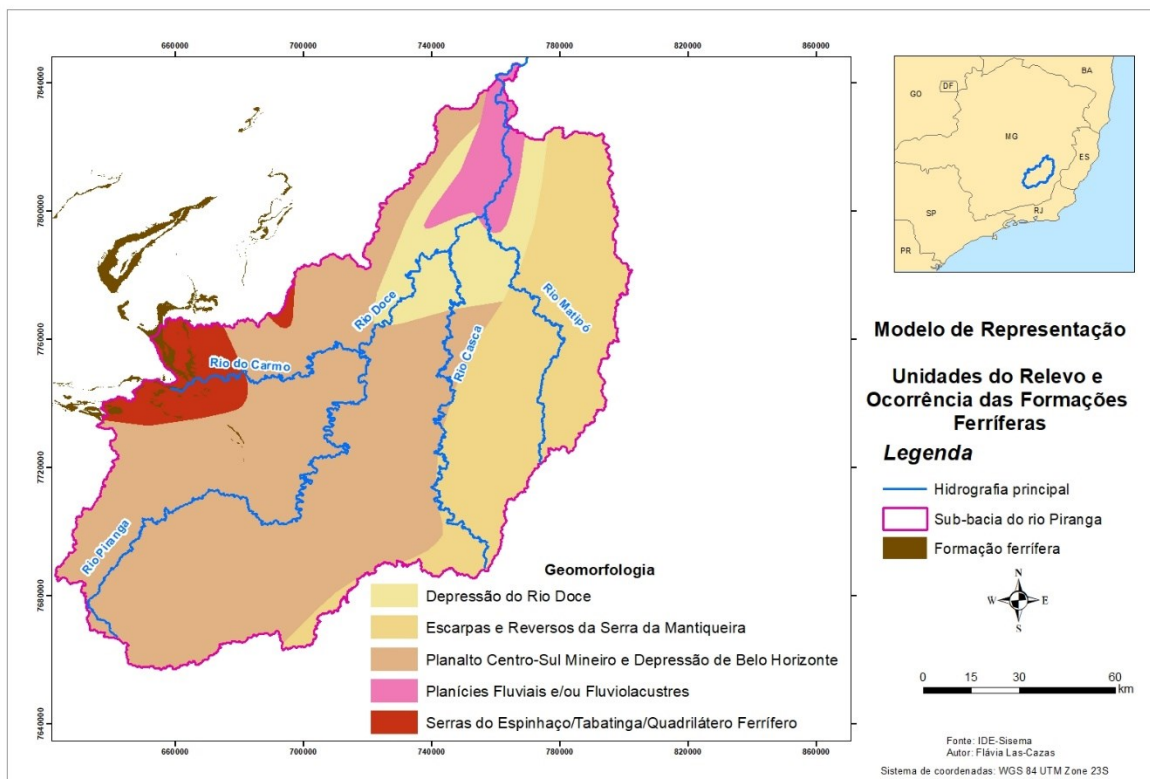
Figura 27: Modelos de representação: Pontos de outorga



Fonte: Elaboração da autora com dados do IDE-Sisema.

O mapa de Geologia utilizado foi o da formação ferrífera, em que estão concentradas as grandes mineradoras do Estado e a geomorfologia (Figura 28). A Geomorfologia da sub-bacia do Rio Piranga é formada por depressões, que foram geradas por processos erosivos, principalmente nas bordas das bacias sedimentares (Ross, 2003); as escarpas; os planaltos; e as planícies, com superfícies planas e com processos de deposição de sedimentos.

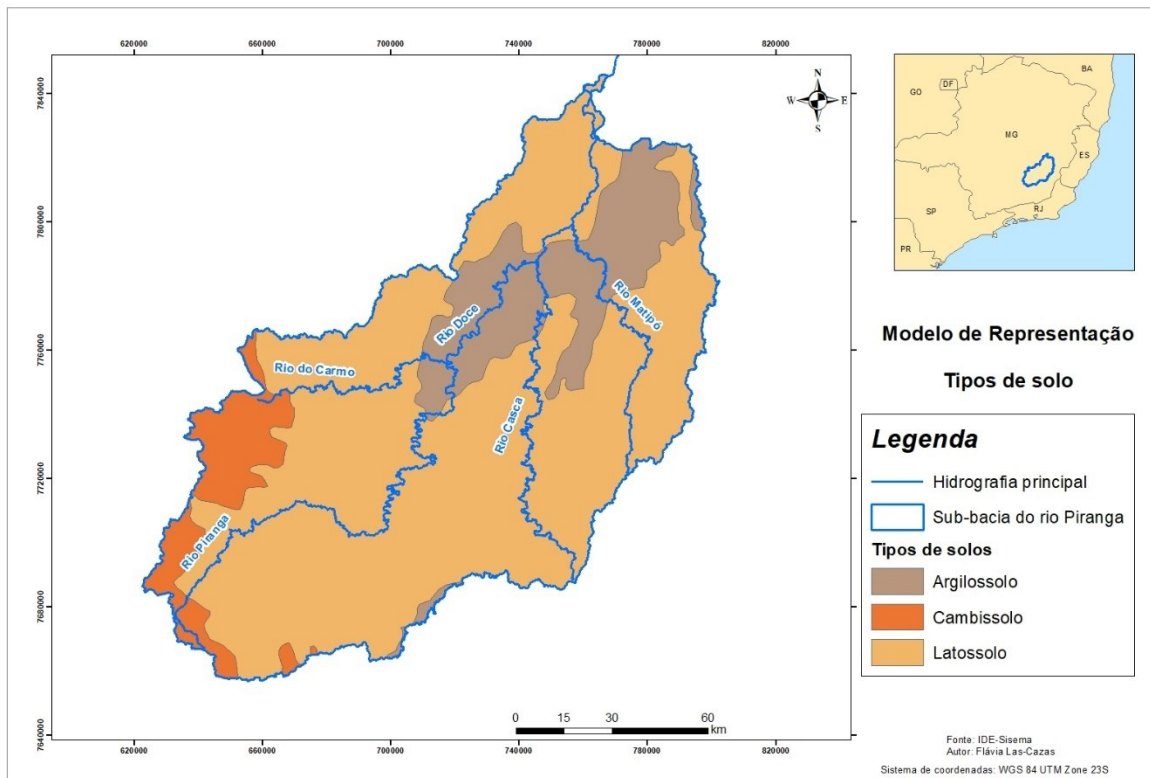
Figura 28: Modelos de representação: Unidades do Relevo e Ocorrência das Formações Ferríferas



Fonte: Elaboração da autora com dados do IDE-Sisema.

Os tipos de Solos (Figura 29) encontrados foram os Latossolos, que são solos profundos e bem drenados e estão em 75,71% da área total da sub-bacia; os Argissolos, solos moderadamente drenados e representam 16,41% da área total; e os Cambissolos, que são solos poucos desenvolvidos e são 7,88% da área total, com muitas rochas e com baixa permeabilidade.

Figura 29: Modelos de representação: Tipos de solo.

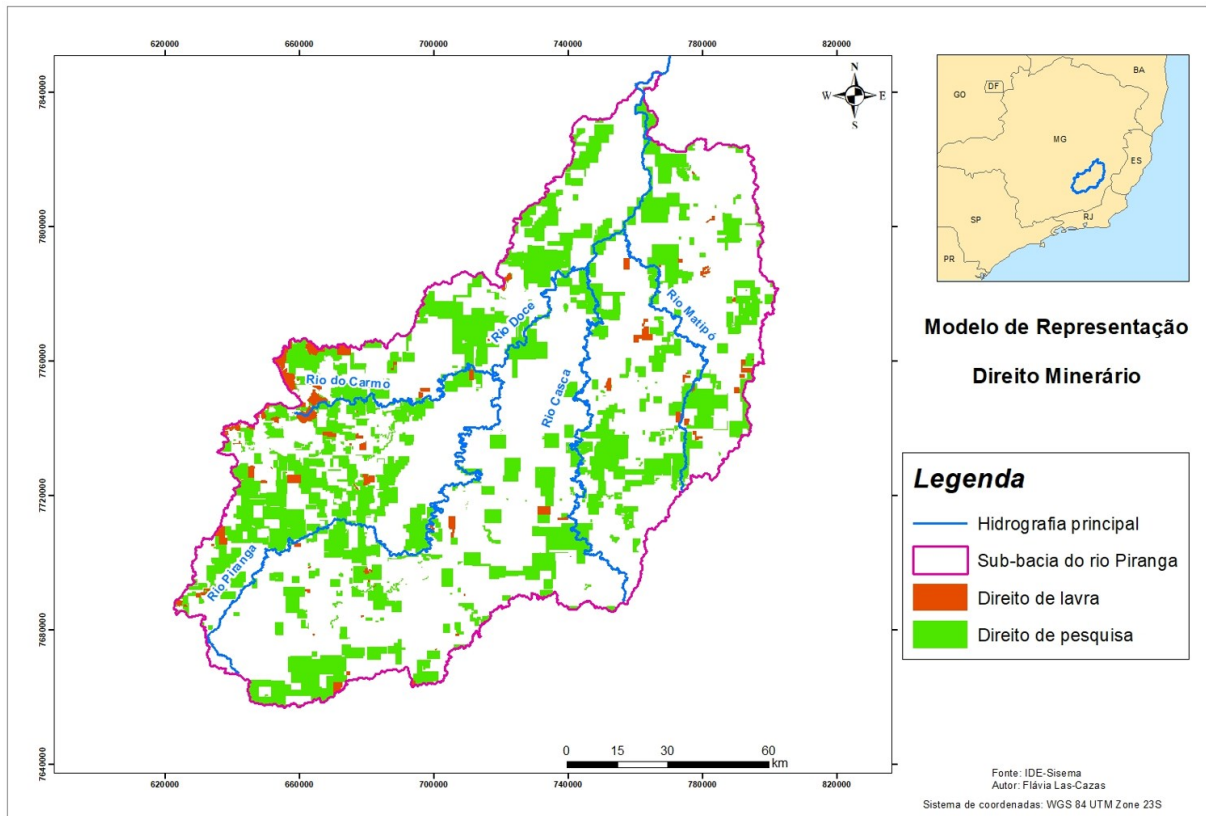


Fonte: Elaboração da autora com dados do IDE-Sisema.

Para o estudo, foram considerados os direitos minerários (Figura 30) que possuem título de Direito de Lavra (os que possuem a concessão de lavra) e o Direito de Pesquisa (que estão autorizados a pesquisar a substância mineral). Ao longo da sub-bacia, são 1.002 áreas, sendo 146 com direito de lavra e 856 com direito de pesquisa. As substâncias requeridas nas solicitações são: água marinha, água mineral, alumínio, ametista, areia, argila, arsênio, bauxita, berilo, calcário, cascalho, caulim, cobre, diamante, esteatito, ferro, filito, fosfato, gnaise, grafita, granito, manganês, níquel, ouro, quartzo, talco e topázio.

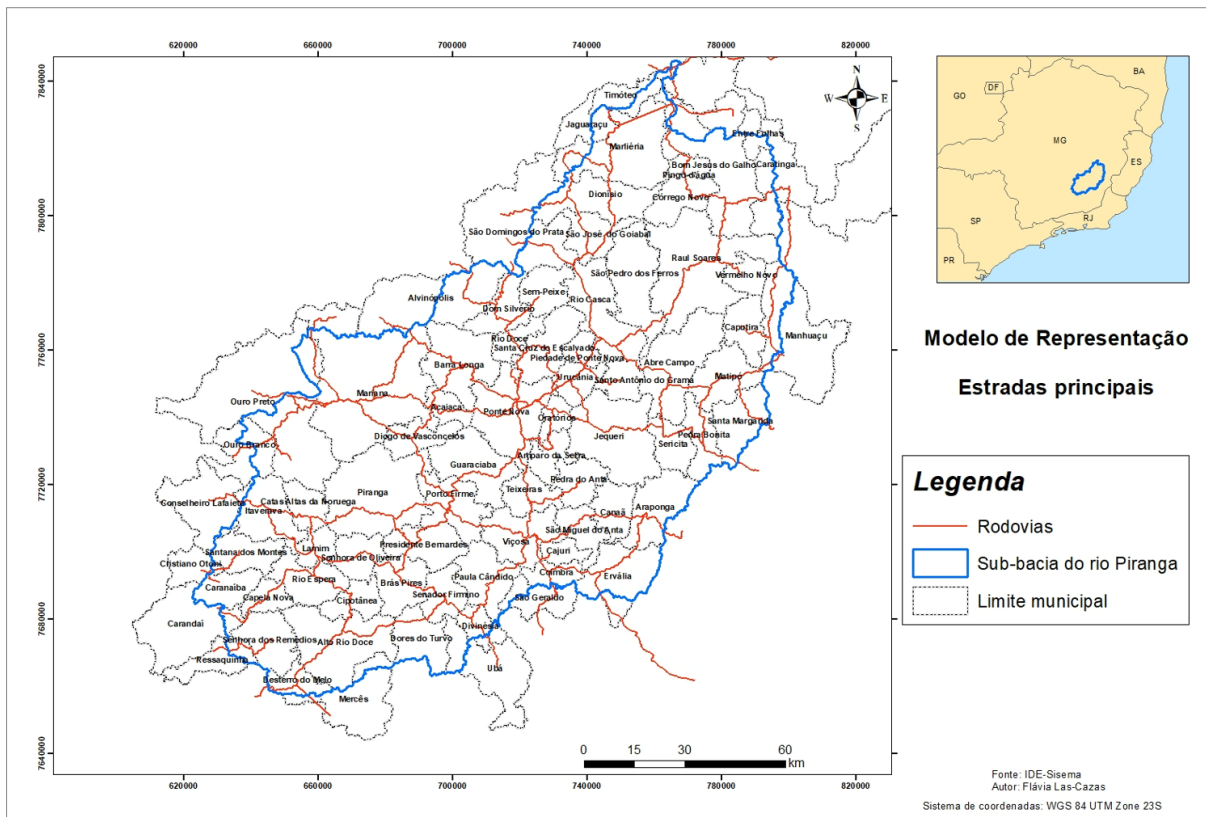
Foi também de interesse apresentar o mapa das principais estradas e rodovias que cortam a sub-bacia (Figura 31).

Figura 30: Modelos de representação: Direitos minerários



Fonte: Elaboração da autora com dados do IDE-Sisema e ANM.

Figura 31: Modelos de representação: Estradas principais



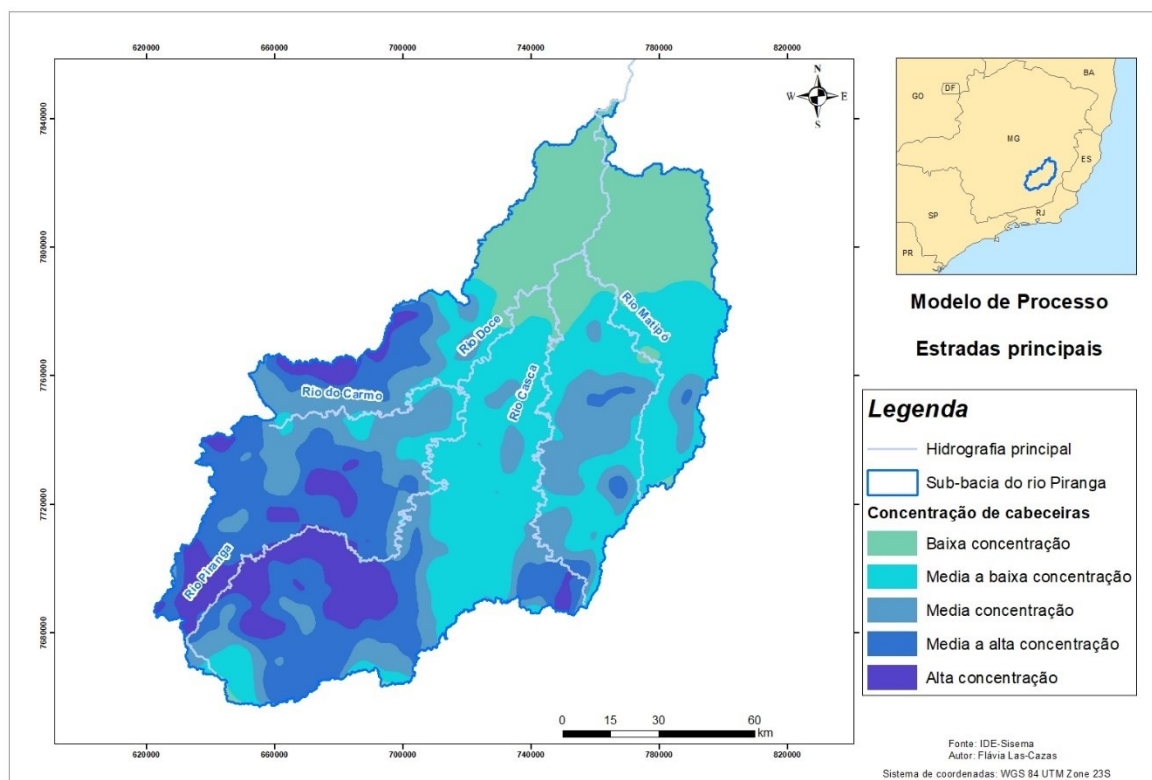
Fonte: Elaboração da autora com dados do IDE-Sisema.

A elaboração de Modelos de Processos são fundamentais para a realização do *workshop*, pois tem como objetivo observar a distribuição espacial de ocorrências e fenômenos. Os modelos transformam dados em informações espaciais, informando as áreas de influência de cada evento ou ocorrência espacial, assim como suas concentrações e espacializações. As questões-chave, de acordo com Steinitz (2012), são:

- Como a área de estudo opera?
- Quais são as relações funcionais e estruturais entre seus elementos?

O mapa de Concentração de Cabeceiras (Figura 32) foi elaborado por meio dos pontos das nascentes, utilizando a ferramenta *Kernel Density* do *ArcGis* e classificados em baixa, média a baixa, média, média a alta e alta concentração.

Figura 32: Modelos de processos: Concentração de cabeceiras

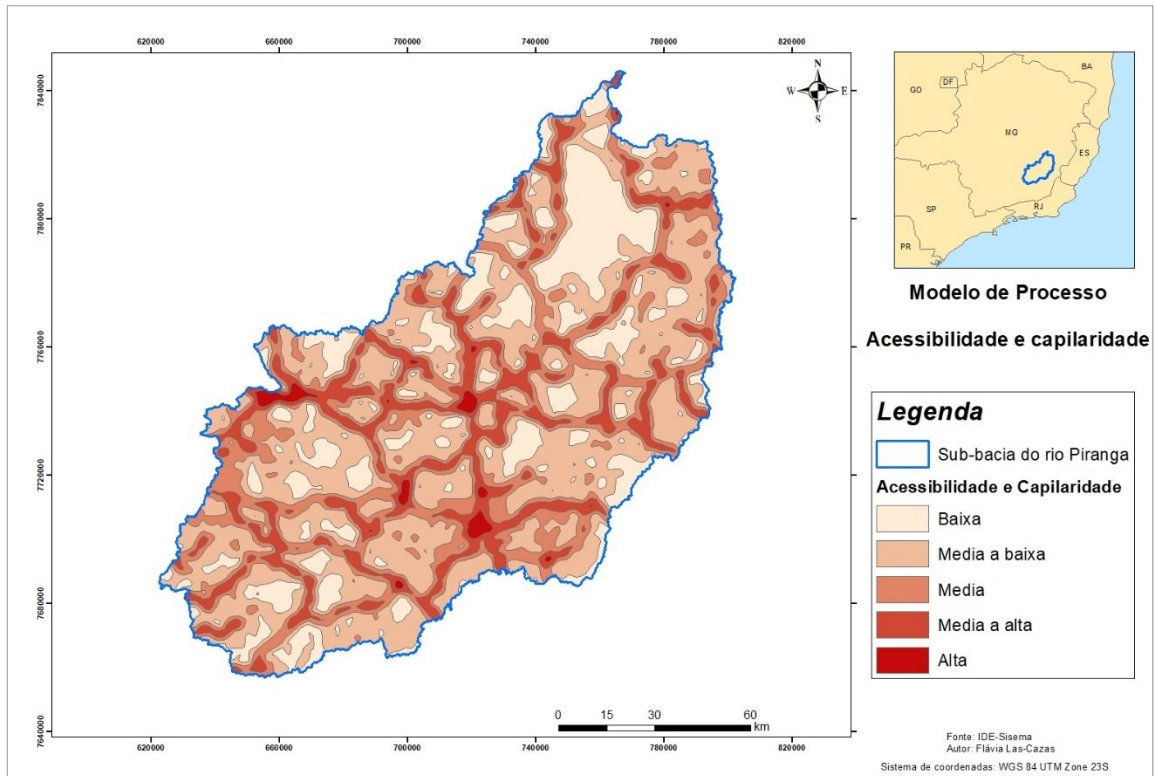


Fonte: Elaboração da autora com dados do IDE-Sisema.

O mapa de Capilaridade e Acessibilidade (Figura 33) foi construído com base nos dados obtidos do *Google Open Street Maps*, também utilizando a ferramenta *Kernel*, atribuindo notas de acordo com a classificação da via, em que as rodovias receberam as melhores notas e as vias locais as notas mais baixas. A acessibilidade está relacionada à facilidade de chegar até

determinado local, já a capilaridade tange à questão da quantidade de alternativas para um percurso.

Figura 33: Modelos de processos: Acessibilidade e Capilaridade

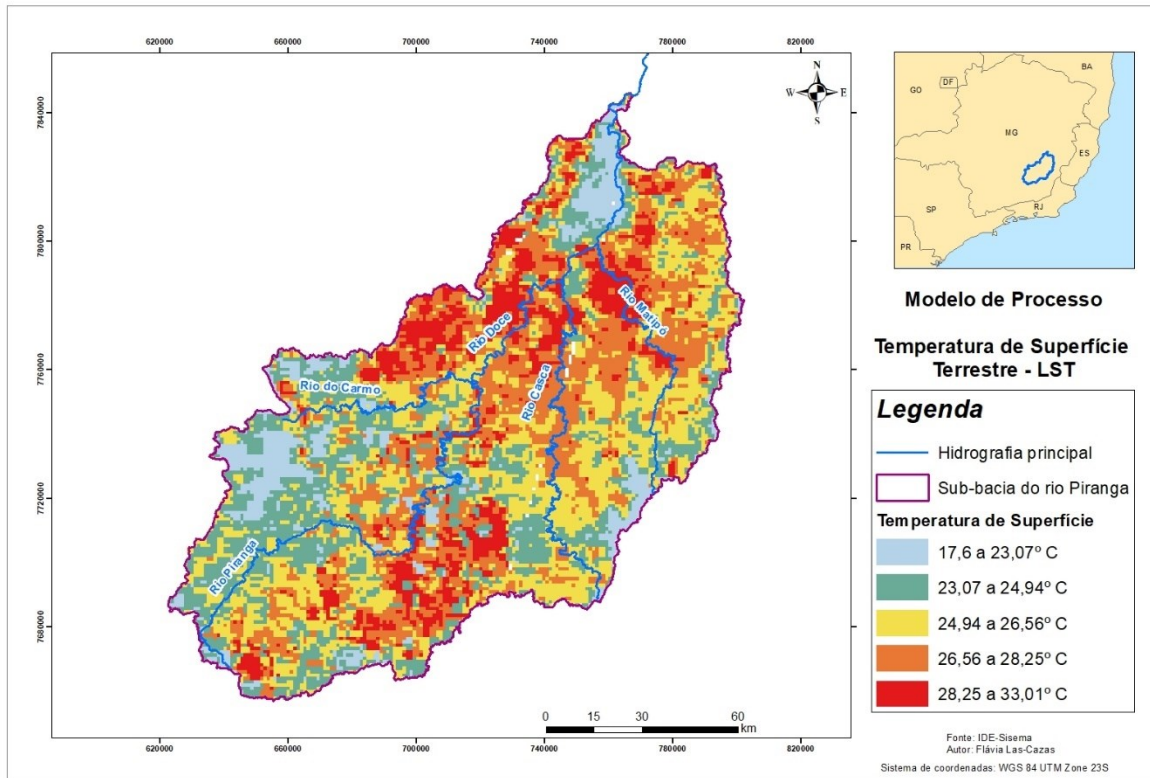


Fonte: Elaboração da autora com dados do IDE-Sisema e OSM.

O mapa de Temperatura de Superfície Terrestre (Figura 34) – LST (a sigla é em inglês *Land Surface Temperature*) foi estimada a partir de imagens termais do sensor MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*). O LST faz o cálculo da temperatura de superfície, com dados georreferenciados e com correção para os efeitos da atmosfera (Wan, 2013). As imagens utilizadas foram obtidas em agosto de 2022.

O *Local Climate Zone* – LCZ (Figura 35) é uma classificação proposta por Stewart e Oke (2012) voltada aos estudos de clima urbano, com o objetivo de detalhar as respostas climáticas em diferentes estruturas urbanas, considerando as tipologias construídas e de cobertura do solo, divididas em 17 zonas. A figura 36 apresenta o mapa com as 16 zonas encontradas na sub-bacia Rio Piranga.

Figura 34: Modelos de processos: Temperatura de superfície



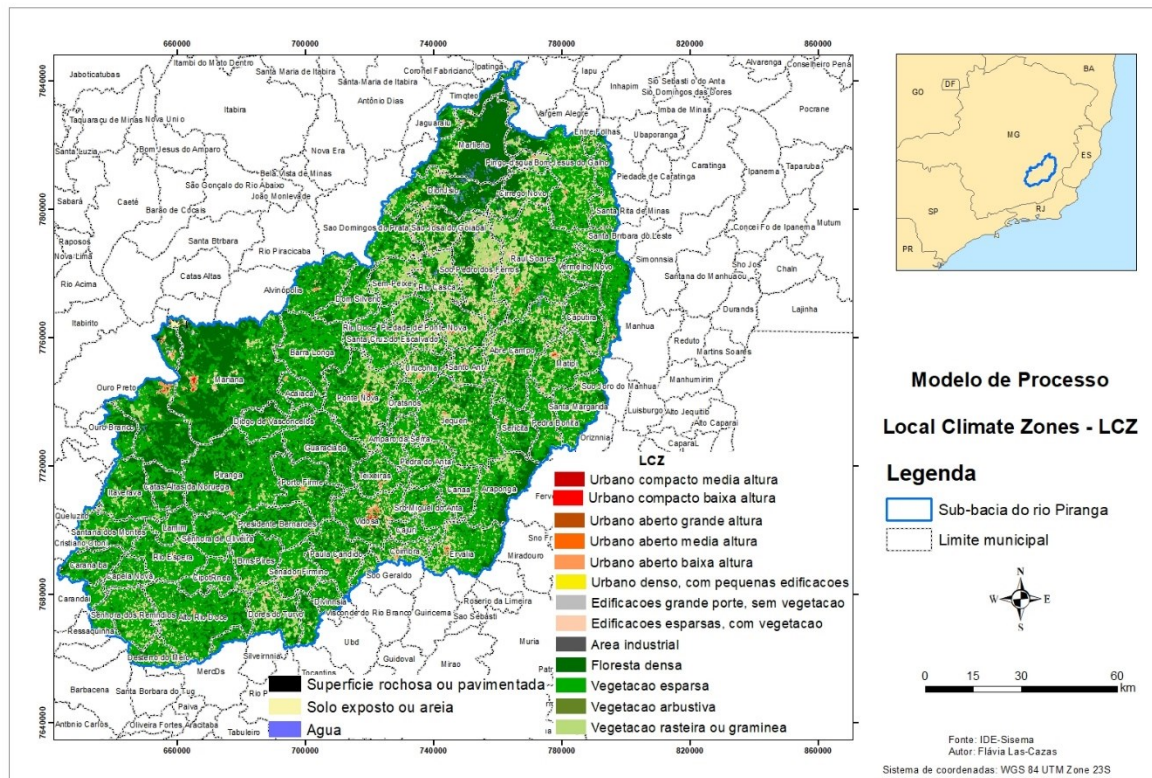
Fonte: Elaboração da autora com dados do MODIS.

Figura 35: As classificações propostas pelo LCZ



Fonte: Stewart; Oke, 2012.

Figura 36: Modelos de processos: *Local Climate Zones*

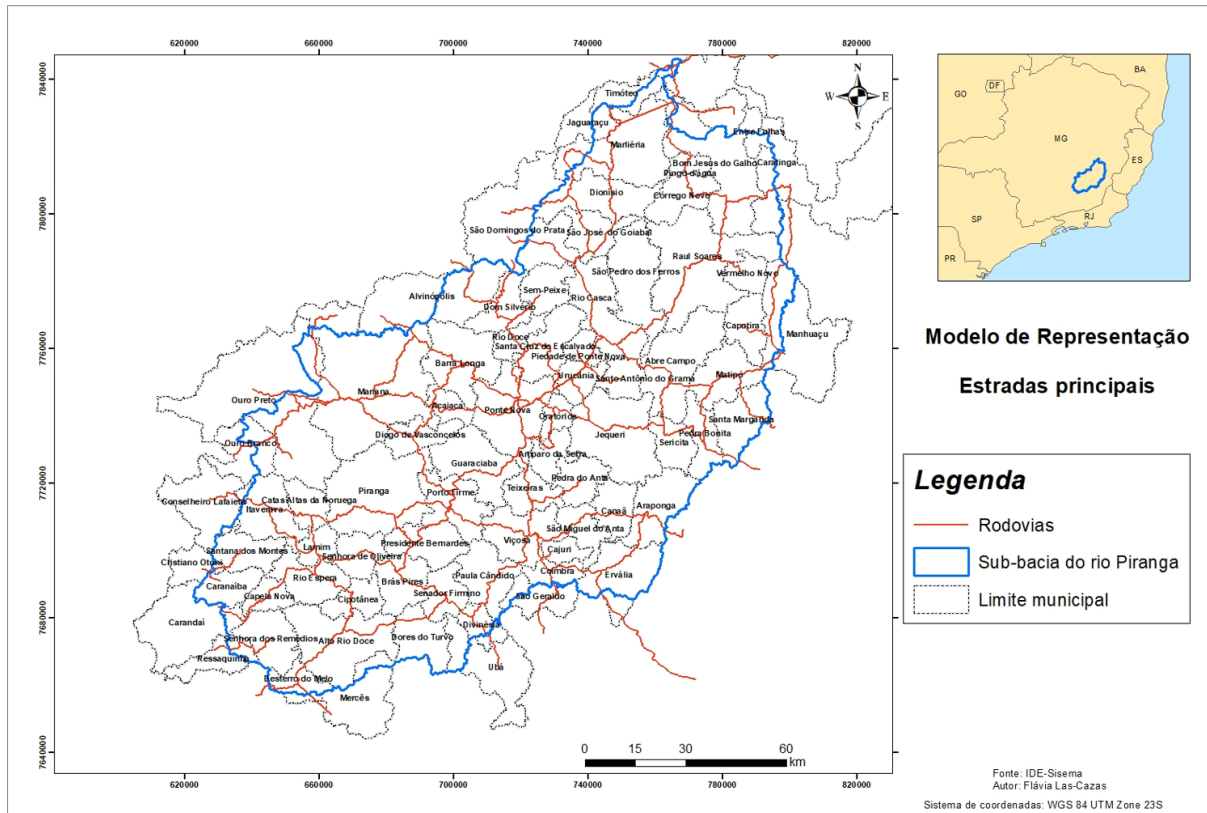


Fonte: Elaboração da autora com dados a partir de Stewart e Oke (2012).

Para gerar o mapa de Declividade (Figura 37), foi utilizado os dados do SRTM. Para a classificação da declividade, foi utilizado as diretrizes da EMBRAPA (1979):

- Plano: superfície batida ou horizontal, em que os desnivelamentos são muito pequenos – 0 a 3%.
- Suave ondulado: superfície pouco movimentada, declives suaves – 3 a 8%.
- Ondulado: as mesmas características do suave, mas apresenta expressiva ocorrência de área com declives entre 8 a 20%.
- Forte ondulado: topografia movimentada formada por morros, declives de 20 a 45%.
- Montanhoso: superfície com predominância de formas acidentadas, constituídas por morros, montanhas, desnivelamentos grandes de 45 a 75%.
- Escarpado: formas abruptas, com declives muito fortes de vales encaixados, com declives acima de 75%.

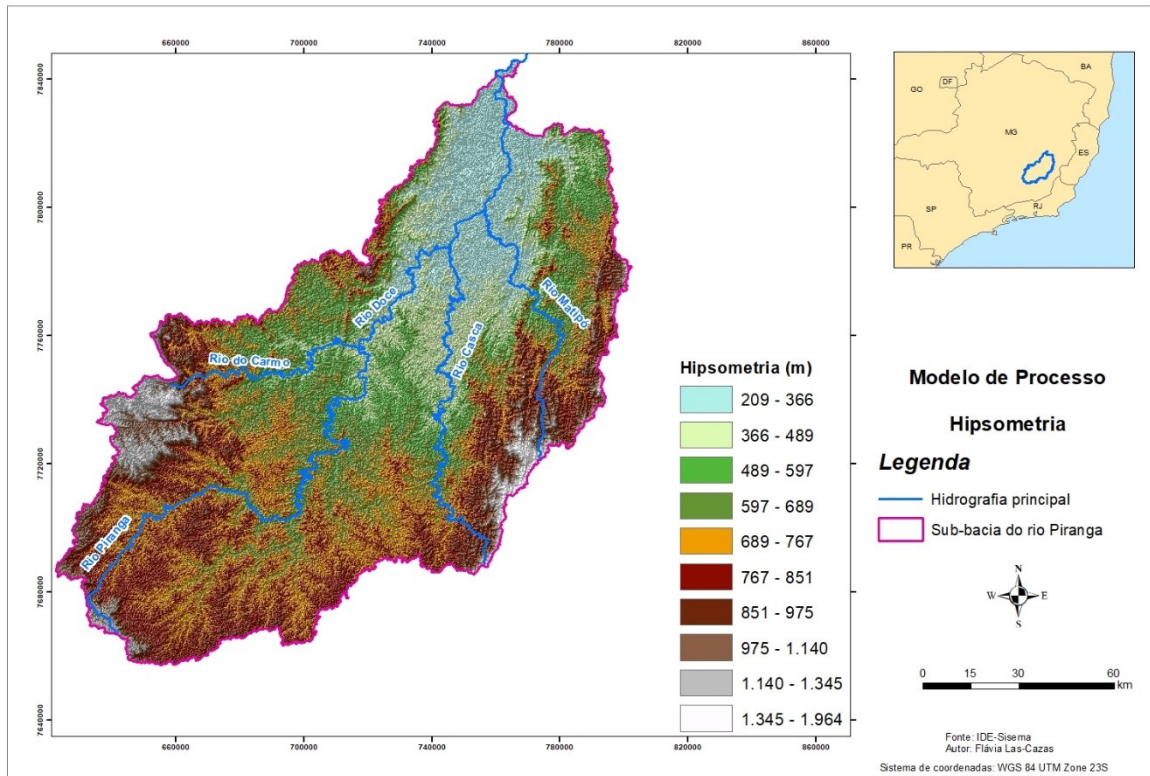
Figura 37: Modelos de processos: Declividade



Fonte: Elaboração da autora com dados do SRTM.

Para o mapa de Hipsometria (Figura 38), também foi utilizado os dados do SRTM. A hipsometria da sub-bacia apresentou uma altitude que varia de 209 m a 1.964 m, sendo que as maiores altitudes estão localizadas nas partes mais próximas do Quadrilátero Ferrífero (sudeste) e na região do Parque Estadual Serra do Brigadeiro (leste).

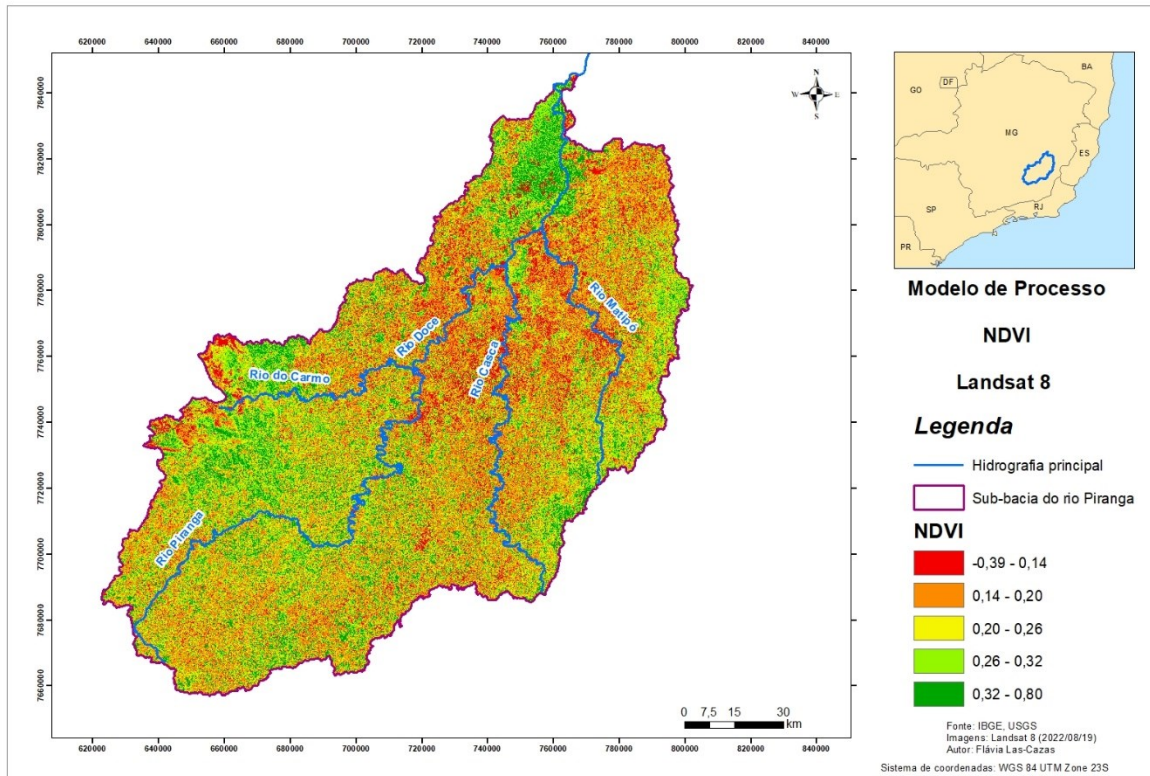
Figura 38: Modelos de processos: Hipsometria



Fonte: Elaboração da autora com dados do SRTM.

O Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (Figura 38) – NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index* – do inglês) é um índice de robustez da vegetação. Ele indica a produção primária, a presença de clorofila e a umidade local, por meio de um indicador numérico obtido por sensoriamento remoto. O cálculo para o NDVI é a diferença entre a refletância no infravermelho próximo e do vermelho no visível. Os valores variam entre -1.0 e +1.0, sendo que o melhor índice é o que se aproxima de 1, que é indicativo de vegetação muito robusta. Para o estudo, foram utilizadas as bandas 4 e 5 da imagem do Landsat 8, do dia 19 de agosto de 2022.

Figura 39: Modelos de processos: Índice de Vegetação da Diferença Normalizada - NDVI

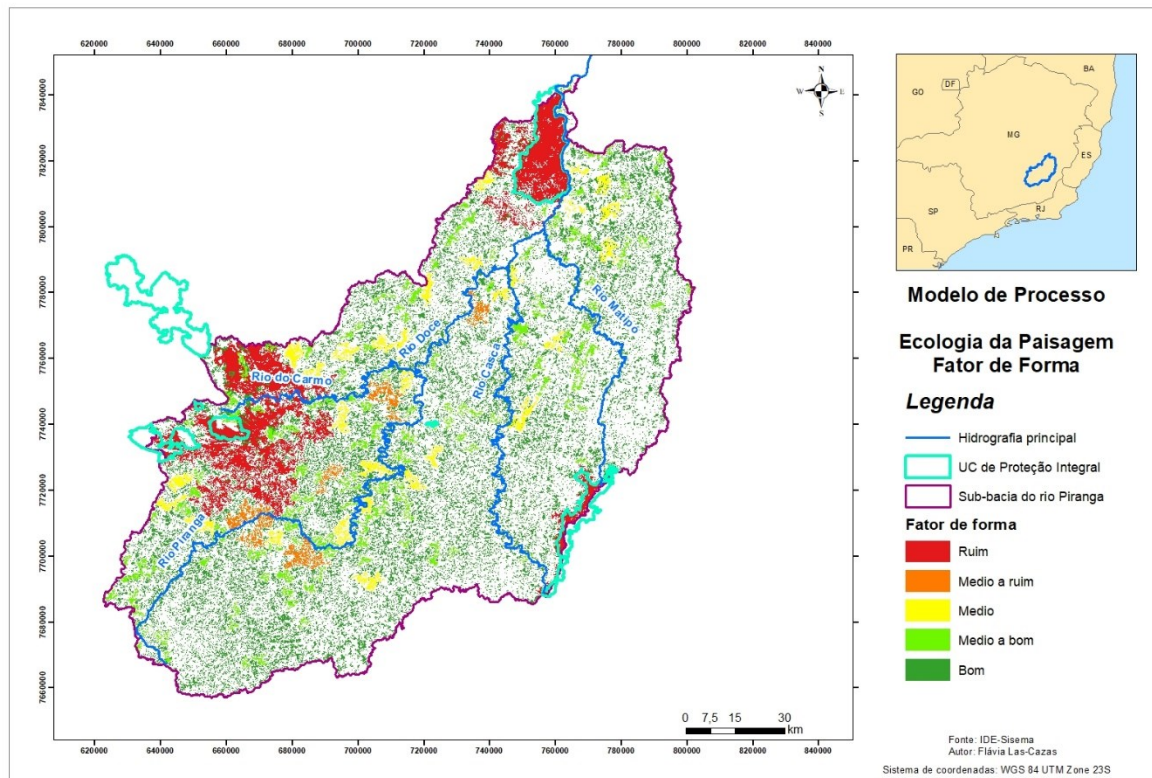


Fonte: Elaboração da autora com dados do IBGE, USGS.

Para a análise da ecologia da paisagem, foram separados os fragmentos de florestas existentes dentro da sub-bacia, aplicando três métricas da vegetação: fator de forma, área núcleo e conectividade.

O Fator de Forma verifica se problemas ocasionados pelo efeito de borda, por meio da relação perímetro e área, segundo o qual, quanto maior o valor, mais frágil é o fragmento, pois apresenta mais faces de contato com outros usos (Forman, 1995). Na análise do mapa, é possível verificar que as piores áreas são as contidas dentro de UCPI e na região ferrífera (Figura 40).

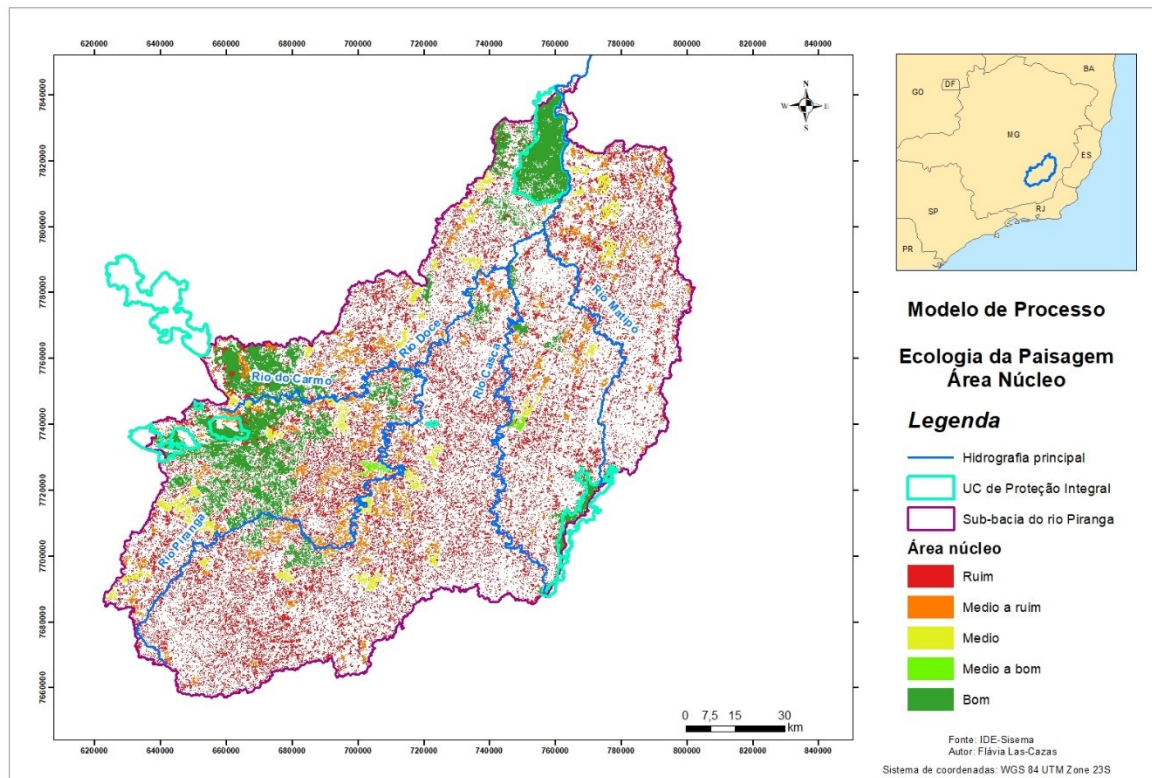
Figura 40: Modelos de processos: Ecologia da Paisagem - Fator de Forma



Fonte: Elaboração da autora com dados do IDE Sisema.

Para fazer a métrica Área Núcleo, usou-se uma distância de 200 m da borda para o interior do fragmento, sendo que quanto maior a área do núcleo, melhor o fragmento, pois o núcleo é uma porção mais protegida a mudanças. Observa-se que os melhores fragmentos ocorreram exatamente nas piores áreas do fator de forma, conforme pode ser observado na figura 41.

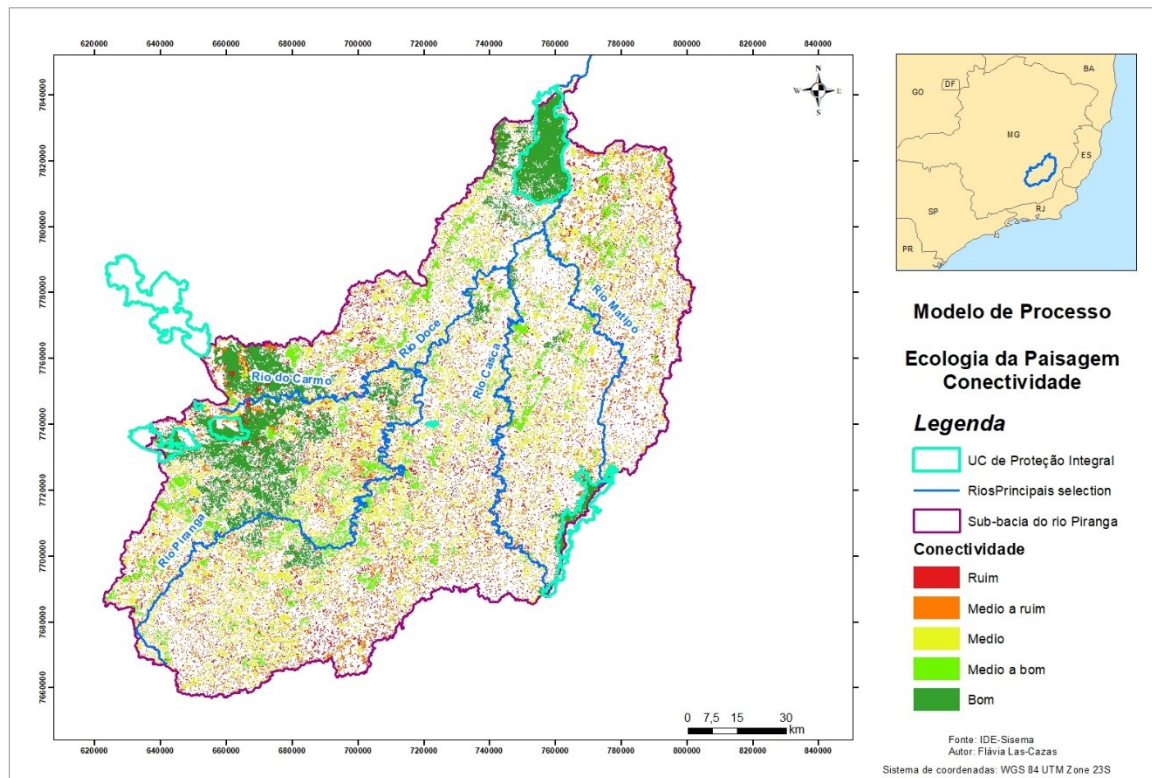
Figura 41: Modelos de processos: Ecologia da Paisagem - Área Núcleo



Fonte: Elaboração da autora com dados do IDE Sisema.

No estudo do fator Conectividade, utilizou-se uma distância de 500 m a partir da borda da paisagem para a contagem de vizinhos próximos. Quanto mais vizinhos, mais conectado está o fragmento, e quanto menor a quantidade de fragmentos a esta distância, mais isolado está o fragmento. A conectividade é importante para o fluxo gênico que, por sua vez, garante a qualidade e a resistência das espécies. Na figura 42, é possível observar a conectividade dos fragmentos.

Figura 42: Modelos de processos: Ecologia da paisagem - Conectividade



Fonte: Elaboração da autora com dados do IDE Sisema.

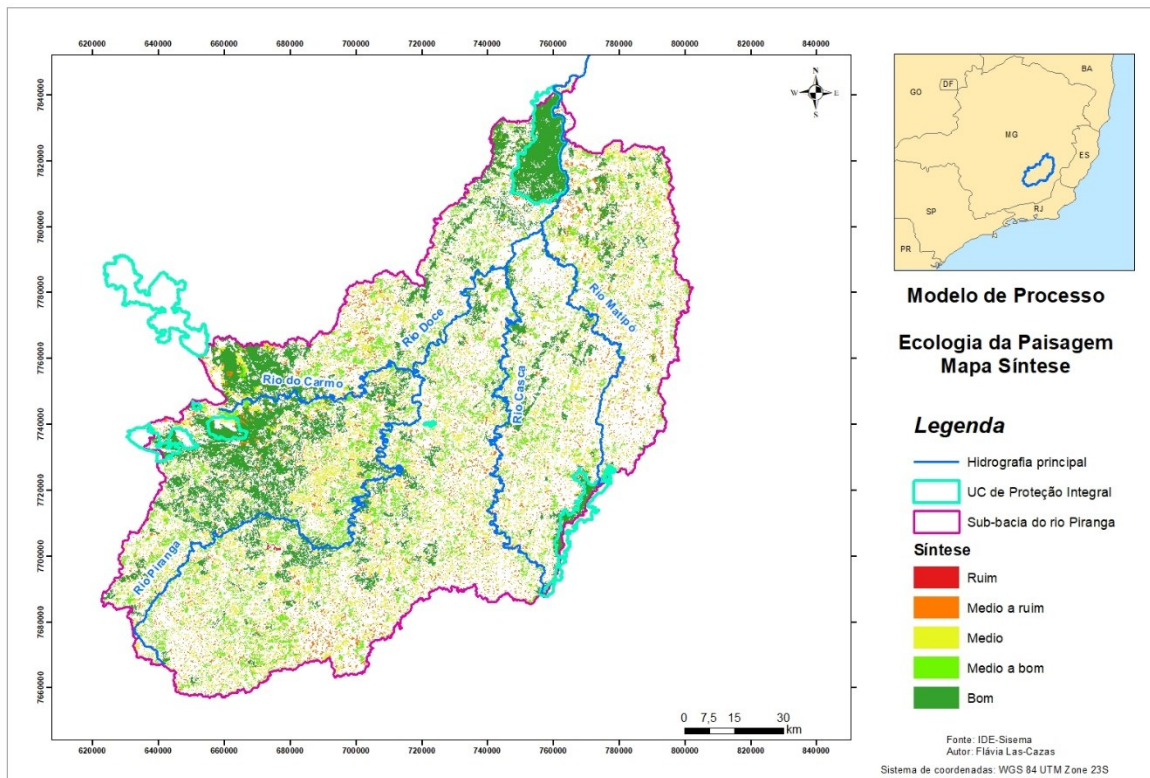
Por fim, foi feito o mapa Síntese da Ecologia da Paisagem, por meio da integração por Análise de Multicritérios, aplicando pesos e notas. Foram atribuídas as notas de 1 a 5 para cada componente de legenda, para cada mapa (Tabela 7). Para a composição do mapa síntese, cada mapa parcial foi ponderado com um terço do valor do peso total (33,3% de 100%), de modo que a álgebra de mapas faz a média ponderada, considerando as notas de legendas e os pesos dos mapas. O mapa síntese pode ser observado na figura 43.

Tabela 7: Notas das classes

Legenda	Fator de forma	Área Núcleo	Conectividade
Ruim	5	1	1
Médio a Ruim	4	2	2
Médio	3	3	3
Médio a Bom	2	4	4
Bom	1	5	5

Fonte: Elaboração da autora.

Figura 43: Modelos de processos - Ecologia da paisagem - Síntese

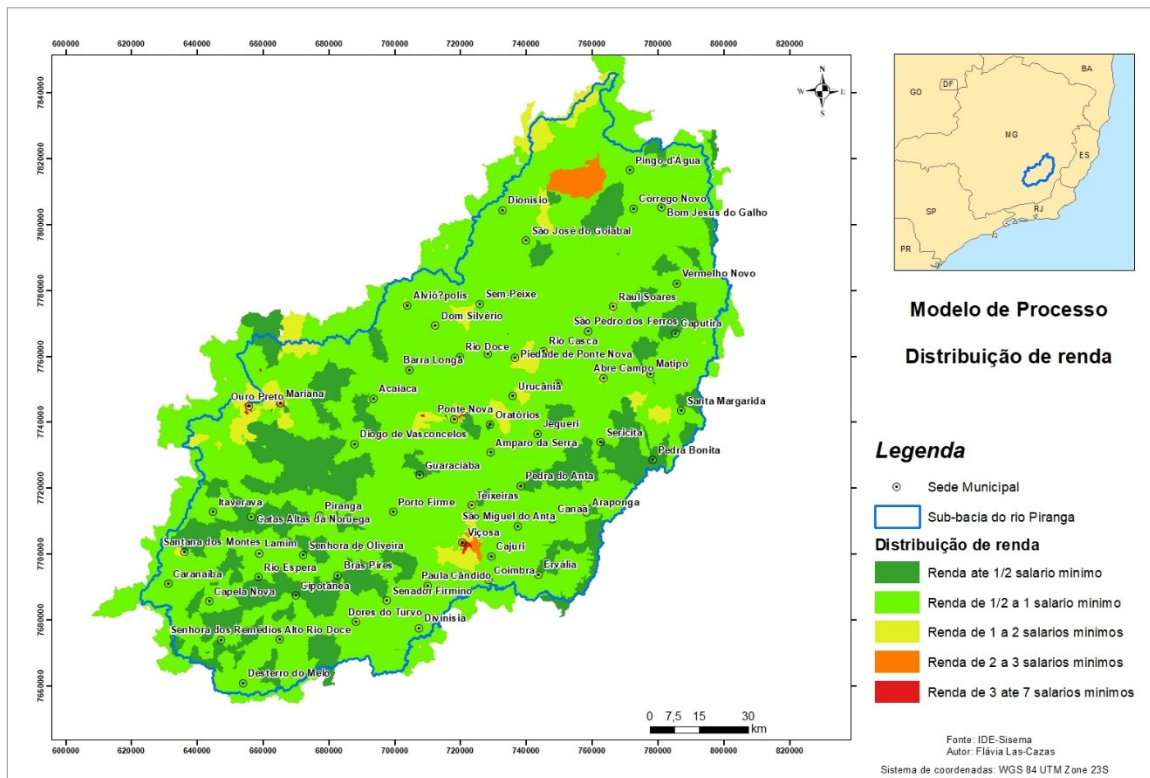


Fonte: Elaboração da autora com dados do IDE Sisema.

Para a elaboração dos modelos de processo na área econômica, foram utilizados os dados do censo de 2010 do IBGE. A tabela “básico” para gerar os dados de densidade populacional e de distribuição de renda, para o percentual de rede de esgoto, foi utilizado a tabela “domicilio1”. Para a associação de dados cartográficos (polígonos de setores censitários) com dados alfanuméricos (tabelas), é preciso definir uma chave de indexação. Para isto, foi necessário converter a coluna “cod_setor” de número para texto, para usar a função *join* do *ArcGis* no shape de setores censitários do IBGE, associando com “cd_geocodi”.

Para o mapa de Distribuição de Renda (Figura 44), foi utilizada a coluna V009 (valor do rendimento nominal médio mensal das pessoas de 10 anos ou mais de idade, com e sem rendimento), e os valores foram distribuídos em variações de renda até meio salário-mínimo, de meio até 1, de 1 até 2, de 2 até 3 e de 3 até 7 salários-mínimos. O salário-mínimo, na época do censo de 2010, era de R\$ 510,00.

Figura 44: Modelos de processos: Distribuição de Renda

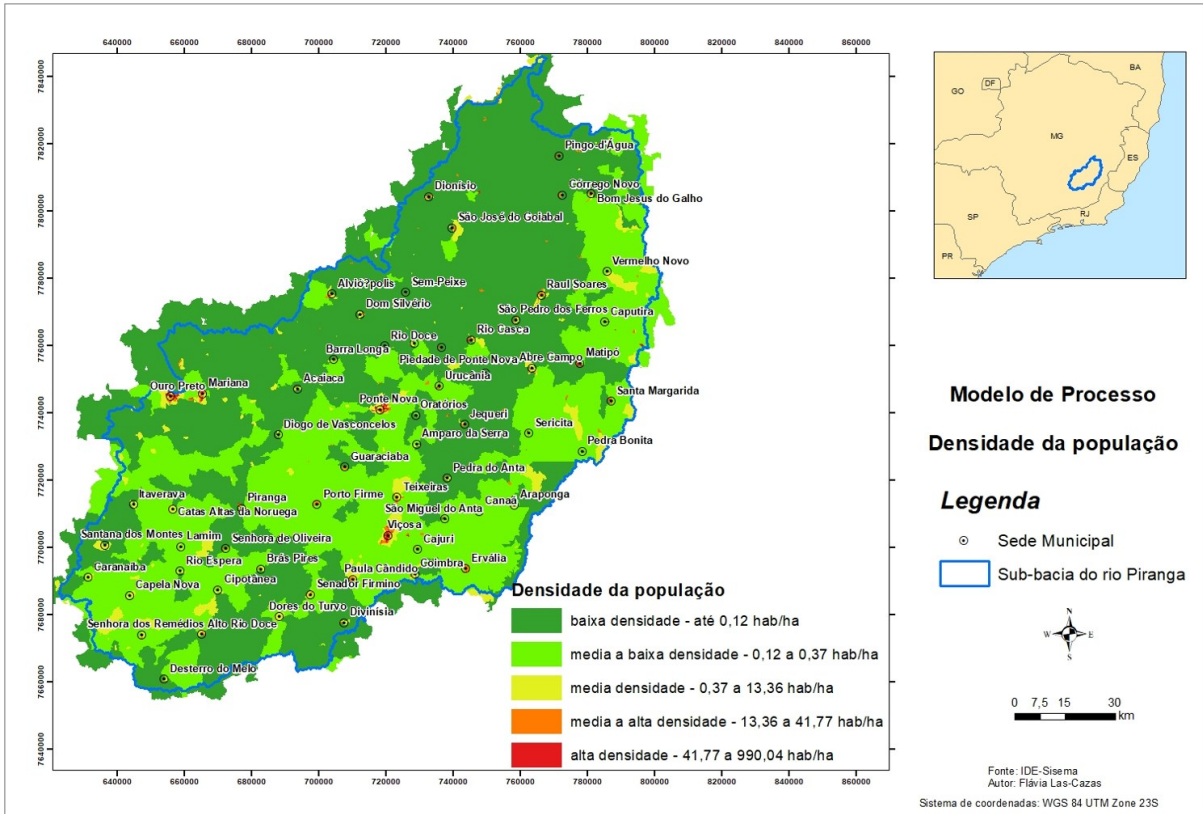


Fonte: Elaboração da autora com dados do IBGE e IDE Sisema.

O mapa de Densidade da População (Figura 45) resultou da coluna V002 (moradores em domicílios particulares permanentes ou população residente em domicílios particulares permanentes). Foi criado um campo de área em hectare no *shapefiles* de setores censitários, a partir do qual foi calculada a densidade da população dividindo o V002 pela área em hectare.

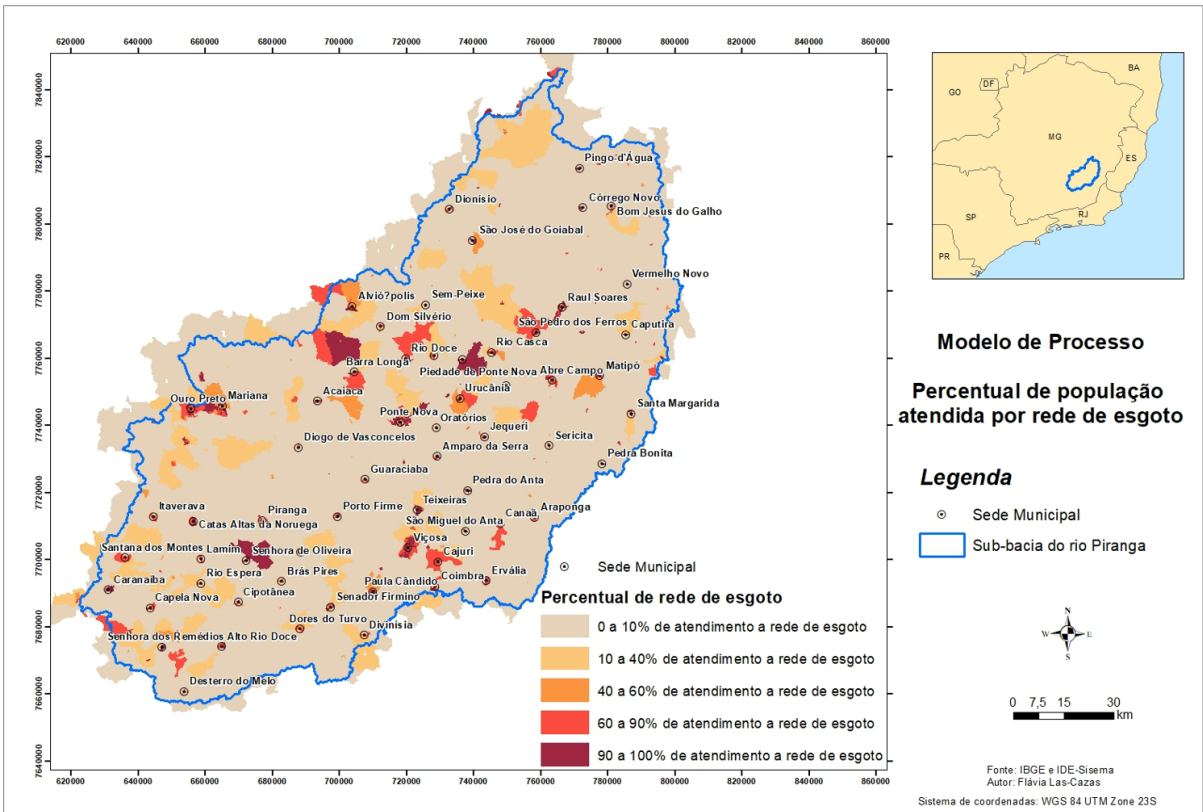
Já o mapa de Percentual de Rede de Esgoto foi feito a partir da tabela “domicilio1” e a coluna V017 (domicílios particulares permanentes com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via rede geral de esgoto ou pluvial), juntamente à coluna V001 (domicílios particulares e domicílios coletivos). A maior parte da sub-bacia do Rio Piranga tem pouco atendimento de rede de esgoto, como pode ser observado na figura 46.

Figura 45: Modelos de processos: Densidade da população



Fonte: Elaboração da autora com dados do IBGE e IDE Sisema.

Figura 46: Modelos de processos: Percentual de população atendida por rede de esgoto.



Fonte: Elaboração da autora com dados do IBGE e IDE Sisema.

6.2 *Workshop* de cocriação de ideias

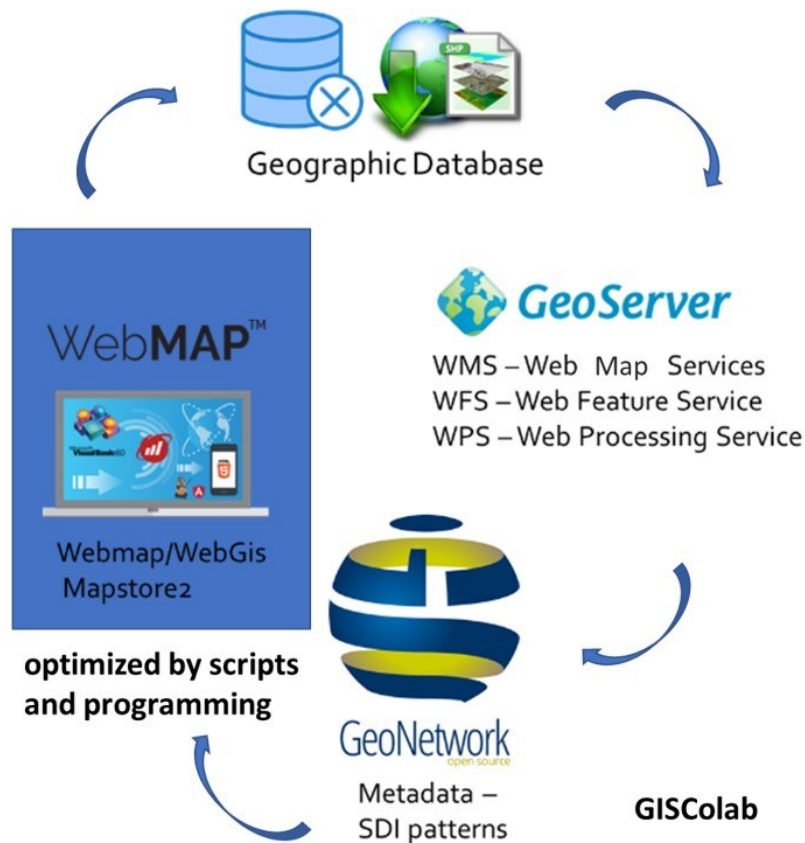
O *workshop* ocorreu durante quatro encontros no mês de abril de 2023 e contou com a participação de 13 pessoas, compondo o grupo de acadêmicos (06 alunos de pós-graduação da geografia e 02 estudantes da arquitetura) e o grupo de técnicos especialistas que atuam na área de estudo. Entre os técnicos, foram convidados 02 participantes da empresa de mineração Vale, 02 do IEF (Instituto Estadual de Florestas) e 01 especialista no assunto. O conjunto de pessoas representa os interesses econômicos, ambientais e sociais.

Foi colocado para os participantes que o objetivo seria de construir propostas de Unidades de Conservação de Proteção Integral, sendo possível elaborar a requalificação e ampliação de unidades existentes, a hierarquização de partes de unidades de conservação de outra natureza (a exemplo de APAs) para a classe de Proteção Integral, ou mesmo a criação de novas áreas de Proteção Integral.

Como metas a serem alcançadas e a partir das quais seriam calculados os impactos das propostas, foram mensurados os quantitativos de árvores possíveis para as novas áreas e o percentual de incremento em áreas das Unidades de Conservação de Proteção Integral (UCPI).

Foi utilizada a plataforma *web-based GISColab*, inicialmente desenvolvida pela GE21 Geotecnologias, como plataforma de IDE (Infraestrutura de Dados Espaciais), e adaptada por meio de *scripts* por Christian Freitas para atender aos propósitos do Geodesign (Moura; Freitas, 2020). A plataforma se estrutura em 4 partes, como princípio de IDE, que são: (1) um banco de dados geográfico, (2) o servidor de dados, (3) um catálogo de metadados e um (4) *WebMap/WebGis*, em que se instala o coração do Geodesign (Figura 47).

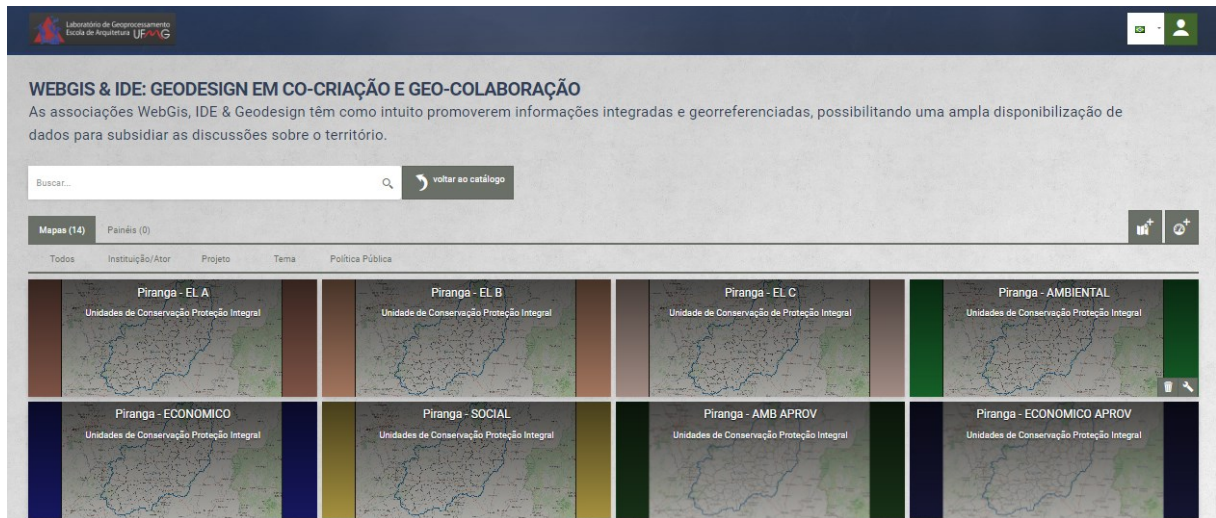
Figura 47: Composição do *GISColab*



Fonte: Moura e Freitas, 2020.

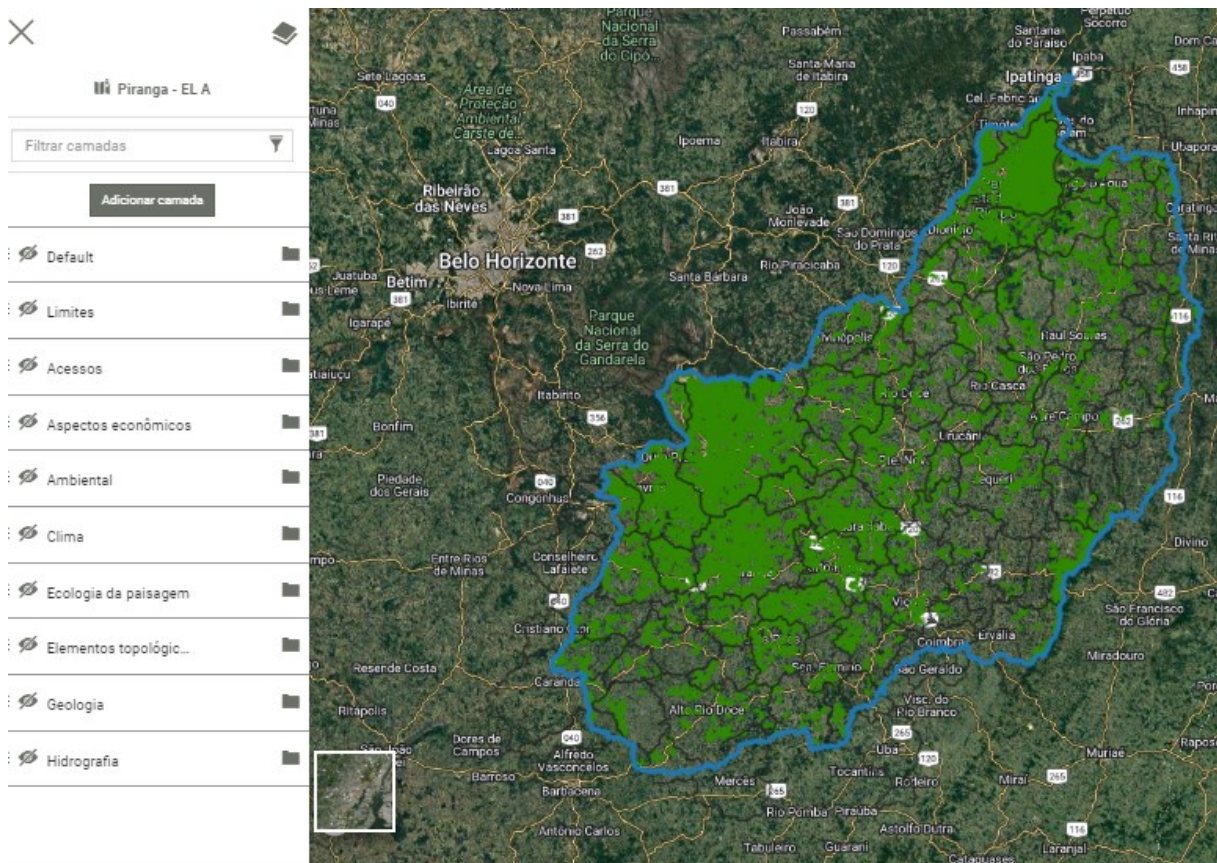
A partir da estrutura inicial da mencionada empresa, o *WebMap/WebGis* foi adaptado para aplicações específicas de Geodesign, por meio de *scripts* e recursos direcionados aos *workshops*. A implantação de novos recursos para o suporte às especificidades de cada caso é dinâmica e ilimitada, até mesmo, para o diálogo com aplicativos externos, via rede mundial de computadores. Ao iniciar o uso da plataforma, o participante se depara com o conjunto de mapas disponibilizados como *WebGIS* e organizados na IDE. (Figura 48, Figura 49 e Figura 50).

Figura 48: Interface de entrada no *GISColab*, com apresentação de contextos de trabalho



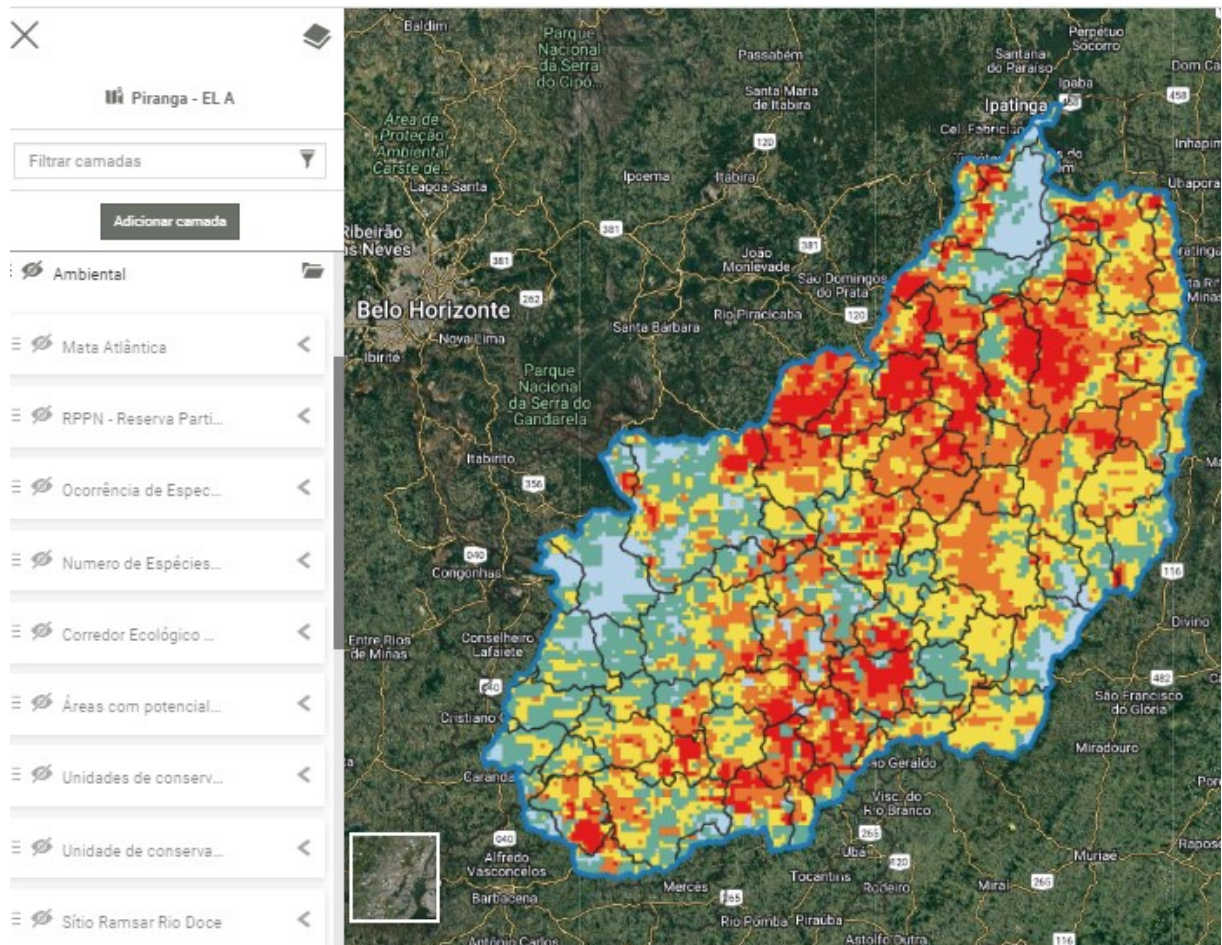
Fonte: Elaboração da autora a partir da captura de tela do projeto Piranga no *GISColab*.

Figura 49: Interface de acesso a sistemas em um contexto no *GISColab*, na forma de *WebGis*



Fonte: Elaboração da autora a partir da captura de tela do projeto Piranga no *GISColab*.

Figura 50: Interface de acesso à coleção de mapas em cada sistema em um contexto no *GISColab*, na forma de *WebGis*.

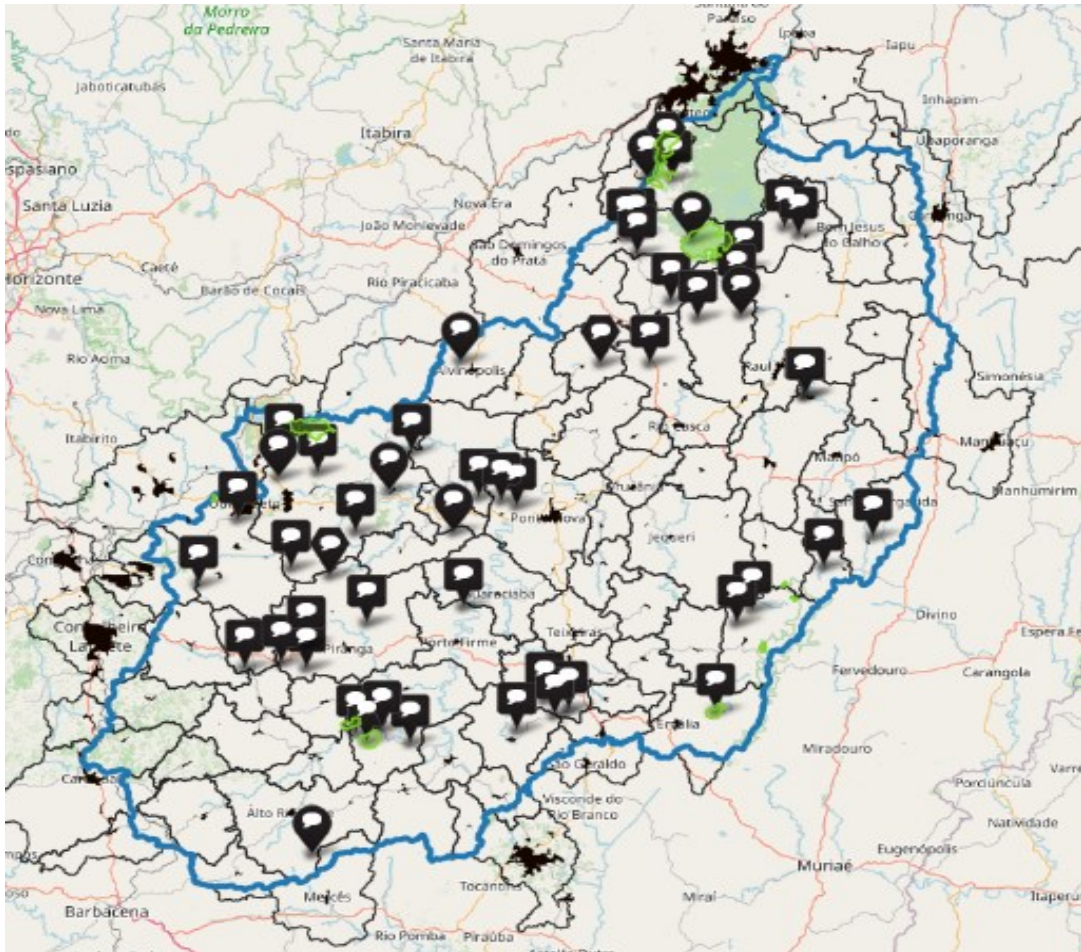


Fonte: Elaboração da autora a partir da captura de tela do projeto Piranga no *GISColab*.

A primeira etapa consistiu no Enriquecimento de Leitura, por meio do qual os participantes realizaram anotações na forma de pinos georreferenciados, para indicarem alertas ou informações adicionais não contidas no mapa. É chamado “enriquecimento”, porque os participantes se enriquecem com informações estruturadas sobre a área de estudo, mas também enriquecem a coleção de dados com suas informações complementares.

Nessa etapa, o grupo foi dividido em 3: grupo A, composto pela equipe técnica, grupos B e C, compostos pelos alunos de pós-graduação. Os participantes visualizaram a coleção de mapas disponíveis e inseriram anotações em pontos com a descrição e observações sobre o território, ajudando o enriquecimento de informações sobre o local de estudo. No total, foram 53 descrições lançadas (Figura 51).

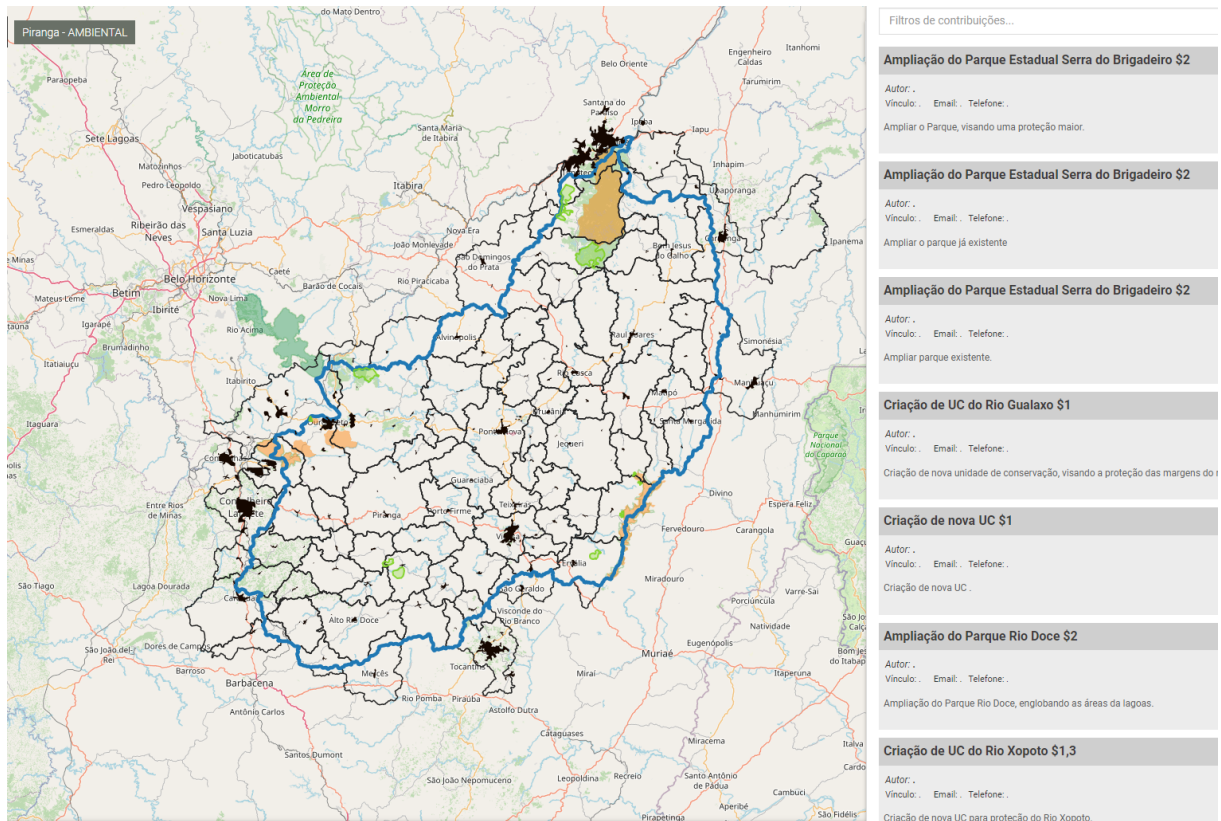
Figura 51: Etapa de Enriquecimento de Leitura – Anotações



Fonte: Elaboração da autora a partir da captura de tela do projeto Piranga no *GISColab*.

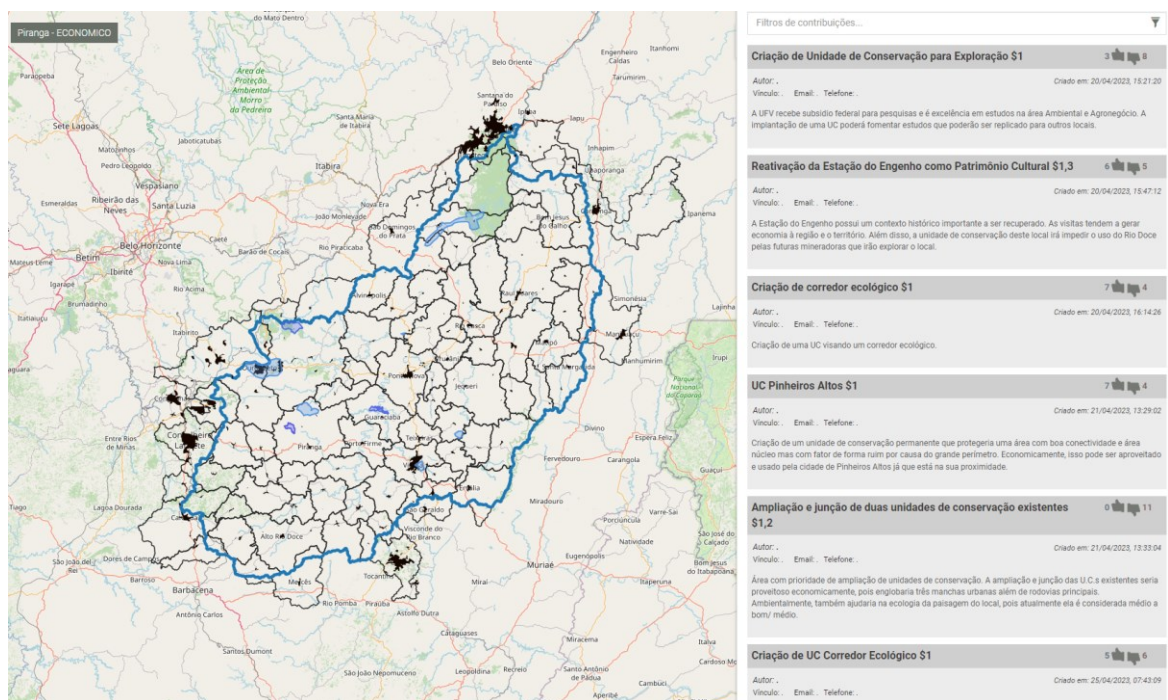
A segunda etapa consistiu no desenho de propostas, separadas nos interesses Social/Cultural, Econômico e Ambiental. As propostas tinham que ser descritas com as justificativas do porquê da ideia. Os 3 grupos fizeram propostas em cada eixo de interesse. Nessa etapa, optou-se por não apresentar os parâmetros de metas, mas os participantes tinham que informar, para cada polígono proposto, se a ideia era para criar UCPI, ampliar as UCPI já existentes e/ou recuperar as UCPI. Foram elaboradas 10 propostas no eixo Ambiental (Figura 52), 09 no Econômico (Figura 53) e 10 no Social/Cultural (Figura 54), totalizando em 29 propostas de Unidades de Conservação de Proteção Integral. No contexto Ambiental, foram propostas a criação de 5 novas áreas e de ampliar outras 5 UCPI já existentes. No contexto Econômico, das 9 propostas, 7 foram para criação, 1 para ampliar e 1 para recuperar. Já no contexto Social/Cultural, não foram feitas propostas para ampliar, e das 10 propostas feitas para criação de UCPI, duas delas eram para recuperar além de criar.

Figura 52: Segunda etapa - Desenho das propostas – Contexto Ambiental



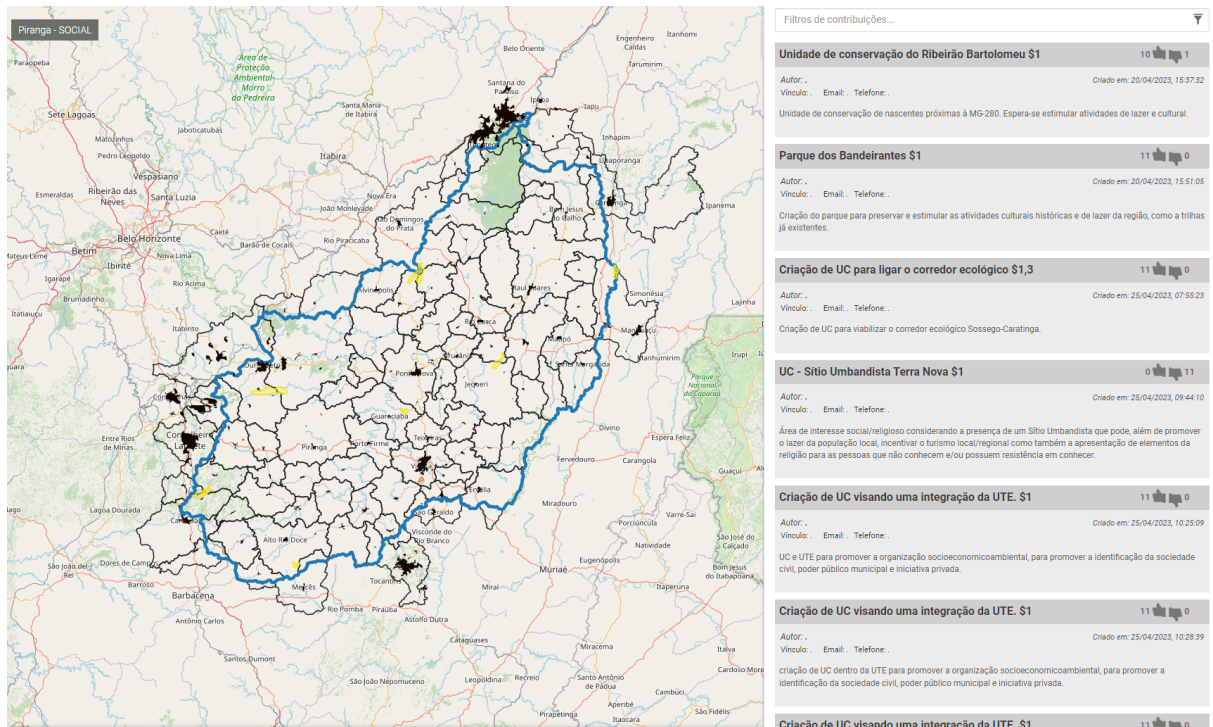
Fonte: Elaboração da autora a partir da captura de tela do projeto Piranga no *GISColab*.

Figura 53: Segunda etapa - Desenho das propostas – Contexto Econômico



Fonte: Elaboração da autora a partir da captura de tela do projeto Piranga no *GISColab*.

Figura 54: Segunda etapa - Desenho das propostas – Contexto Social/Cultural



Fonte: Elaboração da autora a partir da captura de tela do projeto Piranga no *GISColab*.

A terceira etapa consistiu nos diálogos de críticas e avaliações das propostas e, finalmente, foi realizada a votação para a decisão final sobre o incremento de Unidades de Conservação de Proteção Integral na Sub-bacia do Rio Piranga. Nessa etapa, foram apresentadas as mensurações das metas, para que eles vissem se deveriam realizar ajustes para cumpri-las. Os participantes já sabiam que era esperado que aumentassem em 60% as áreas de UCPI em relação às já existentes. A motivação foi seguir a proposta de Crowther et al., que indicaram que o incremento de áreas vegetadas em 30% até o ano de 2050 seria uma condição para equilíbrio do déficit de carbono no mundo (Crowther et al., 2015). Também para Bastin (2019) uma restauração das florestas a nível global em cerca de 30% reduziria uma proporção considerável da emissão de carbono, mitigando as mudanças climáticas. Para o *workshop*, foi estabelecido uma meta de 20% para cada grupo (Ambiental, Econômico e Social), totalizando 60%.

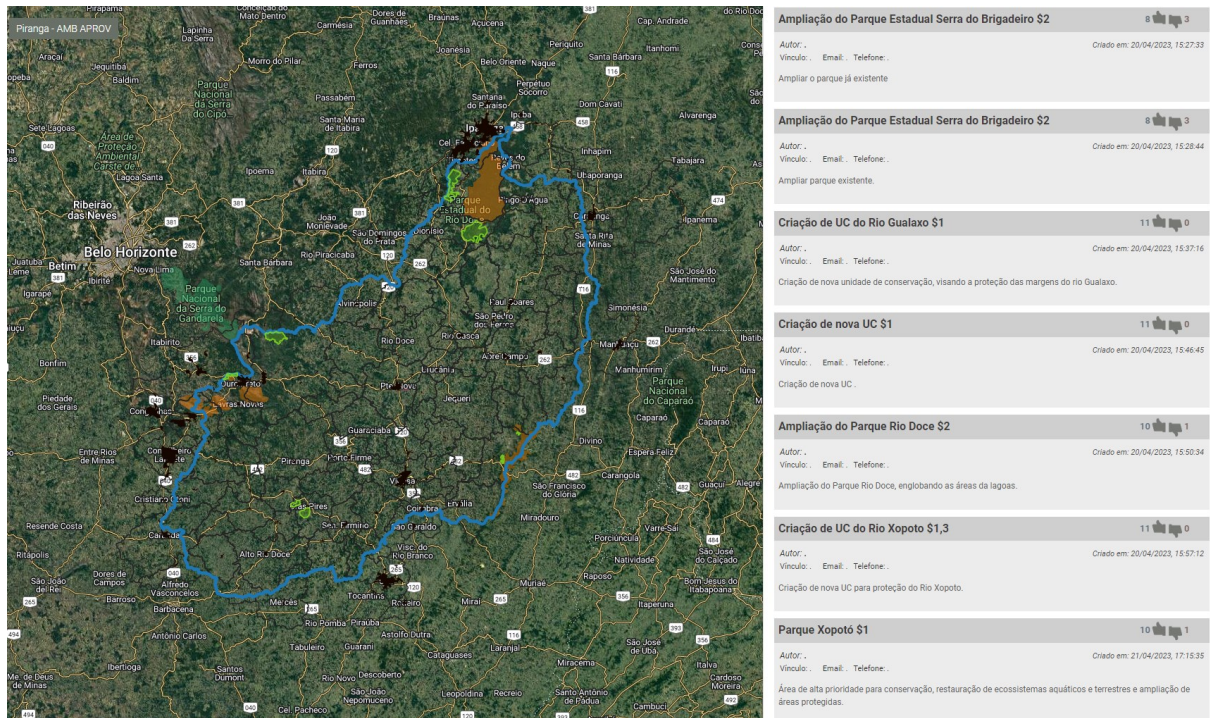
A conta de como chegar aos 60% de incremento de área de Unidades de Conservação de Proteção Integral (UCPIs) partiu do seguinte raciocínio: a Mata Atlântica na área de estudo representa 5.671 km², dos quais 30% é 1.701 km². Por outro lado, as Unidades de Conservação de Proteção Integral apresentam uma área de 683 km², ou seja, 40% de 1.701 km². Para chegar à meta de 30% de vegetação robusta, a expectativa é que as propostas aumentem a área de

UCPIs em 60%. Foi orientado aos participantes que aumentassem 20% em cada contexto para se chegar à soma de 60%.

Feitas as propostas, elas foram discutidas por meio de diálogos registrados na plataforma e, finalmente, houve votação. Foram consideradas automaticamente aprovadas, as propostas que tiveram mais de 60% de votação positiva, foram rejeitadas as propostas com menos de 40% dos votos e aquelas que ficaram entre 60 e 40% foram separadas para serem novamente discutidas, ajustadas e votadas na quarta etapa.

Entre as propostas do grupo Ambiental foram aprovadas 08 propostas e 02 foram totalmente descartados pelos participantes (Figura 55).

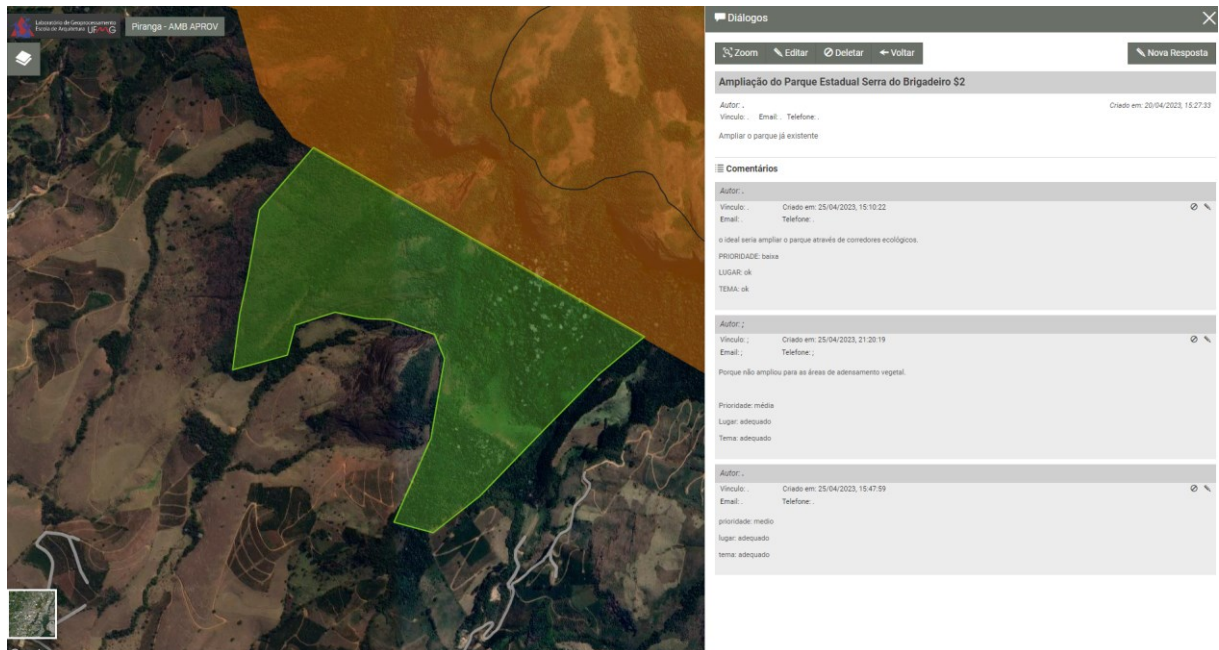
Figura 55: Terceira etapa – Votação das propostas no contexto Ambiental



Fonte: Elaboração da autora a partir da captura de tela do projeto Piranga no GISColab.

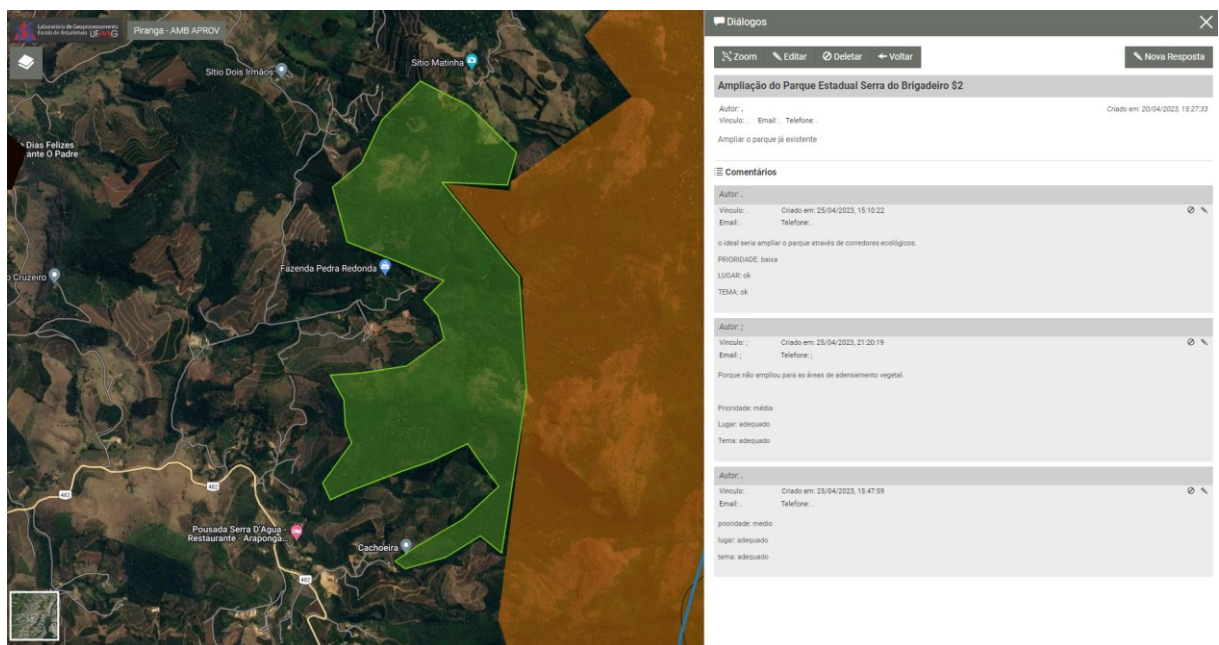
Para a votação, os participantes tinham que dar um título e podiam fazer comentários. As propostas 01 e 02 do grupo ambiental foi a de Ampliação do Parque Estadual Serra do Brigadeiro, com a justificativa de “ampliar o parque já existente”, conforme figuras 56 e 57. Em ambas propostas, os outros participantes fizeram comentários: “o ideal seria ampliar o parque através de corredores ecológicos” e “porque não ampliou para as áreas de adensamento vegetal”.

Figura 56: Proposta 01 do Grupo Ambiental



Fonte: Elaboração da autora a partir da captura de tela do projeto Piranga no *GISColab*.

Figura 57: Proposta 02 do Grupo Ambiental

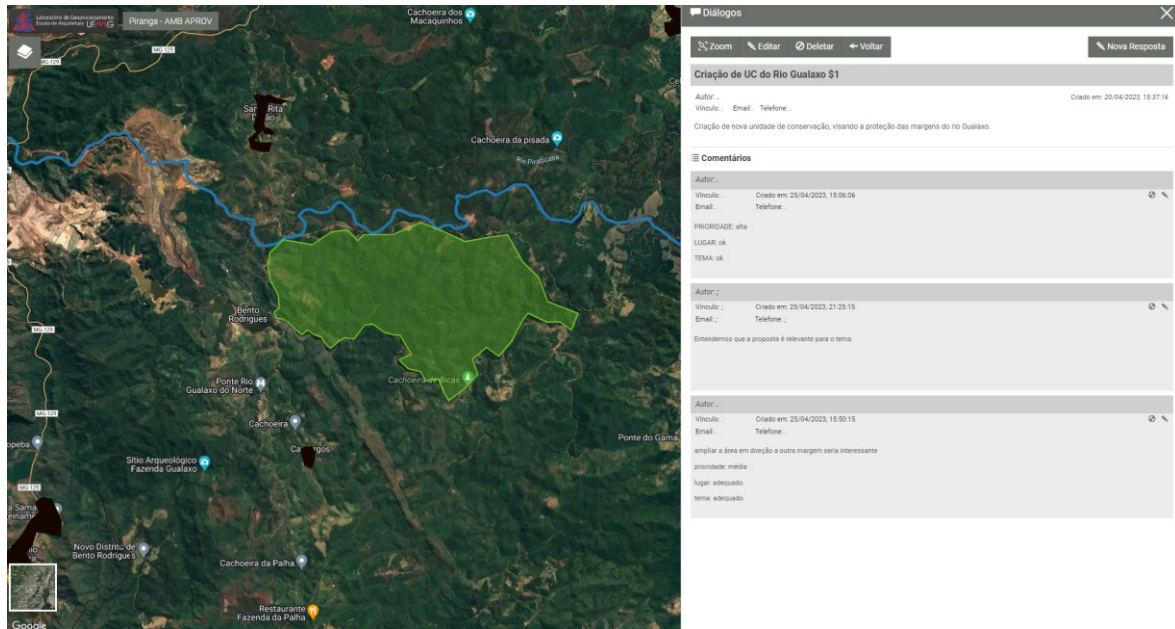


Fonte: Elaboração da autora a partir da captura de tela do projeto Piranga no *GISColab*.

A proposta 03 do grupo ambiental foi a de “criação de UC do Rio Gualaxo”, conforme figura 58, e foi colocado como justificativa “criação de nova unidade de conservação, visando à proteção das margens do rio Gualaxo”. Os participantes inseriram comentários na proposta:

“entendemos que a proposta é relevante para o tema” e “ampliar a área em direção a outra margem seria interessante”.

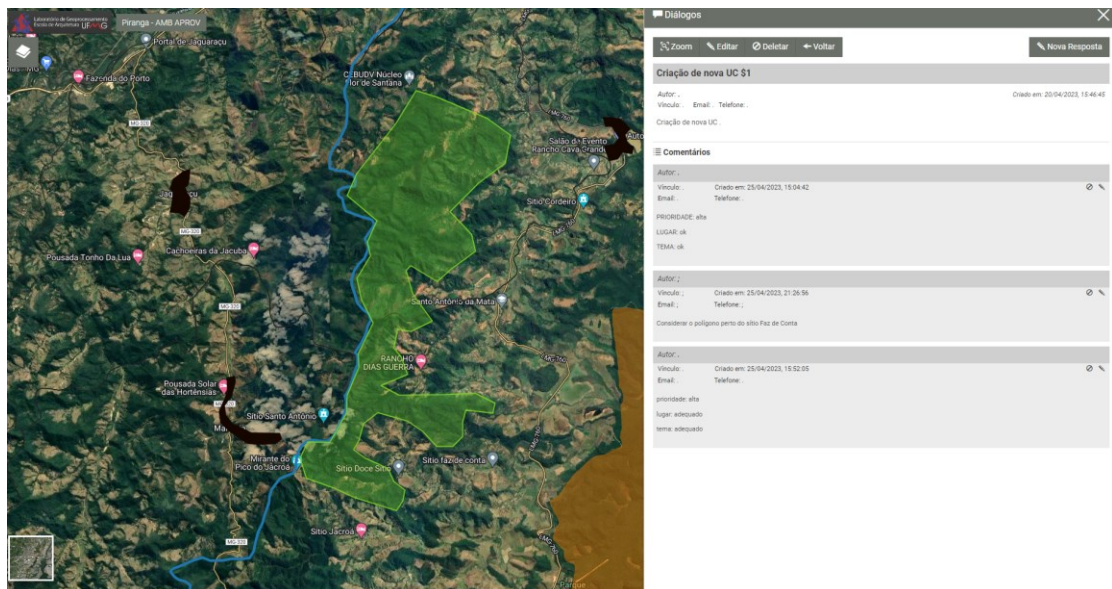
Figura 58: Proposta 03 do Grupo Ambiental



Fonte: Elaboração da autora a partir da captura de tela do projeto Piranga no *GISCOLAB*.

A proposta 04 do grupo ambiental foi a de “criação de nova UC”, conforme figura 59, e foi colocado como justificativa “criação de nova UC”. Para essa proposta apenas um grupo inseriu comentário: “considerar o polígono perto do sítio Faz de Conta”.

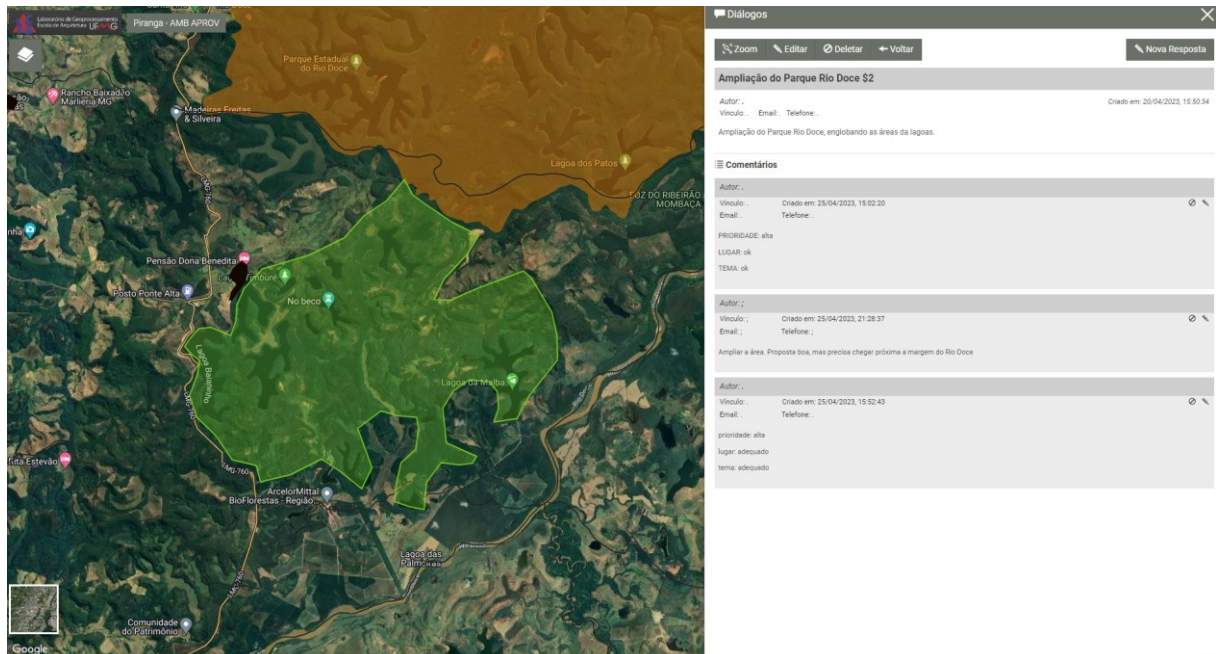
Figura 59: Proposta 04 do Grupo Ambiental



Fonte: Elaboração da autora a partir da captura de tela do projeto Piranga no *GISCOLAB*.

A proposta 05 do grupo ambiental recebeu o nome de “Ampliação do Parque Rio Doce”, conforme figura 60, e foi colocado como justificativa “ampliação do Parque Rio Doce, englobando as áreas das lagoas”. Para essa proposta, apenas um grupo inseriu comentário: “ampliar a área. Proposta boa, mas precisa chegar próxima à margem do Rio Doce”.

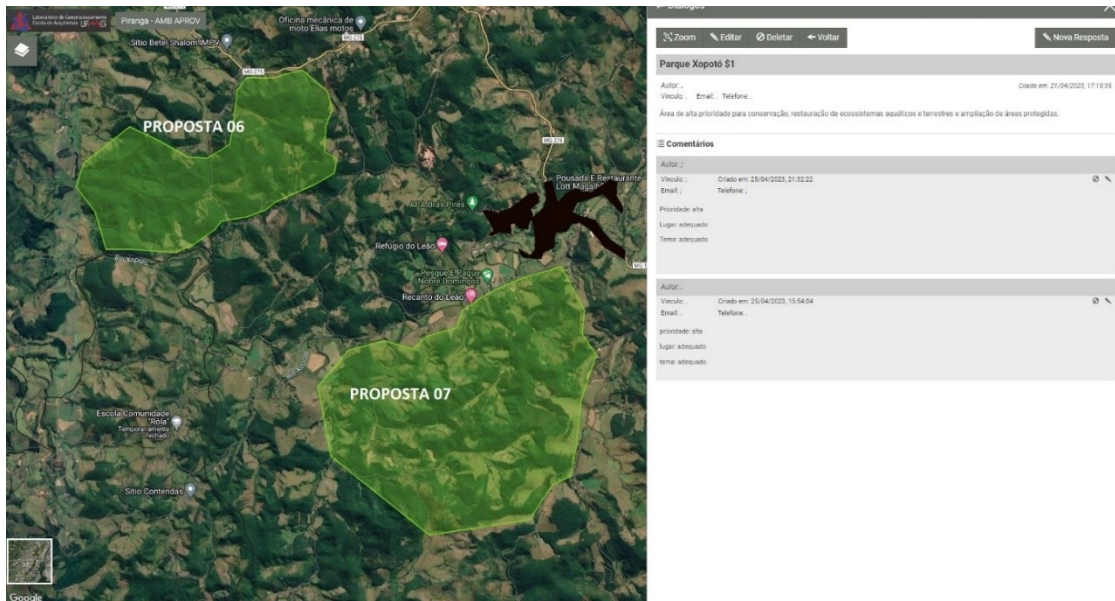
Figura 60: Proposta 05 do Grupo Ambiental



Fonte: Elaboração da autora a partir da captura de tela do projeto Piranga no *GISColab*.

As propostas 06 e 07 (figura 61) do grupo ambiental receberam os nomes de “Criação de UC do Rio Xopotó” e “Parque Xopotó”, respectivamente. A proposta 06 abrange dois municípios: Senhora de Oliveira e Brás Pires, já a proposta 07 está apenas no município de Brás Pires. As justificativas foram: “criação de nova UC para proteção do Rio Xopotó” (proposta 06) e “área de alta prioridade para conservação, restauração de ecossistemas aquáticos e terrestres e ampliação de áreas protegidas” (proposta 07). Nenhuma delas tiveram comentários dos outros grupos.

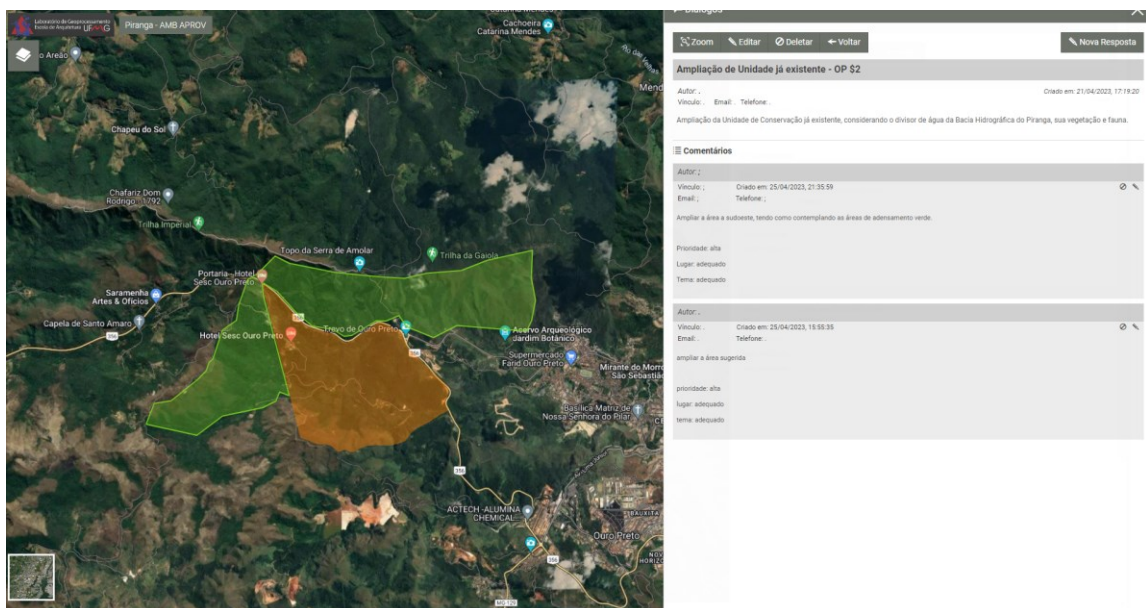
Figura 61: Proposta 06 e 07 do Grupo Ambiental.



Fonte: Elaboração da autora a partir da captura de tela do projeto Piranga no *GISColab*.

A proposta 08 (figura 62) do grupo ambiental recebeu o nome de “Ampliação de Unidade já existente”, a justificativa dada foi a de “ampliação da Unidade de Conservação já existente, considerando o divisor de água da Bacia Hidrográfica do Piranga, sua vegetação e fauna”. A ampliação seria a da UC Estação Ecológica Estadual do Tripuí. Os outros dois fizeram os seguintes comentários: “ampliará a área à sudoeste, contemplando as áreas de adensamento verde” e “ampliar a área sugerida”.

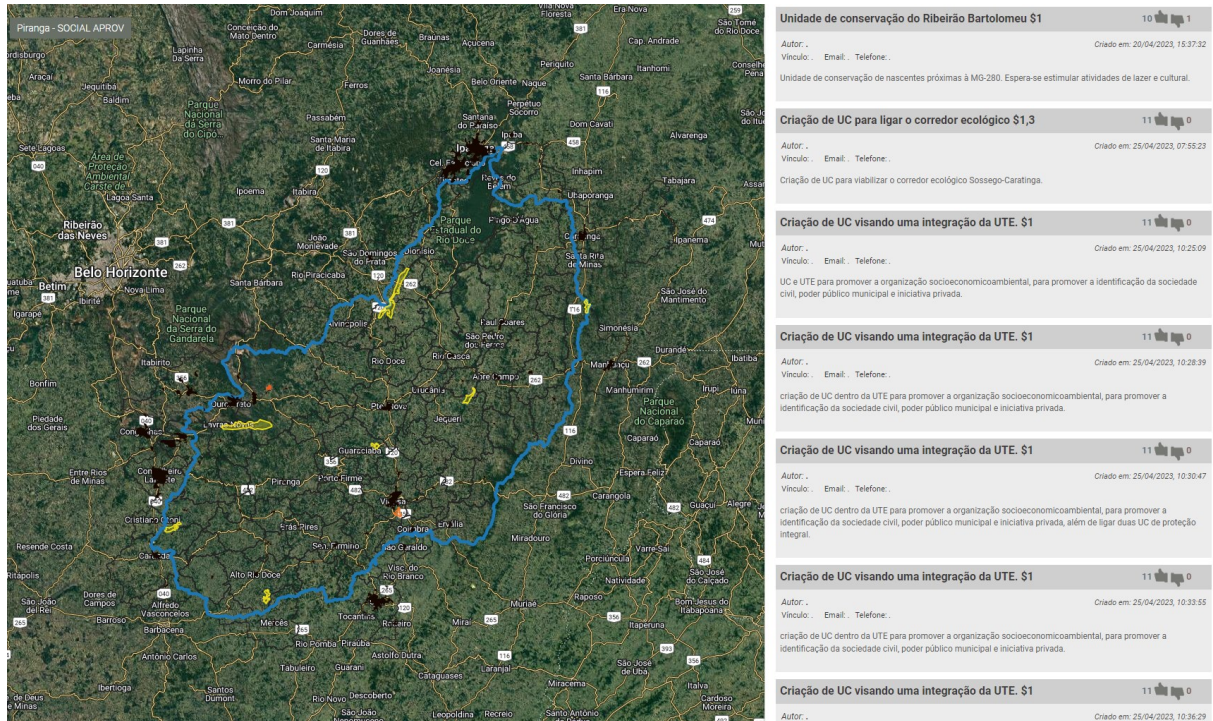
Figura 62: Proposta 08 do Grupo Ambiental



Fonte: Elaboração da autora a partir da captura de tela do projeto Piranga no *GISColab*.

Já no grupo Social/Cultural, 09 foram aprovadas e somente 01 foi rejeitada (Figura 63).

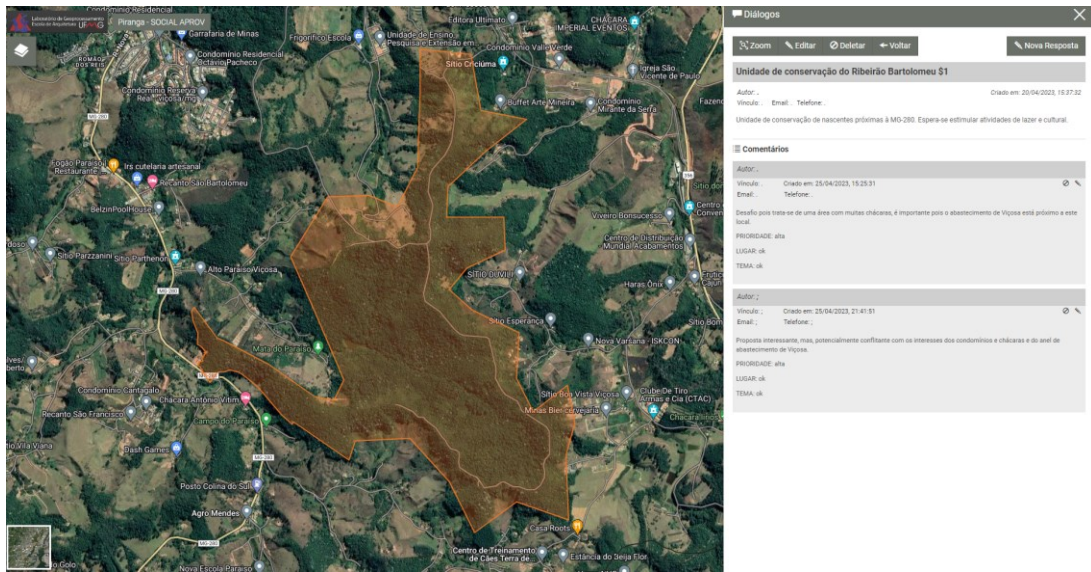
Figura 63: Terceira etapa – Votação das propostas no contexto Social/Cultural



Fonte: Elaboração da autora a partir da captura de tela do projeto Piranga no *GISColab*.

A primeira proposta aprovada foi a “Unidade de conservação do Ribeirão Bartolomeu” e a justificativa para a criação desta UC foi a “Unidade de conservação de nascentes próximas à MG-280. Espera-se estimular atividades de lazer e cultura”. Os grupos fizeram comentários: “desafio, pois trata-se de uma área com muitas chácaras, é importante pois o abastecimento de Viçosa está próximo a este local” e “proposta interessante, mas, potencialmente, conflitante com os interesses dos condomínios e das chácaras e do anel de abastecimento de Viçosa”. Na figura 64, é possível visualizar a proposta.

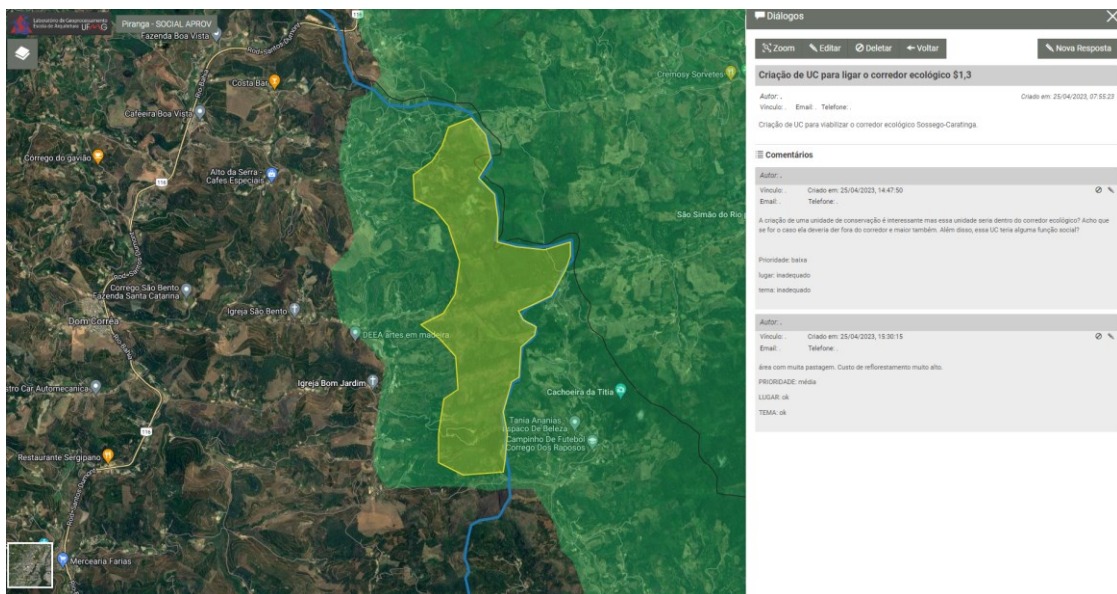
Figura 64: Proposta 01 do contexto Social/Cultural



Fonte: Elaboração da autora a partir da captura de tela do projeto Piranga no GISColab.

A proposta 02 recebeu o nome de “Criação de UC para ligar o corredor ecológico” e a justificativa para criação dessa UC foi a “criação de UC para viabilizar o corredor ecológico Sossego-Caratinga”. Os outros grupos fizeram os seguintes comentários: “a criação de uma unidade de conservação é interessante, mas essa unidade seria dentro do corredor ecológico? Acho que se for o caso ela deveria ser fora do corredor e maior também. Além disso, essa UC teria alguma função social?” e “área com muita pastagem. Custo de reflorestamento muito alto”. Apesar dos comentários, essa proposta foi aprovada, conforme figura 65.

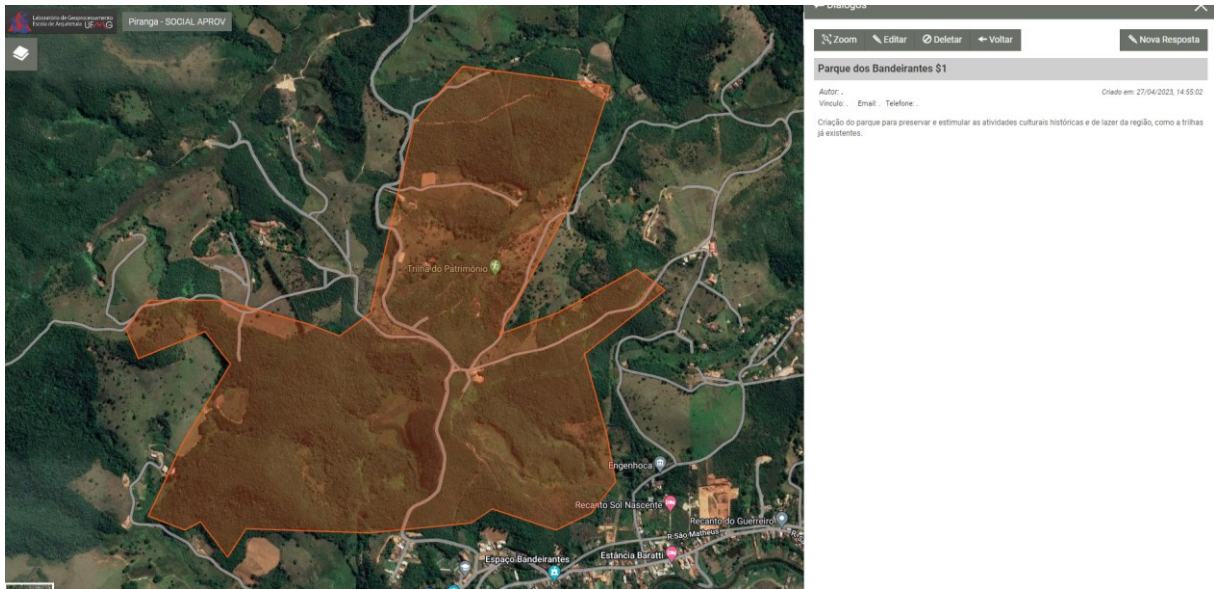
Figura 65: Proposta 02 do contexto Social/Cultural



Fonte: Elaboração da autora a partir da captura de tela do projeto Piranga no GISColab.

A proposta 03 recebeu o nome de “Parque dos Bandeirantes”, com a seguinte justificativa: “criação do parque para preservar e estimular as atividades culturais históricas e de lazer da região, como as trilhas já existentes”. Para essa proposta, não houve nenhum comentário. Na figura 66, é possível observar a poligonal desenhada.

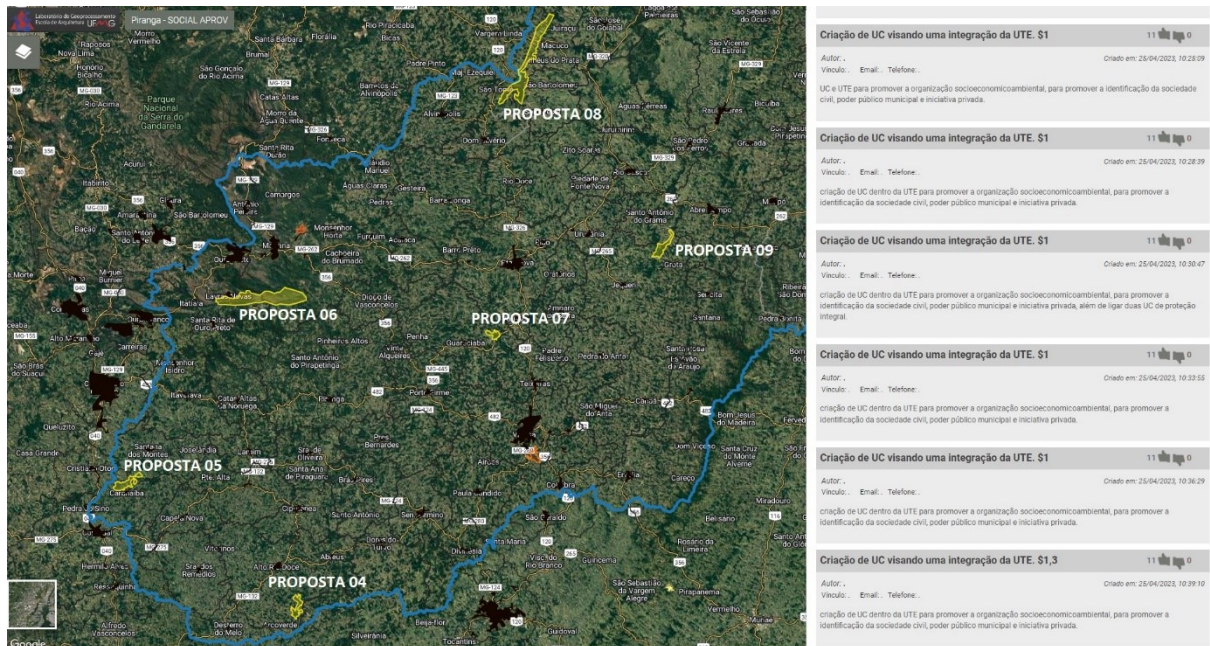
Figura 66: Proposta 03 do contexto Social/Cultural



Fonte: Elaboração da autora a partir da captura de tela do projeto Piranga no *GISColab*.

As propostas 04 a 09 receberam o mesmo título e justificativa: “Criação de UC, visando a uma integração da UTE” e a justificativa para criação dessa Unidade foi a de “UC e UTE para promover a organização socioeconômico ambiental, para promover a identificação da sociedade civil, poder público municipal e iniciativa privada”. Apesar de receberem o mesmo nome, as propostas estão em municípios diferentes, a proposta 04 está no município do Alto Rio Doce, a proposta 05 está nos municípios de Caranaíba e Santana dos Montes, a proposta 06 está nos municípios de Ouro Preto e Mariana, a proposta 07 está no município de Guaraciaba, a proposta 08 está nos municípios de Dom Silvério, Sem-Peixe e São Domingos do Prata e a proposta 09 nos municípios de Jequeri e Santo Antônio do Gramma. Houve apenas um comentário: “uma proposta que engloba mais de um município”, conforme figura 67.

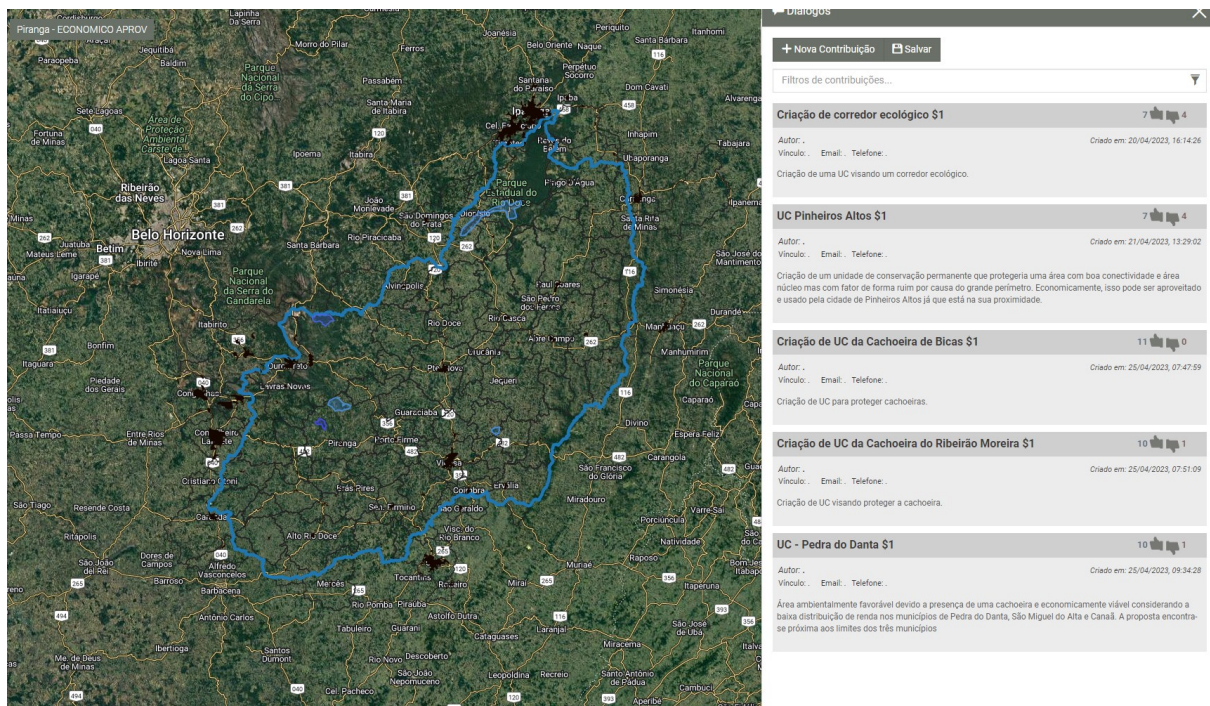
Figura 67: Proposta 04 a 09 do contexto Social/Cultural



Fonte: Elaboração da autora a partir da captura de tela do projeto Piranga no GISColab.

No grupo Econômico, 05 foram aprovadas, 01 foi rejeitada e 02 ficaram na margem dos 40 a 60% de votação e foram novamente levadas à discussão na quarta etapa (Figura 68).

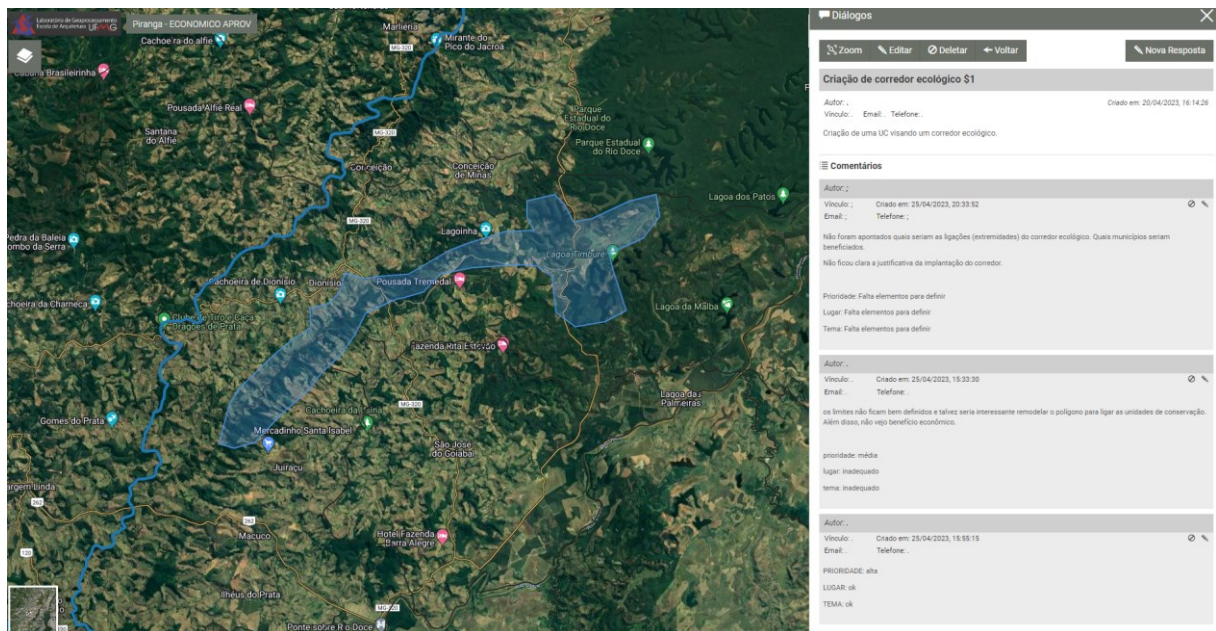
Figura 68: Terceira etapa – Votação das propostas no contexto Econômico.



Fonte: Elaboração da autora a partir da captura de tela do projeto Piranga no GISColab.

A primeira proposta aprovada no contexto econômico foi a “Criação de corredor ecológico” e a justificativa para a criação dela foi “criação de uma UC, visando a um corredor ecológico”. Para essa proposta, foram feitos dois comentários: “não foram apontados quais seriam as ligações (extremidades) do corredor ecológico. Quais municípios seriam beneficiados. Não ficou clara a justificativa da implantação do corredor” e “os limites não ficam bem definidos e talvez seria interessante remodelar o polígono para ligar as unidades de conservação. Além disso, não vejo benefício econômico”. Apesar dos comentários contrários, essa proposta foi aprovada, conforme figura 69.

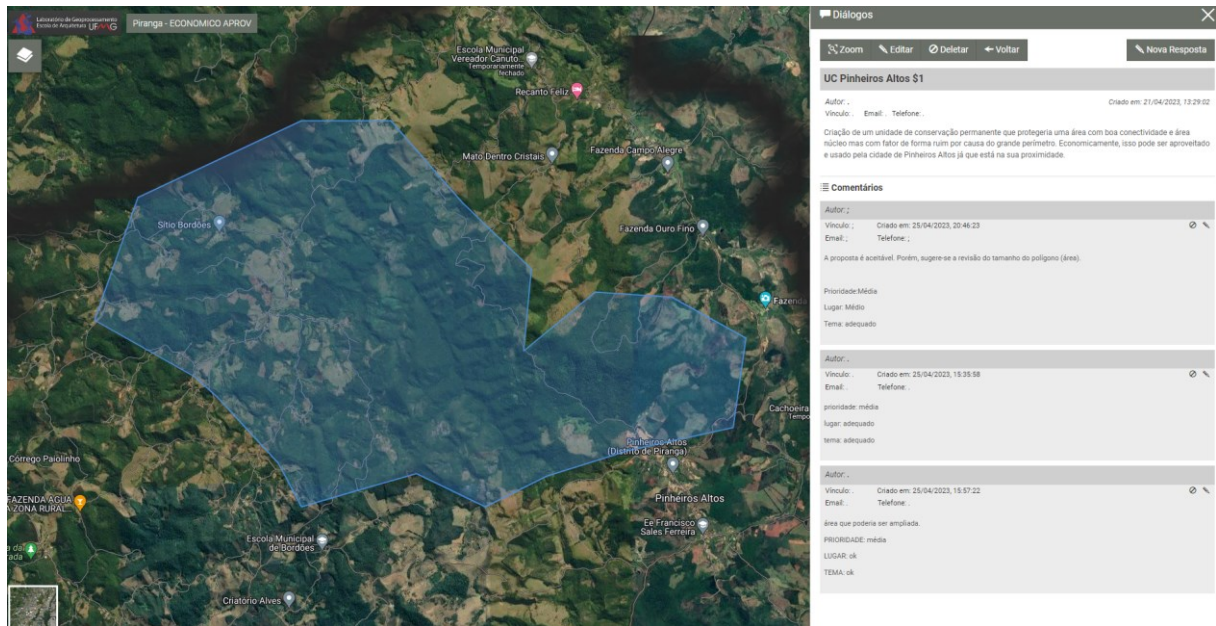
Figura 69: Proposta 01 do contexto Econômico



Fonte: Elaboração da autora a partir da captura de tela do projeto Piranga no *GISColab*.

A proposta 02 teve como título “UC Pinheiros Altos” e sua justificativa é a de “criação de uma unidade de conservação permanente que protegeria uma área com boa conectividade e área núcleo, mas com fator de forma ruim por causa do grande perímetro. Economicamente, isso pode ser aproveitado e usado pela cidade de Pinheiros Altos, já que está na sua proximidade”. Houve dois comentários: “a proposta é aceitável. Porém, sugere-se a revisão do tamanho do polígono” e “área que poderia ser ampliada”. Na figura 70, a poligonal aprovada.

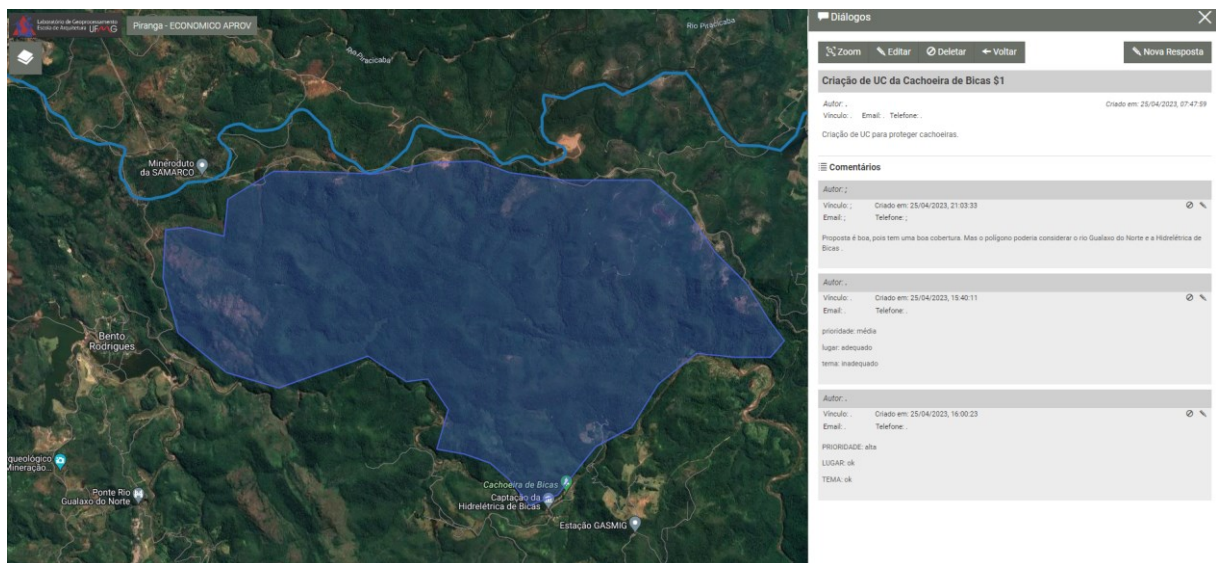
Figura 70: Proposta 02 do contexto Econômico



Fonte: Elaboração da autora a partir da captura de tela do projeto Piranga no *GISColab*.

A proposta 03 recebeu o nome de “Criação de UC da Cachoeira de Bicas” e como justificativa “criação de UC para proteger cachoeiras”. Para essa proposta, houve apenas um comentário: “proposta é boa, pois tem uma boa cobertura. Mas o polígono poderia considerar o rio Gualaxo do Norte e a Hidrelétrica de Bicas”, conforme figura 71.

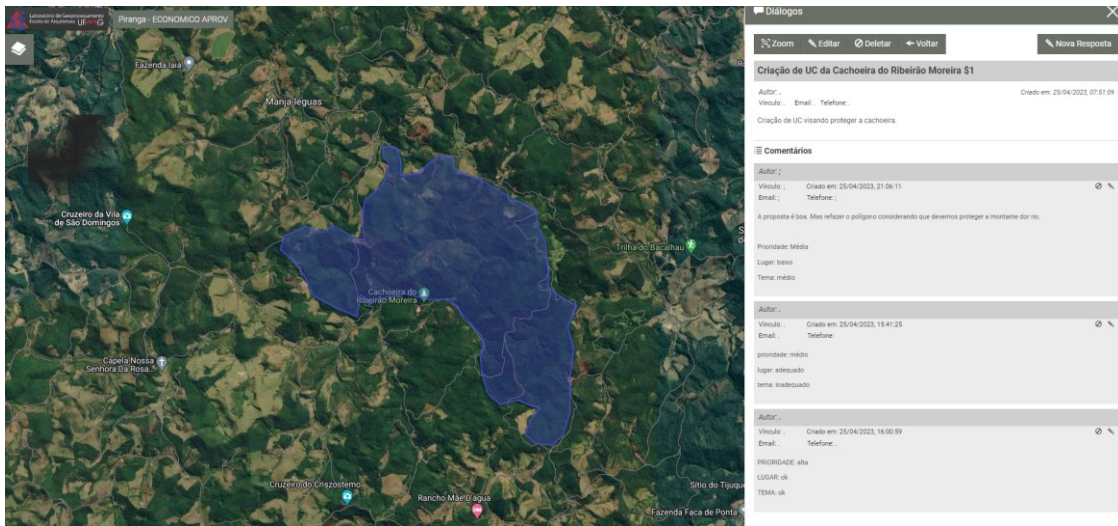
Figura 71: Proposta 03 do contexto Econômico



Fonte: Elaboração da autora a partir da captura de tela do projeto Piranga no *GISColab*.

A proposta 04, com nome de “Criação de UC da Cachoeira do Ribeirão Moreira”, teve como justificativa “Criação de UC, visando proteger a cachoeira”. Também houve apenas um comentário: “a proposta é boa, mas refazer o polígono considerando que devemos proteger a montante do rio”. Na figura 72, é possível ver a poligonal aprovada.

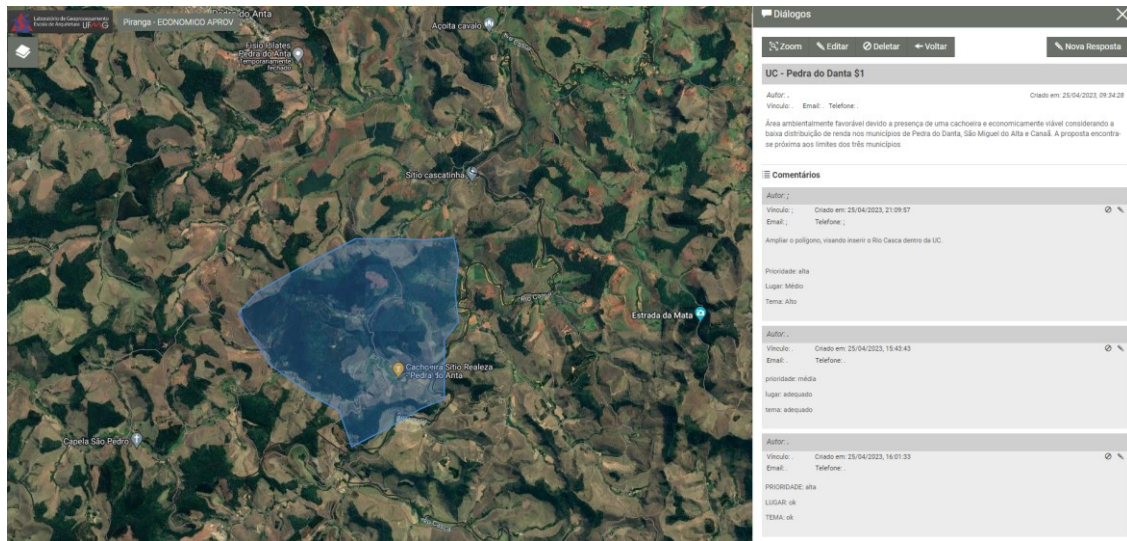
Figura 72: Proposta 04 do contexto Econômico



Fonte: Elaboração da autora a partir da captura de tela do projeto Piranga no *GISColab*.

A proposta 05 (figura 73) recebeu o nome de “UC – Pedra do Danta” e a justificativa para criação dessa UC foi de que a “área ambientalmente favorável devido à presença de uma cachoeira e economicamente viável, considerando a baixa distribuição de renda nos municípios de Pedra do Danta, São Miguel do Alta e Canaã. A proposta encontra-se próxima aos limites dos três municípios”. O único comentário foi para ampliar o polígono, visando inserir o Rio Casca dentro da UC.

Figura 73: Proposta 05 do contexto Econômico

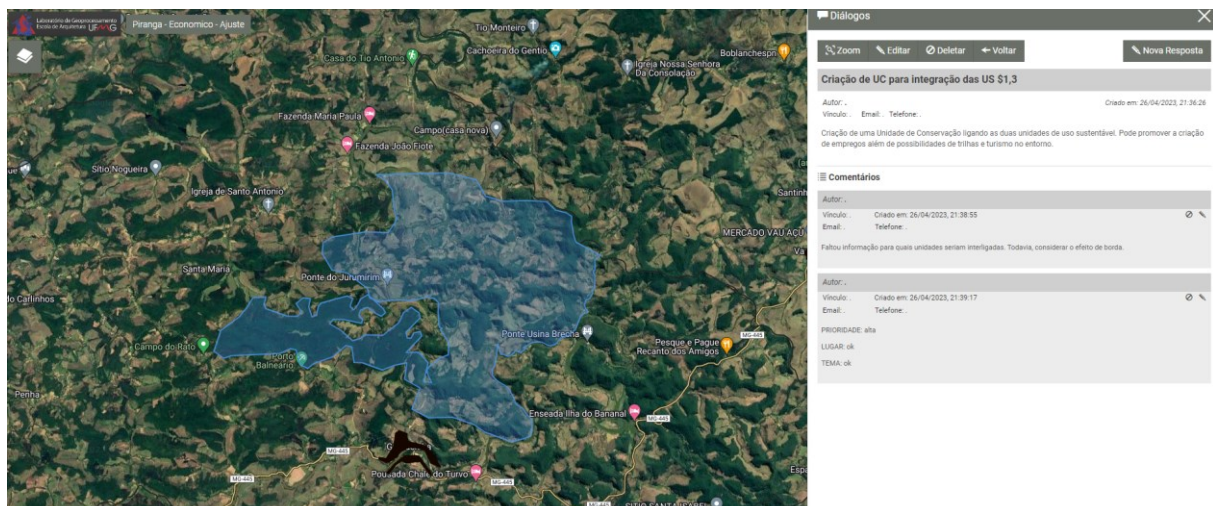


Fonte: Elaboração da autora a partir da captura de tela do projeto Piranga no *GISColab*.

A quarta etapa constituiu de uma nova discussão das propostas aprovadas e que não atingiram a meta, com ampliação de algumas UCPIs. Foram levadas à nova discussão e a ajustes, seguido de nova votação, as duas propostas do grupo econômico que havia ficado entre aceitar e rejeitar (entre 40 e 60% de aprovação). Uma delas foi ajustada e aprovada, e outra, ainda que mediante proposição de ajustes, foi rejeitada pelos participantes do *workshop*.

A proposta ajustada e aprovada (figura 74) recebeu o título de “Criação de UC para integração das UC” e teve como justificativa “criação de Unidade de Conservação ligando as duas unidades de uso sustentável. Pode promover a criação de empregos além de possibilidades de trilhas e de turismo no entorno”.

Figura 74: Proposta ajustada e aprovada do contexto Econômico



Fonte: Elaboração da autora a partir da captura de tela do projeto Piranga no *GISColab*.

O *Workshop* foi finalizado, atingindo 63,73% de aumento de UCPI em relação às já existentes, sendo 19,58% no ambiental, 26,38% no econômico e 17,77% no social (figura 75).

O incremento de áreas protegidas é de fundamental importância para a biodiversidade global, pois ajudam no sequestro de carbono. Dessa forma, saber o número de árvores de uma determinada área contribui para orientar práticas de manejo florestal, além de ajudar na tomada de decisões. O mapa proposto por Crowther et al. (2015), o “*Nature Biome*”, permite identificar a quantidade de árvores que cabem em um pixel de qualquer lugar no mundo.

Para se calcular a quantidade estimada de carbono da biomassa acima e abaixo do solo, foi utilizado o mapa de Spawn et al. (2020), o “*Global Aboveground and Belowground Biomass Carbon Density*”, que calcula por pixel a quantidade de carbono armazenado de tecidos vivos na superfície e da biomassa viva que está abaixo da superfície, as raízes das plantas.

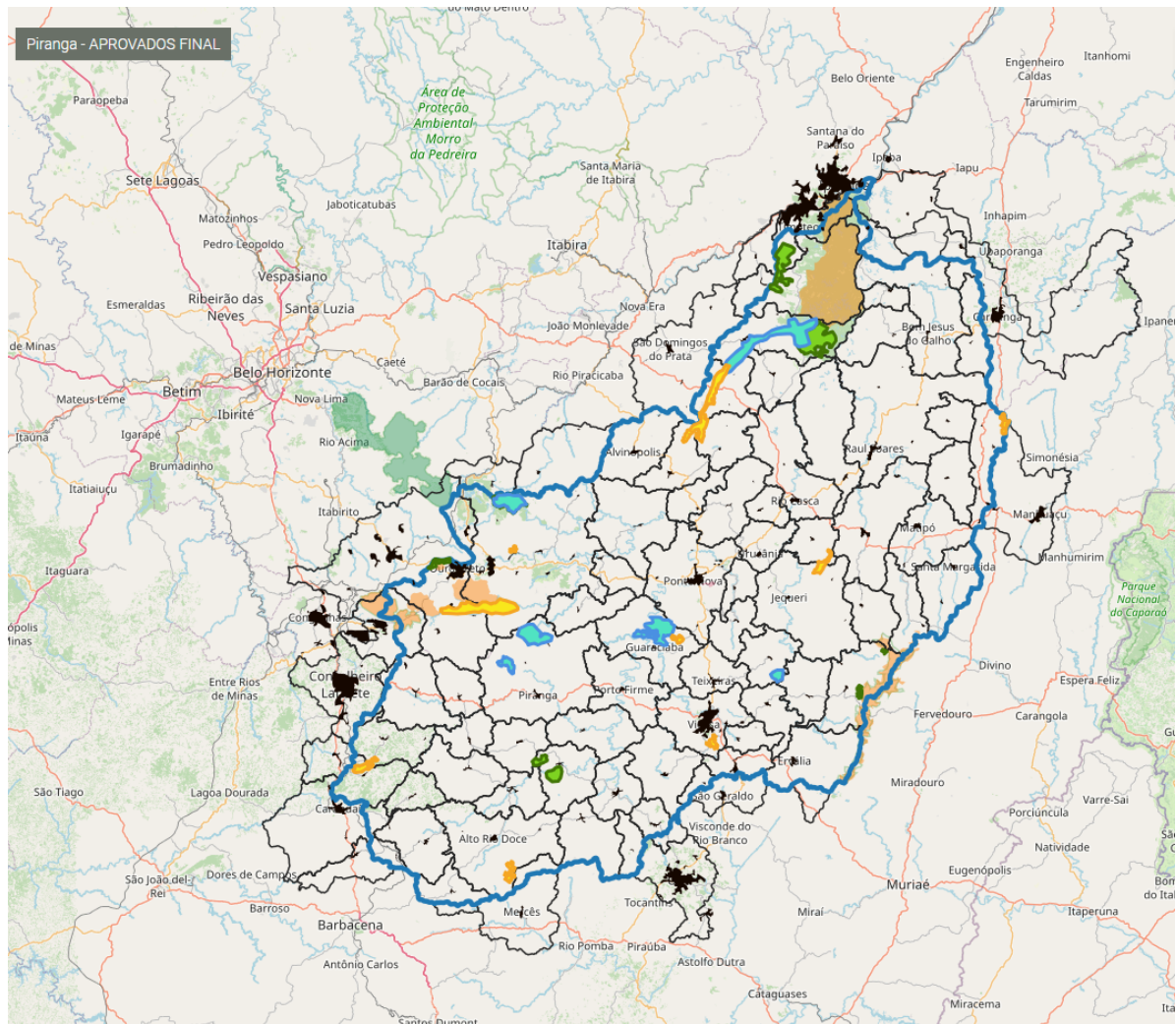
Moura e Freitas (2021) desenvolveram um algoritmo para realizar os cálculos dos poligonais para sequestro de carbono. O resultado pode ser visto, após as definições das poligonais, por meio de *widgets*, que informaram aos participantes os percentuais que alcançaram, a quantidades de árvores que serão inseridas nas áreas escolhidas e quanto de sequestro de CO₂ será gerado acima e abaixo do solo. A tabela a seguir (Tabela 8) apresenta os quantitativos alcançados:

Tabela 8: Resultados alcançados com o *workshop*

Contexto	Área (km ²)	Total árvores	CO ₂ acima/km ²	CO ₂ abaixo/km ²
Ambiental	133,65	4.724.972	28.817,34	11.978,69
Econômico	180,31	6.374.343	21.360,08	8.878,89
Social	121,31	4.288.523	31.748,72	13.197,20
TOTAL	435,27	15.387.838	81.926,14	34.054,77

Fonte: Flávia Brito.

Figura 75: Resultado do workshop – proposta de UCPI



Fonte: Elaboração da autora a partir da captura de tela do projeto Piranga no *GISColab*.

6.3 Assertividade das propostas

Após o *workshop*, foi solicitado aos 04 participantes técnicos que analisassem as propostas aprovadas para verificar a assertividade em relação à localização, à prioridade de implantação e se o tema da Unidade estaria de acordo com o contexto escolhido.

Em relação ao locacional da proposta, foi perguntado aos participantes se a área era boa ou ruim para cada contexto trabalhado. Para o contexto Ambiental, das oito propostas

aprovadas, em apenas uma foi considerado que a localização estava ruim para 3 dos 4 técnicos, três propostas ficaram empatadas e quatro propostas tiveram suas localizações consideradas boas.

No contexto Social/Cultural, duas ficaram empatadas no quesito locacional, três tiveram sua localização considerada boa por 75% dos técnicos e quatro foram totalmente consideradas boas em suas localizações.

No contexto Econômico, uma teve sua localização considerada ruim por 75% dos técnicos, uma teve sua localização considerada boa e quatro propostas tiveram sua localização considerada boa por 75% dos técnicos.

A tabela 9 apresenta a distribuição da votação dos técnicos que participaram do *workshop*.

Tabela 9: Medição de assertividade - Locacional

AMBIENTAL	ID	PROPOSTA	BOA	RUIM
	1	Ampliação do Parque Estadual Serra do Brigadeiro	4	0
	2	Ampliação do Parque Estadual Serra do Brigadeiro	4	0
	3	Criação de UC do Rio Gualaxo	4	0
	4	Criação de nova UC	2	2
	5	Ampliação do Parque Rio Doce	4	0
	6	Criação de UC do Rio Xopotó	1	3
	7	Parque Xopotó	2	2
	8	Ampliação de Unidade já existente	2	2
SOCIAL/CULTURAL	ID	PROPOSTA	BOA	RUIM
	1	Unidade de conservação do Ribeirão Bartolomeu	4	0
	2	Criação de UC para ligar o corredor ecológico	3	1
	3	Parque dos Bandeirantes	4	0
	4	Criação de UC visando a uma integração da UTE	3	1
	5	Criação de UC visando a uma integração da UTE	2	2
	6	Criação de UC visando a uma integração da UTE	4	0
	7	Criação de UC visando a uma integração da UTE	3	1
	8	Criação de UC visando a uma integração da UTE	4	4

	9	Criação de UC visando a uma integração da UTE	2	2
ECONÔMICO	ID	PROPOSTA	BOA	RUIM
	1	Criação de corredor ecológico	3	1
	2	UC Pinheiros Altos	3	1
	3	Criação de UC da Cachoeira de Bicas	3	1
	4	Criação de UC da Cachoeira do Ribeirão Moreira	4	0
	5	UC – Pedra do Danta	3	1
	6	Criação de UC para integração das UC	1	3

Fonte: Elaboração da autora.

Outro ponto perguntado aos técnicos foi sobre qual seria a prioridade de implantação das Unidades de Conservação, se era Alta, Média ou Baixa. Para o contexto Ambiental, apenas uma proposta foi considerada como prioridade alta para implantação para todos os técnicos e duas para 75% deles.

No contexto Social/Cultural apenas duas propostas foram consideradas com prioridade alta pela maioria dos técnicos, três propostas foram consideradas altas pela metade dos técnicos, três foram consideradas altas apenas por um dos técnicos e uma proposta não foi considerada como prioridade alta por eles.

No contexto Econômico, duas propostas não foram classificadas como prioridade alta para sua implantação, duas apenas um técnico considerou como alta e duas receberam classificação alta para implantação.

Na tabela 10 abaixo, a distribuição dos votos por proposta aprovada.

Tabela 10: Medição de assertividade - Prioridade

	ID	PROPOSTA	ALTA	MÉDIA	BAIXA
AMBIENTAL	1	Ampliação do Parque Estadual Serra do Brigadeiro	3	1	0
	2	Ampliação do Parque Estadual Serra do Brigadeiro	2	1	1
	3	Criação de UC do Rio Gualaxo	4	0	0
	4	Criação de nova UC	1	2	1
	5	Ampliação do Parque Rio Doce	3	1	0
	6	Criação de UC do Rio Xopotó	1	2	1

	7	Parque Xopotó	1	1	2
	8	Ampliação de Unidade já existente	2	2	0
SOCIAL/CULTURAL	ID	PROPOSTA	ALTA	MÉDIA	BAIXA
	1	Unidade de conservação do Ribeirão Bartolomeu	3	1	0
	2	Criação de UC para ligar o corredor ecológico	2	1	1
	3	Parque dos Bandeirantes	2	2	0
	4	Criação de UC visando a uma integração da UTE	1	2	1
	5	Criação de UC visando a uma integração da UTE	1	1	2
	6	Criação de UC visando a uma integração da UTE	4	0	0
	7	Criação de UC visando a uma integração da UTE	2	1	1
	8	Criação de UC visando a uma integração da UTE	1	2	1
	9	Criação de UC visando a uma integração da UTE	0	2	2
ECONÔMICO	ID	PROPOSTA	ALTA	MÉDIA	BAIXA
	1	Criação de corredor ecológico	3	0	1
	2	UC Pinheiros Altos	0	2	2
	3	Criação de UC da Cachoeira de Bicas	4	0	0
	4	Criação de UC da Cachoeira do Ribeirão Moreira	1	3	0
	5	UC – Pedra do Danta	1	1	2
	6	Criação de UC para integração das UC	0	1	3

Fonte: Elaboração da autora.

Em relação à temática, se a proposta de criação de UC estava pertinente a cada contexto, foram perguntados aos técnicos que participaram do *workshop* se a proposta atendeu ou não ao contexto proposto. Para o Ambiental, das oito propostas aprovadas, seis atenderam ao contexto de acordo com os técnicos e duas propostas ficaram divididas entres os técnicos.

Para o contexto Social/Cultural, cinco propostas foram consideradas atendidas para todos os técnicos e quatro foram consideradas atendidas por 75% dos técnicos.

Já para o contexto Econômico, quatro propostas atenderam ao contexto pela maioria dos técnicos, uma ficou dividida e uma não foi considerada atendida pela maioria dos técnicos.

A tabela 11 apresenta a distribuição dos votos.

Tabela 11: Medição de assertividade - Temático

AMBIENTAL	ID	PROPOSTA	ATENDEU	NÃO ATENDEU
	1	Ampliação do Parque Estadual Serra do Brigadeiro	4	0
	2	Ampliação do Parque Estadual Serra do Brigadeiro	4	0
	3	Criação de UC do Rio Gualaxo	4	0
	4	Criação de nova UC	2	2
	5	Ampliação do Parque Rio Doce	4	0
	6	Criação de UC do Rio Xopotó	2	2
	7	Parque Xopotó	3	4
	8	Ampliação de Unidade já existente	4	0
SOCIAL/CULTURAL	ID	PROPOSTA	ATENDEU	NÃO ATENDEU
	1	Unidade de conservação do Ribeirão Bartolomeu	4	0
	2	Criação de UC para ligar o corredor ecológico	3	1
	3	Parque dos Bandeirantes	4	0
	4	Criação de UC visando a uma integração da UTE	3	1
	5	Criação de UC visando a uma integração da UTE	3	1
	6	Criação de UC visando a uma integração da UTE	4	0
	7	Criação de UC visando a uma integração da UTE	4	0
	8	Criação de UC visando a uma integração da UTE	4	0
9	Criação de UC visando a uma integração da UTE	3	1	
ECONÔMICO	ID	PROPOSTA	ATENDEU	NÃO ATENDEU
	1	Criação de corredor ecológico	2	2
	2	UC Pinheiros Altos	3	1
	3	Criação de UC da Cachoeira de Bicas	4	0
	4	Criação de UC da Cachoeira do Ribeirão Moreira	3	1
	5	UC – Pedra do Danta	3	1
6	Criação de UC para integração das UC	1	3	

7. ANÁLISE DE MULTICRITÉRIOS

A etapa consiste em uma análise técnica das propostas de áreas para criação e/ou ampliação de novas áreas para Unidades de Conservação de Proteção Integral dentro da sub-bacia. Foi utilizado o método de Análise de Multicritérios (MTC) para integração de mapas relativos a características da região, resultando em escala hierárquica de adequabilidade, na indicação dos principais lugares ótimos para as UCPIs.

Após essa etapa, foi possível fazer uma comparação entre as áreas escolhidas no *workshop vis-a-vis*, com as áreas resultantes da análise técnica, feita por Multicritérios. A comparação avalia a assertividade locacional, temática e apresentará uma escala de prioridade de implantação das áreas propostas no *workshop* diante das análises técnicas de áreas indicadas.

Por ser um procedimento metodológico de cruzamento de variáveis, a Análise de Multicritérios estrutura a participação das variáveis segundo uma Árvore de Decisões e define os seus graus de importância segundo uma análise hierárquica de pesos (Moura, 2007).

Para a análise, foram utilizados os mapas usados no *Workshop*, separados por contexto, conforme tabela 12 abaixo. Para cada mapa, foi atribuído um peso, que é apresentado por eixo de investigação, devido ao grau de importância para cada contexto estudado. Após a análise por contexto, foi feito a Multicritério final para saber o grau de priorização para a implantação das novas Unidades de Conservação de Proteção Integral.

Tabela 12: Coleção de mapas utilizados para a análise de multicritério

Contexto	Coleção de mapas
Contexto Social/Cultural	Distribuição de renda Densidade populacional Percentual de rede de esgoto
Contexto Econômico	Direito Minerário Acessibilidade e capilaridade Cobertura da Mata Atlântica – uso do solo Declividade Pontos de Outorgas
Contexto Ambiental	NDVI Ecologia da paisagem – mapa síntese Unidade de Conservação de Uso Sustentável

	Reserva Legal Concentração de cabeceiras Hidrografia Geomorfologia Hipsometria Potencialidade de ocorrência de cavidades Áreas prioritárias para conservação Local <i>Climate Zones</i> Temperatura da superfície
--	---

Fonte: Elaboração da autora.

Após a escolha e seleção dos mapas, foi feito a multicritério por contexto.

7.1 Contexto Social/Cultural

Para a análise de multicritérios (MTC) do contexto Social/Cultural, foram utilizados os mapas distribuição de renda, densidade populacional e percentual de rede de esgoto. Como os dados estavam em *shapefiles*, eles foram transformados em *raster* e depois foram reclassificados com os seguintes pesos para cada mapa, conforme tabela 13:

Tabela 13: Pesos e notas para a MTC do contexto social/cultural

Contexto	Peso	Legenda	Notas
Densidade Populacional	30%	baixa densidade - até 0,12 hab/há	1
		média a baixa densidade - 0,12 a 0,37 hab/há	3
		média densidade - 0,37 a 13,36 hab/há	5
		média a alta densidade - 13,36 a 41,77 hab/há	7
		alta densidade - 41,77 a 990,04 hab/há	10
Distribuição de renda	30%	Renda de 2 até 7 salários-mínimos	1
		Renda de 2 a 3 salários-mínimos	3
		Renda de 1 a 2 salários-mínimos	5
		Renda de 1/2 a 1 salário-mínimo	7
		Renda até 1/2 salário-mínimo	10
Percentual de rede de esgoto	40%	90 a 100% de atendimento à rede de esgoto	1
		60 a 90% de atendimento à rede de esgoto	3
		40 a 60% de atendimento à rede de esgoto	5
		10 a 40% de atendimento à rede de esgoto	7
		0 a 10% de atendimento à rede de esgoto	10

Fonte: Elaboração da autora.

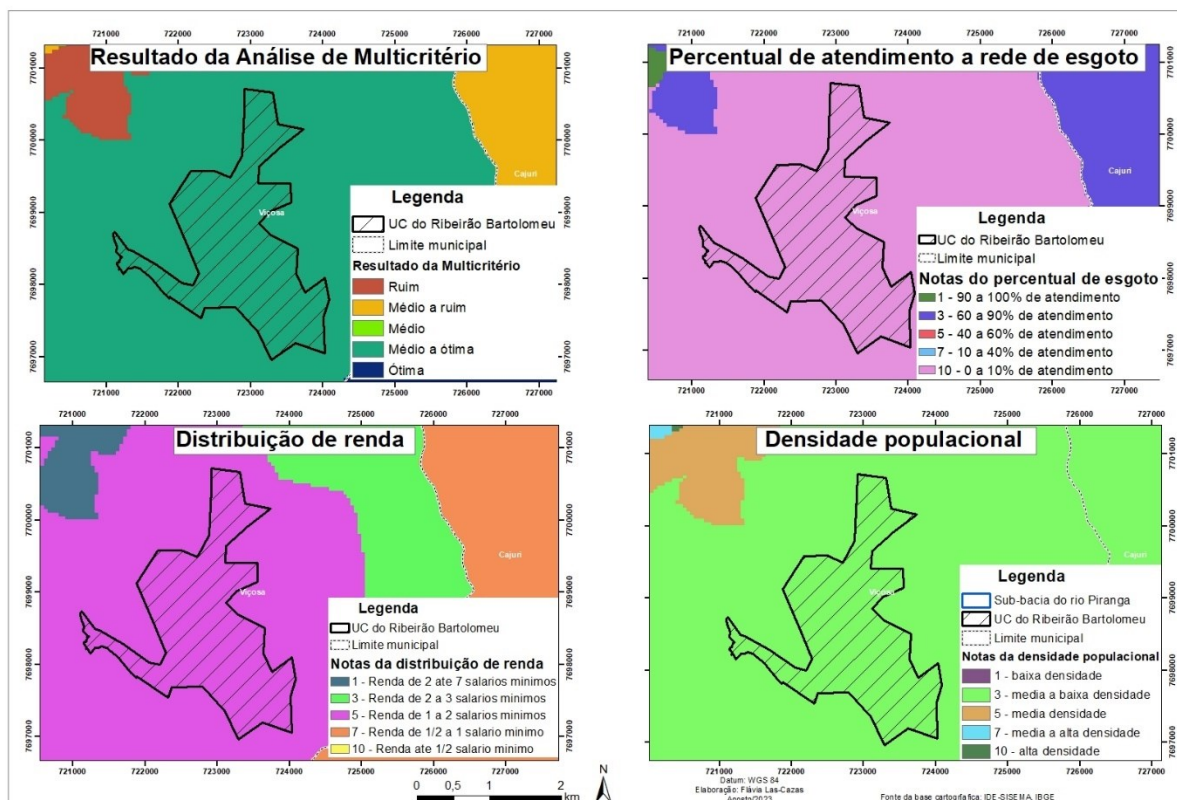
Após a reclassificação, foi feito o *raster calculator* com a seguinte fórmula:

$$(\text{percentual de rede de esgoto} * 0.4) + (\text{renda} * 0.3) + (\text{densidade} * 0.3)$$

Ao percentual de rede de esgoto foi dado uma nota maior em relação aos outros dois, pois, por meio dos locais com menos atendimento à rede de esgoto, é possível verificar quais locais que necessitam de mais atenção do poder público. Isso porque, com a criação de novas Unidades de Conservação de Proteção Integral, a região do entorno terá mais visibilidade e poderá receber mais investimentos do poder público.

Para a primeira proposta do contexto Social/Cultural, a “Unidade de Conservação do Ribeirão Bartolomeu”, localizada no município de Viçosa, foi considerada como médio a ótima a sua localização, um dos principais fatores para esse resultado foi o percentual de rede de esgoto, pois a região apresenta um baixo atendimento à rede de esgoto. A implantação de uma UC nessa área pode fomentar a necessidade da implantação mais robusta da rede coletora de esgoto, proporcionando uma melhora na qualidade de vida da população ao redor. A figura 76 apresenta os resultados.

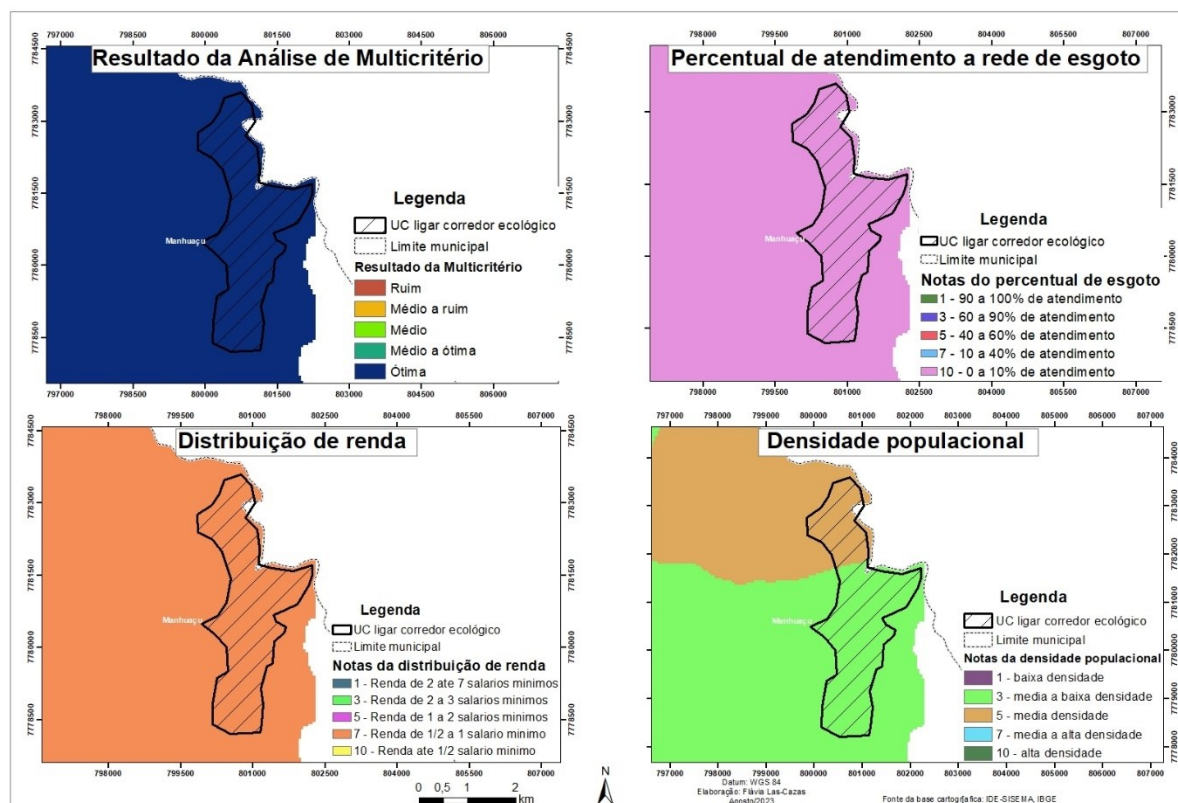
Figura 76: Proposta Unidade de Conservação do Ribeirão Bartolomeu



Fonte: Comparação de polígonos de propostas, mapas de multicritérios e mapas temáticos.

A segunda proposta, a “Criação de UC para ligar o corredor ecológico”, localizada no município de Manhuaçu, bem no limite da sub-bacia do Rio Piranga com a sub-bacia do Rio Caratinga, foi considerada como ótima a sua localização, para o percentual de rede de esgoto, também é uma região com baixo atendimento, mas possui uma distribuição de renda um pouco mais baixa que a proposta anterior, por isso recebeu a nota 7. Além disso, a densidade populacional da proposta e do entorno ficou dividida com mais de 73% da área classificada como média a baixa densidade, recebendo a nota 3, e o restante como média densidade com nota 5. Na figura 77, é possível verificar os resultados.

Figura 77: Proposta Criação de UC para ligar o corredor ecológico.

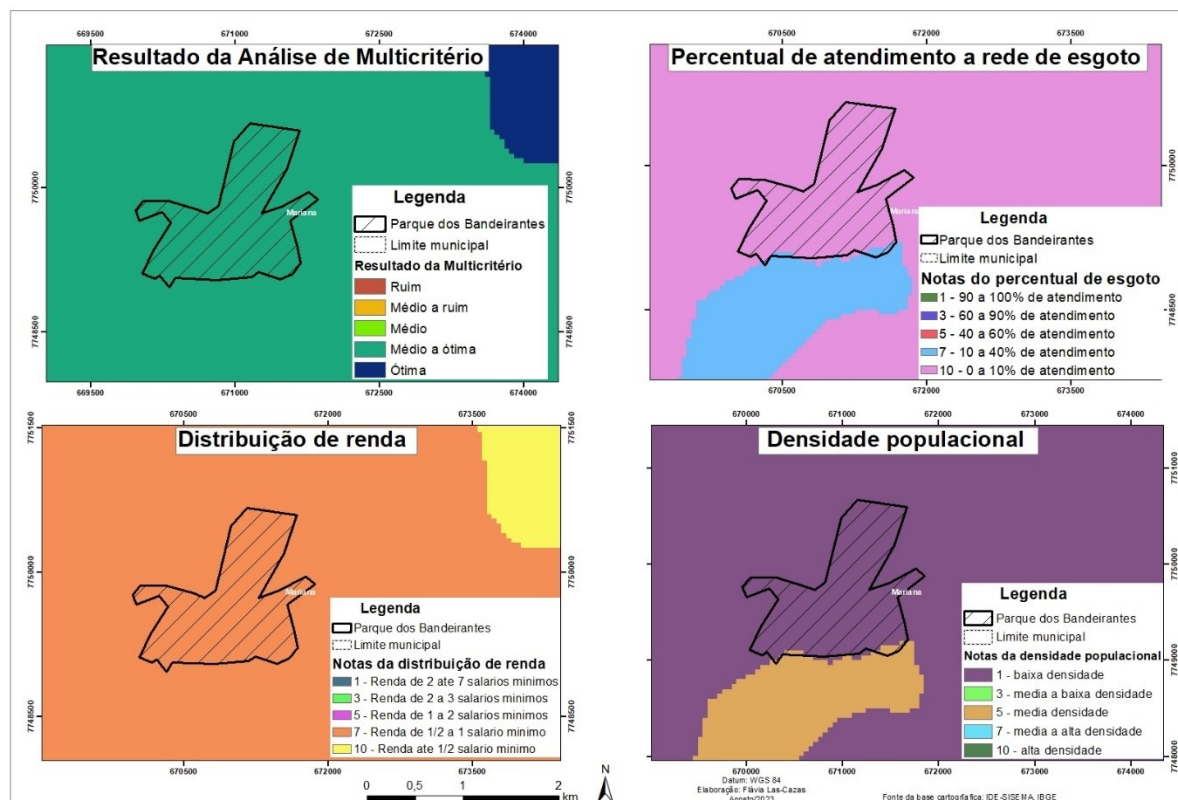


Fonte: Comparação de polígonos de propostas, mapas de multicritérios e mapas temáticos.

A terceira proposta que recebeu o nome de “Parque dos Bandeirantes”, localizada no distrito de Bandeirantes, no município de Mariana, recebeu a classificação como médio a ótima para a implantação da UC, o que pode possibilitar que a área tenha um sentido de pertencimento maior com a população que reside no distrito. A área ao entorno tem um atendimento da rede de esgoto considerado baixo, e a implantação da UC pode proporcionar um olhar mais atento

do poder público, melhorando a distribuição de renda da região. A figura 78 apresenta os resultados da Multicritério.

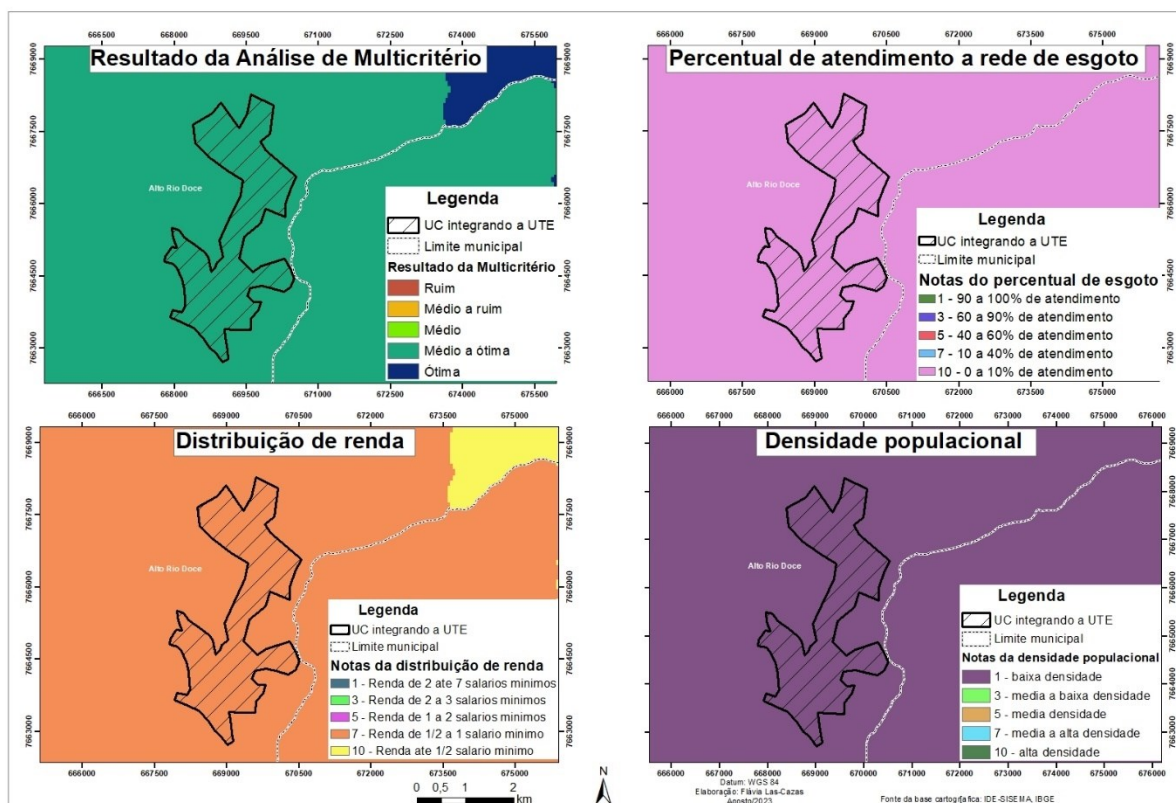
Figura 78: Proposta Parque dos Bandeirantes



Fonte: Comparação de polígonos de propostas, mapas de multicritérios e mapas temáticos.

A quarta proposta de “Criação de UC, visando a uma integração da UTE”, está localizada no município de Alto Rio Doce, no limite com a cidade de Mercês, ficou como médio a ótima para a implantação de uma UC, principalmente por ser uma região com baixo atendimento à rede de esgoto e com uma distribuição de renda baixa, apesar de ser uma região com baixa densidade populacional. Na figura 79, é possível ver esses resultados.

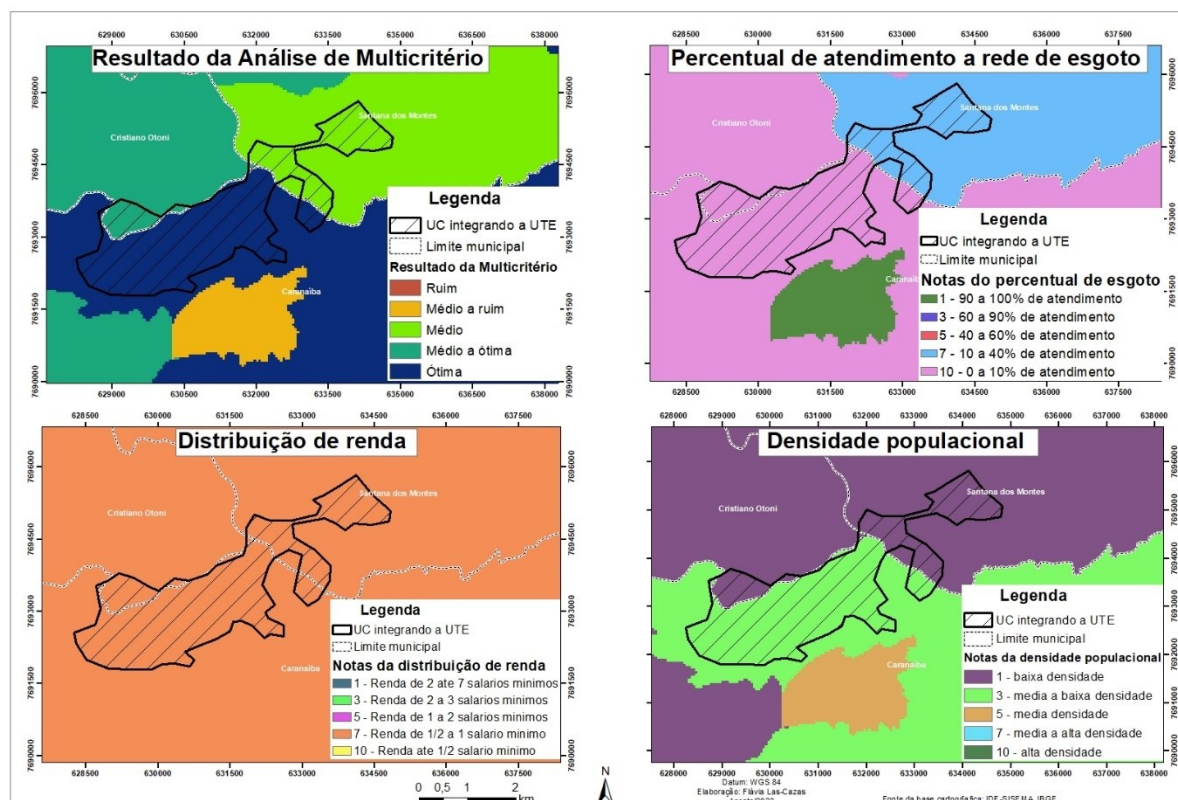
Figura 79: Proposta Criação de UC visando a uma integração da UTE



Fonte: Comparação de polígonos de propostas, mapas de multicritérios e mapas temáticos.

Já a quinta proposta, denominada também de “Criação de UC visando a uma integração da UTE” e que está localizada nos municípios de Caranaíba, Santana dos Montes e Cristiano Ottoni, teve sua classificação na análise de multicritério um pouco dividida, sendo que 68,24% ficaram caracterizada como ótima a sua localização, 7,81% como média a ótima e o restante (23,95%) como média. O principal fator que levou a essa divisão foi devido ao percentual de atendimento à rede de esgoto também estar classificada como muito baixo (0 a 10%) e baixa (10 a 40%). Apesar disso, pode ser considerado que o local proposto para a implantação de uma UC foi bem localizado, pois mais de 75% da área está classificada acima de médio, como é possível ver na figura 80.

Figura 80: Proposta Criação de UC visando a uma integração da UTE

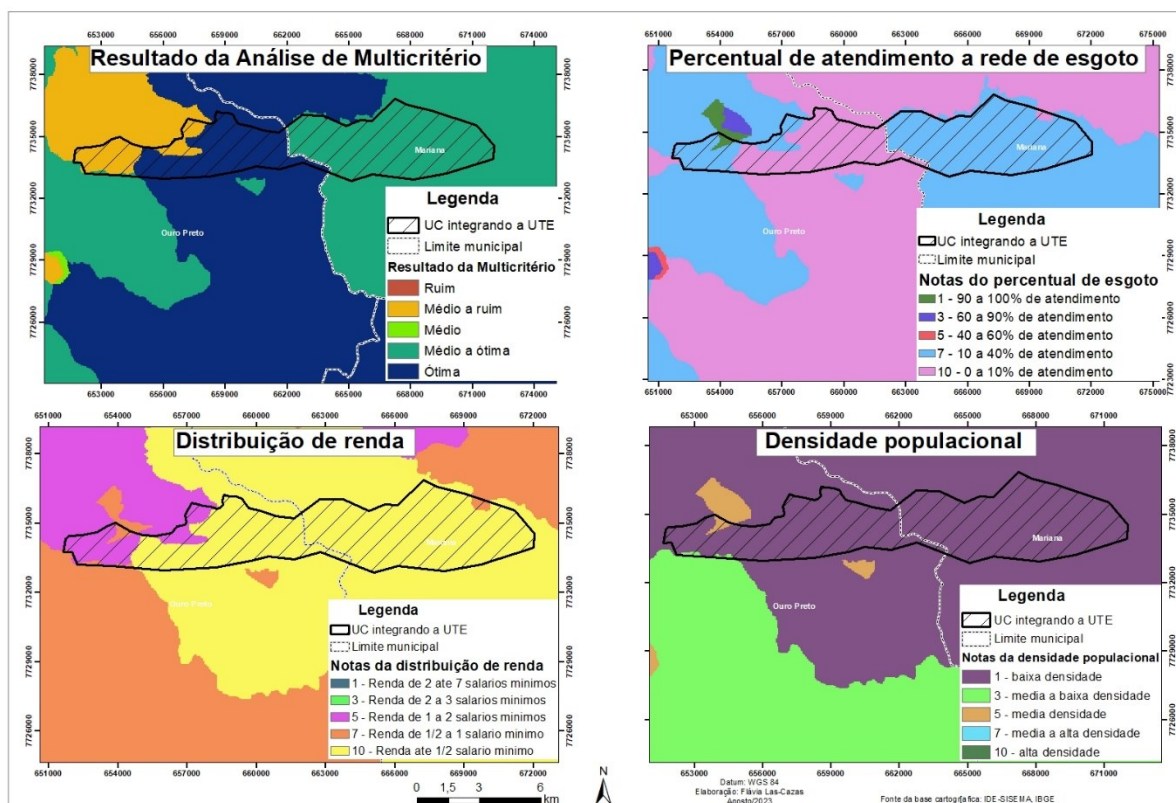


Fonte: Comparação de polígonos de propostas, mapas de multicritérios e mapas temáticos.

A sexta proposta, denominada também de “Criação de UC visando a uma integração da UTE”, está localizada entre os municípios de Ouro Preto e Mariana e que tem uma extensão de mais de 4.600 hectares, teve sua maior parte considerada como acima de médio a ótimo, o que equivale a mais de 86% da área. O restante foi considerado como médio a ruim, portanto sugere-se que essa área seja recortada para que atenda aos requisitos do contexto Social/Cultural.

A região em que está inserida essa proposta possui um baixo atendimento à rede de esgoto e uma baixa distribuição de renda, esses dois critérios receberam uma nota alta, o que pode ter explicado a boa classificação que a proposta recebeu. Na figura 81, é apresentada os resultados dos 3 critérios e o seu resultado na análise de multicritério.

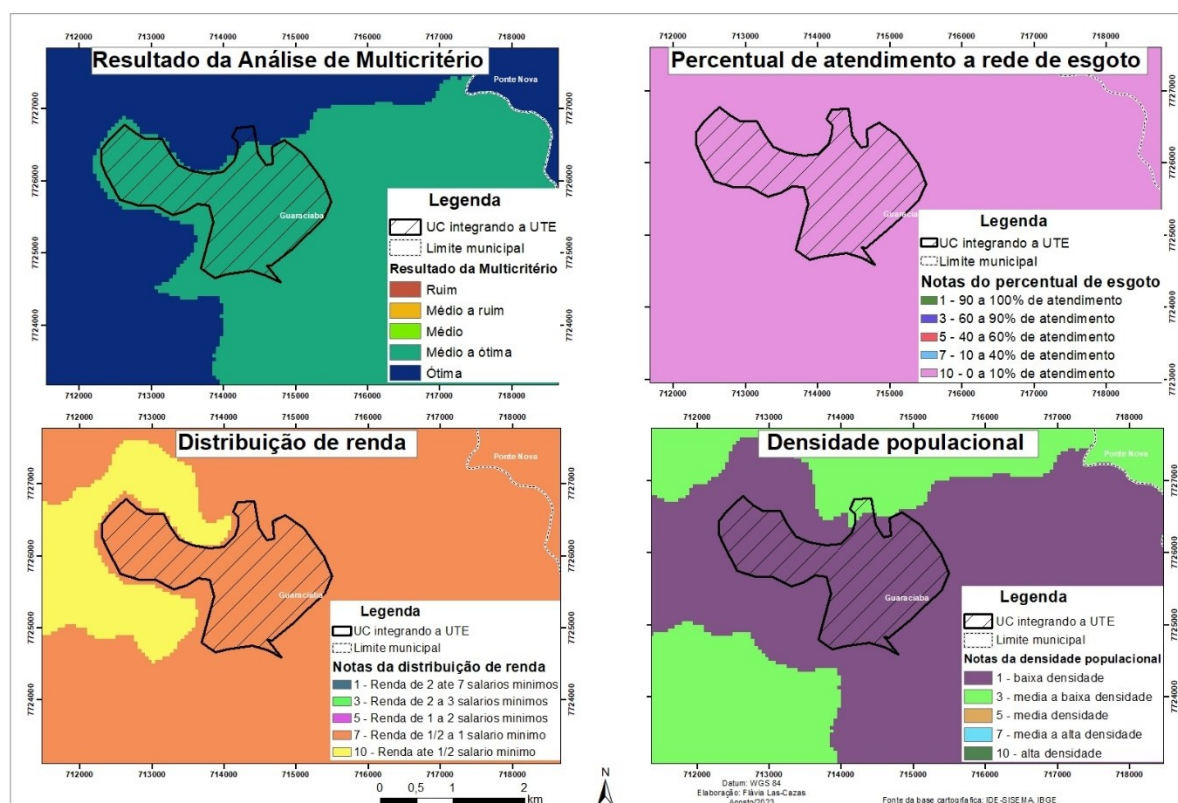
Figura 81: Proposta Criação de UC visando a uma integração da UTE



Fonte: Comparação de polígonos de propostas, mapas de multicritérios e mapas temáticos.

A sétima proposta, denominada de “Criação de UC visando a uma integração da UTE”, está localizada na cidade de Guaraciaba e foi classificada como médio a ótimo sua localização para uma UC. Trata-se de uma área com baixa densidade populacional e de distribuição de renda e um atendimento à rede de esgoto muito baixo, o que pode favorecer a população ao entorno com a implantação de uma UC, fornecendo uma melhora na qualidade de vida da população. A figura 82 apresenta os resultados.

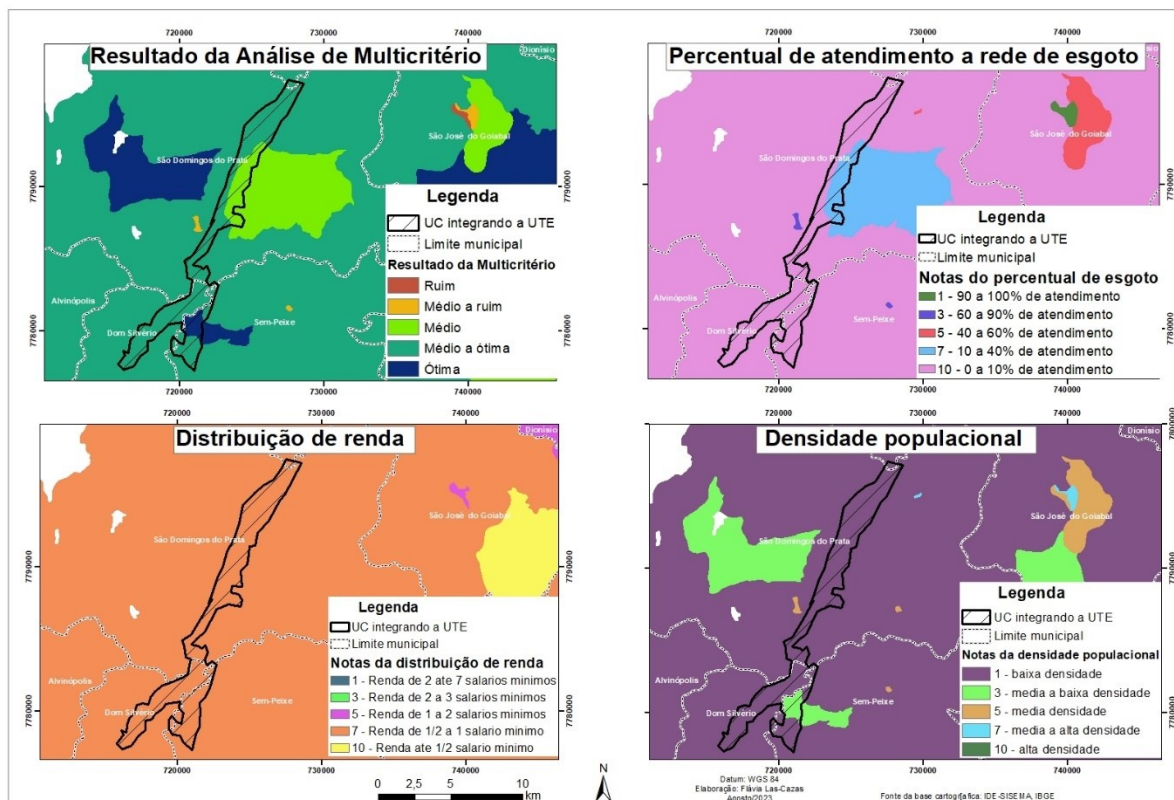
Figura 82: Proposta Criação de UC visando a uma integração da UTE



Fonte: Comparação de polígonos de propostas, mapas de multicritérios e mapas temáticos.

A oitava proposta, denominada de “Criação de UC visando a uma integração da UTE”, corta todo o município de São Domingos do Prata, além dos municípios de Dom Silvério e Sem-Peixe. Com uma extensão de mais de 3.712 hectares, foi considerado, em sua maioria, como média a ótima a localização de implantação de uma UC. Apenas 14% da área foi considerada como uma proposta média, isso se deve principalmente a essa área já ter um percentual um pouco maior de atendimento mínimo à rede de esgoto (10 a 40%) e de ter uma baixa densidade populacional, conforme pode ser visto pela figura 83.

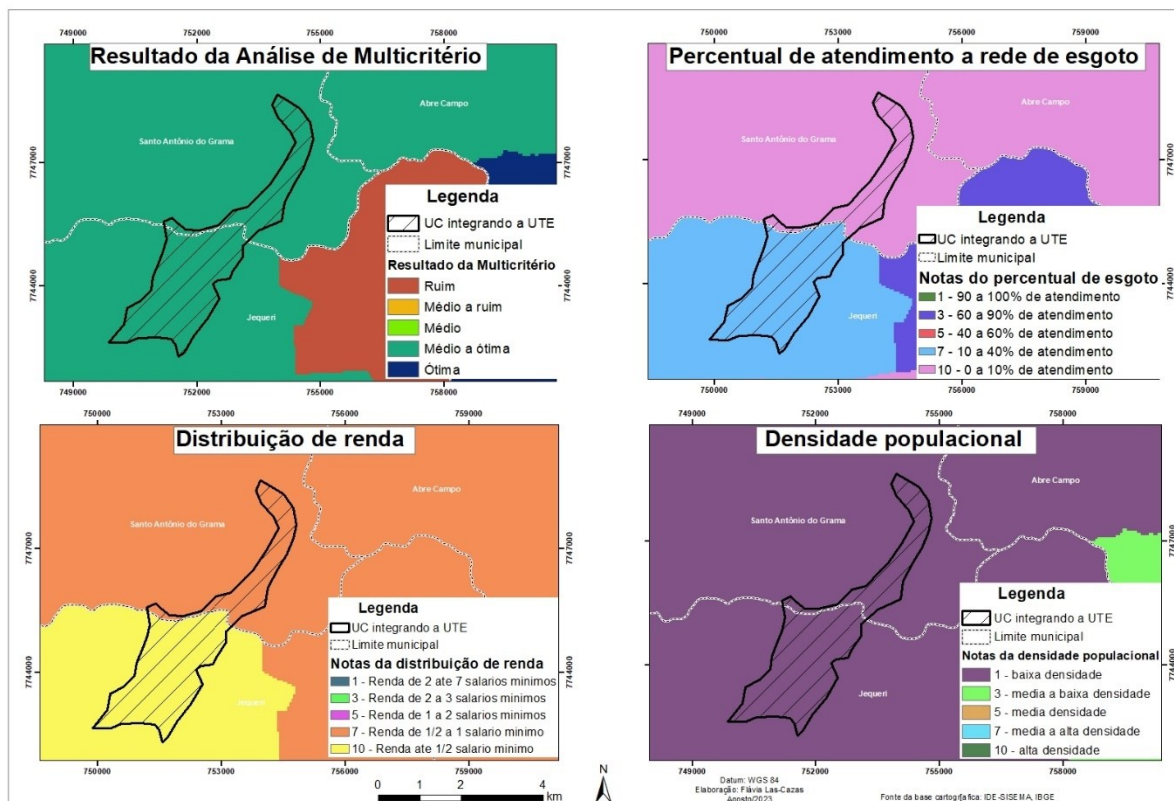
Figura 83: Proposta Criação de UC visando a uma integração da UTE



Fonte: Comparação de polígonos de propostas, mapas de multicritérios e mapas temáticos.

A última proposta do contexto Social/Cultural, que também foi denominada de “Criação de UC visando a uma integração da UTE”, que está entre os municípios de Jequeri e Santo Antônio do Gama, foi classificada como médio a ótima. No município de Jequeri, o atendimento à rede de esgoto em que está localizado a proposta foi considerado melhor que o do município vizinho, situação que se inverteu na distribuição de renda, em Santo Antônio do Gama a distribuição foi considerada melhor do que em Jequeri. Já em relação à densidade populacional, ao todo, a proposta foi considerada como de baixa densidade. Na figura 84, é possível observar essas diferenças.

Figura 84: Proposta Criação de UC visando a uma integração da UTE



Fonte: Comparação de polígonos de propostas, mapas de multicritérios e mapas temáticos.

Como foi possível observar, nenhuma proposta teve uma classificação considerada ruim, e apenas parte de uma proposta foi classificada como médio a ruim. Portanto, pode-se afirmar que as propostas escolhidas pelos participantes do *workshop* atenderam bem ao requisito do contexto Social/Cultural.

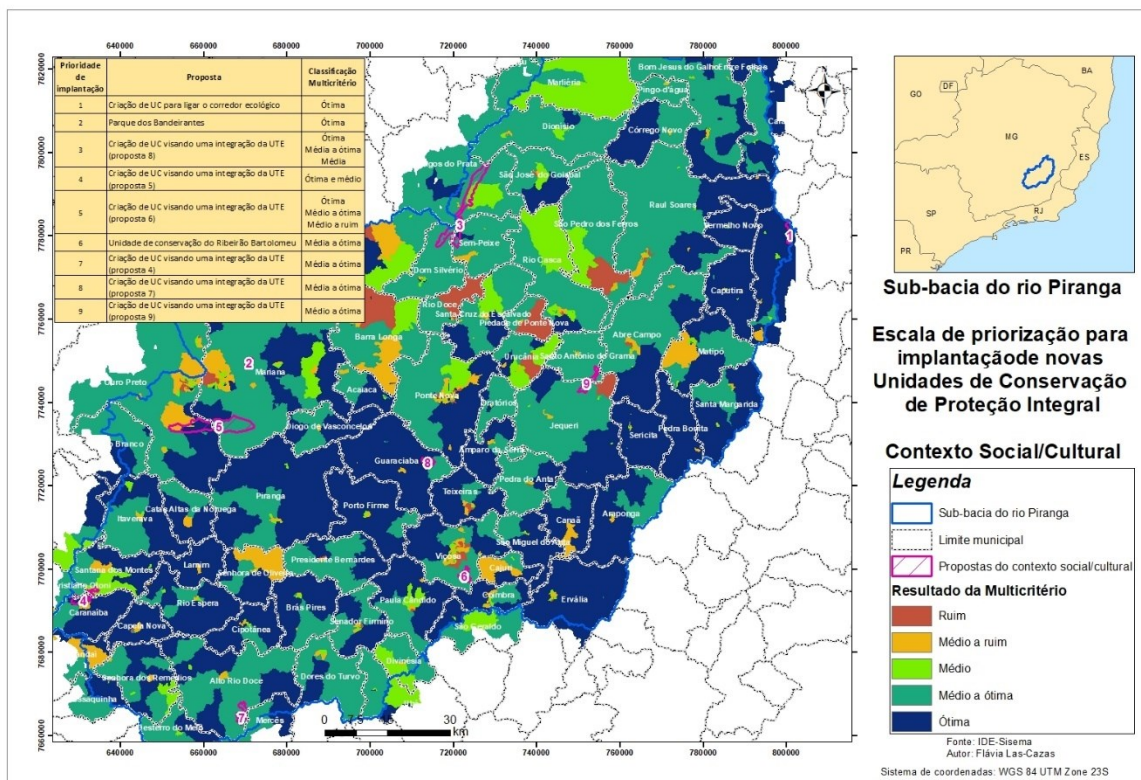
Por meio dos resultados da Multicritério, é possível determinar uma priorização para a implantação de novas Unidades de Conservação de Proteção Integral para o contexto Social/Cultural. Na tabela 14, é apresentada a escala de priorização baseado nos resultados da Análise de Multicritério, e a figura 85 mostra a espacialização desses resultados dentro da sub-bacia do Rio Piranga.

Tabela 14: Escala de priorização para implantação de UCPI

Prioridade de implantação	Proposta	Classificação Multicritério
1	Criação de UC para ligar o corredor ecológico	Ótima
2	Parque dos Bandeirantes	Ótima
3	Criação de UC visando a uma integração da UTE (proposta 8)	Ótima Média a ótima Média
4	Criação de UC visando a uma integração da UTE (proposta 5)	Ótima e médio
5	Criação de UC visando a uma integração da UTE (proposta 6)	Ótima Médio a ótima Médio a ruim
6	Unidade de conservação do Ribeirão Bartolomeu	Média a ótima
7	Criação de UC visando a uma integração da UTE (proposta 4)	Média a ótima
8	Criação de UC visando a uma integração da UTE (proposta 7)	Média a ótima
9	Criação de UC visando a uma integração da UTE (proposta 9)	Médio a ótima

Fonte: Elaboração da autora.

Figura 85: Escala de priorização para implantação de novas UCPI



Fonte: Flávia Brito

7.2 – Contexto Econômico

Para a análise de multicritérios (MTC) do contexto Econômico, foram utilizados os mapas direitos minerários, acessibilidade e capilaridade, cobertura da mata atlântica, declividade e pontos de outorga. Como os dados estavam em *shapefiles*, eles foram transformados em *raster*, depois cada dado foi reclassificado com os seguintes pesos para cada mapa, conforme tabela 15:

Tabela 15: Pesos e notas para a MTC do contexto econômico

Contexto	Peso	Legenda	Notas
Direito minerário	29%	direito de lavra	0
		direito de pesquisa	3
		sem dados	10
Acessibilidade e Capilaridade	29%	Baixa	1
		Média a baixa	3
		Média	5
		Média a alta	7

		Alta	10
Cobertura da Mata Atlântica	14%	Áreas antropizadas	0
		Outros usos	3
		Refúgio vegetacional	6
		Savana (cerrado)	8
		Floresta Atlântica	10
Declividade	14%	45 - 75% - Montanhoso	1
		20 - 45% - Forte ondulado	3
		8 - 20% - Ondulado	5
		0 - 3% - Plano	7
		3 - 8% - Suave ondulado	10
Pontos de outorga	14%	Pontos de outorga	0
		Sem pontos de outorga	10

Fonte: Elaboração da autora.

Os direitos minerários tiveram um peso maior devido à importância econômica que a atividade minerária tem em toda a sub-bacia. Nos locais em que o território possui direito de lavrar, foi dada a pior nota, levando em consideração que não é apropriada criar uma Unidade de Conservação de Proteção Integral em uma área que está sendo lavrada, o direito de pesquisa levou uma nota intermediária, pois é uma área que ainda não tem autorização de lavra, podendo ser criada uma UCPI no local, e as áreas que não estão contempladas nesses dois *status* levaram a melhor nota, pois se trata de áreas propícias à implantação de uma UCPI.

A acessibilidade e a capilaridade também tiveram um peso maior, pois, em áreas nas quais há uma melhor distribuição de estradas e acessos, facilitaria a visita de UCPI no local, fomentando a economia local.

Já a cobertura vegetal da Mata Atlântica foi atribuída um peso de 14%, pois, em locais em que já existe vegetação nativa, a implantação de uma Unidade de Conservação de Proteção Integral gera um custo menor para efetivar a Unidade, além de ajudar a preservar e conservar fragmentos nativos do Bioma da Mata Atlântica.

A declividade, que também ficou com peso de 14%, foi levada em consideração no contexto Econômico, pois os relevos mais ondulado, plano e suave ondulado seriam mais favoráveis à implantação de uma UCPI. Essas áreas facilitam a locomoção das pessoas, por meio de trilhas, gerando um atrativo maior de visita ao entorno, fomentando a economia do local.

Por fim, os pontos de outorgas foram utilizados para restringir a criação de novas UCPI. Em locais em que existe outorga, colocamos nota 0 e, em locais em que não existe, demos uma nota 10, o peso dessa modalidade ficou em 14%. Como o *shape*, é de pontos e, para a Análise

de Multicritério tem que ser utilizado polígonos, foi feito um *buffer* de 500 metros em cada ponto.

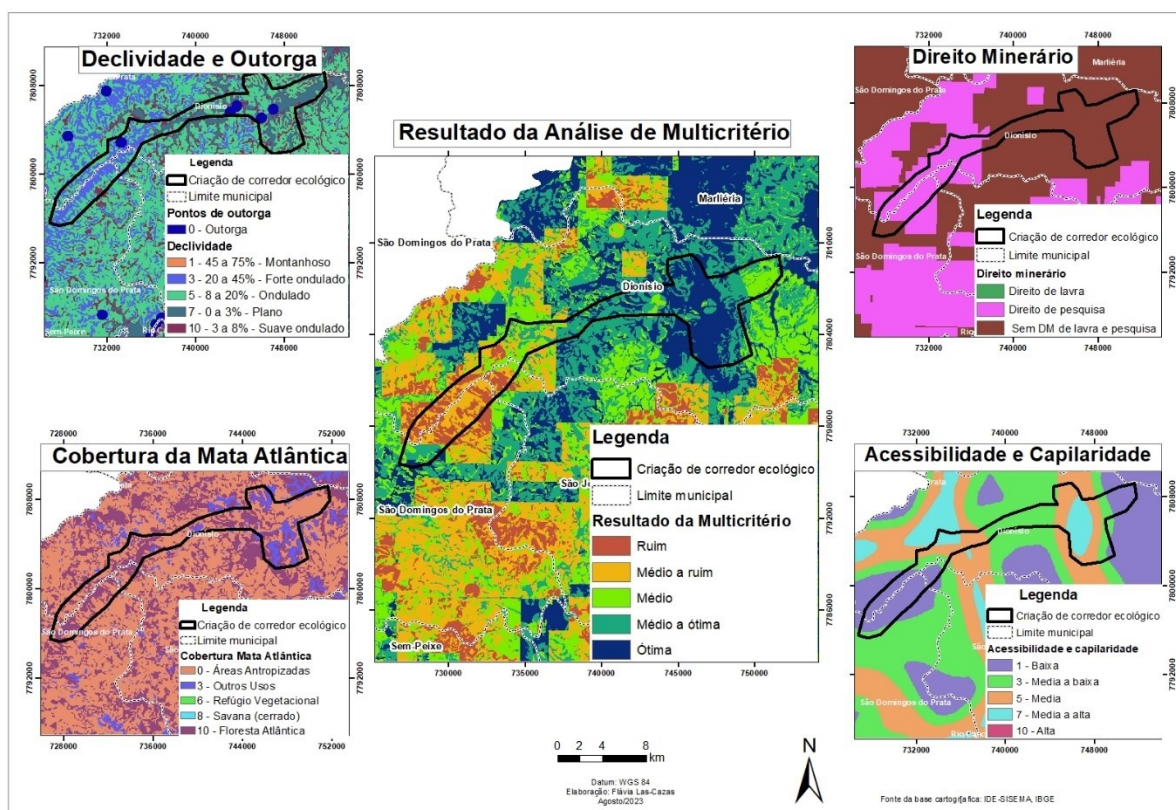
Após a reclassificação, foi feito o *raster calculator* com a seguinte fórmula:

$(\text{direito minerário} * 0.29) + (\text{acessibilidade e capilaridade} * 0.29) + (\text{cobertura da Mata Atlântica} * 0.14) + (\text{declividade} * 0.14) + (\text{outorga} * 0.14)$.

Para o contexto Econômico, era esperado que os resultados não fossem muito conclusivos, devido a dificuldades que os participantes tiveram em determinar propostas de criação de Unidades de Conservação de Proteção Integral, visando a um bem econômico. Abaixo será descrito os resultados da Análise de Multicritério.

Para a primeira proposta do contexto Econômico, a “Criação de corredor ecológico”, localizada nos municípios de Dionísio, São Domingos do Prata e São José do Goiabal, a classificação obtida abrangeu todas as escalas, sendo que a parte leste ficou de média até ótima e a parte oeste de médio a ruim. O principal fator que pode explicar o ocorrido foi o fator declividade, pois trata-se de uma área com relevos que vão deste forte ondulado até o plano. Na figura 86, é possível observar os resultados obtidos.

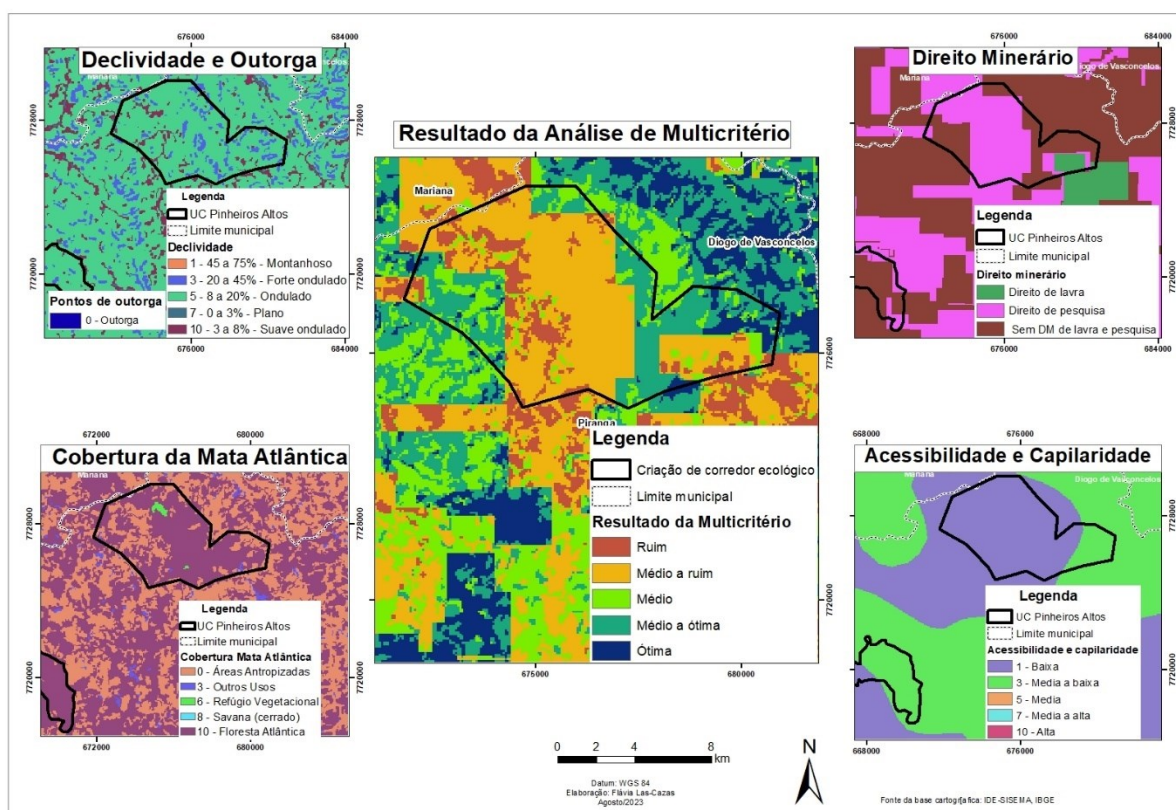
Figura 86: Proposta Criação de corredor ecológico



Fonte: Comparação de polígonos de propostas, mapas de multicritérios e mapas temáticos.

A segunda proposta, a “UC Pinheiros Altos”, localizada no município de Piranga, a maior parte da área (principalmente a parte central) foi considerada de médio a ruim. A área possui baixa acessibilidade e capilaridade, além de ter áreas antropizadas, que podem ter contribuído para que a multicritério tenha dado valores baixos. A figura 87 apresenta os resultados.

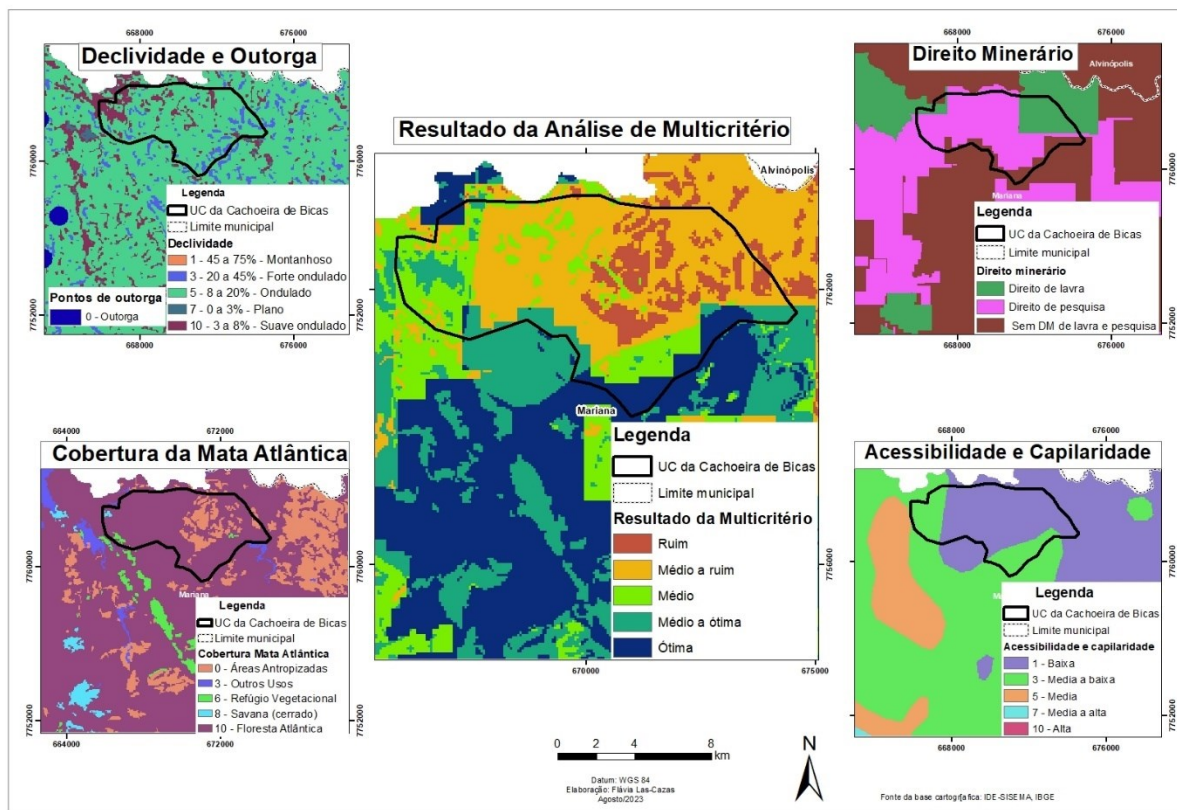
Figura 87: Proposta UC Pinheiros Altos



Fonte: Comparação de polígonos de propostas, mapas de multicritérios e mapas temáticos.

A terceira proposta, a “Criação de UC da Cachoeira de Bicas”, localizada no município de Maria, também foi considerada como médio a ruim em sua maior parte, com muitos fragmentos classificados como ruim, esses fragmentos são áreas antropizadas. No polígono da proposta, existe uma área sobrepondo com direito minerário de lavrar, o que faz com que a criação de UCPI tenha alguns entraves econômicos. E por ser uma área de baixa acessibilidade, pode prejudicar a implantação da UCPI, visando a um contexto econômico. Na figura 88, é possível observar os resultados.

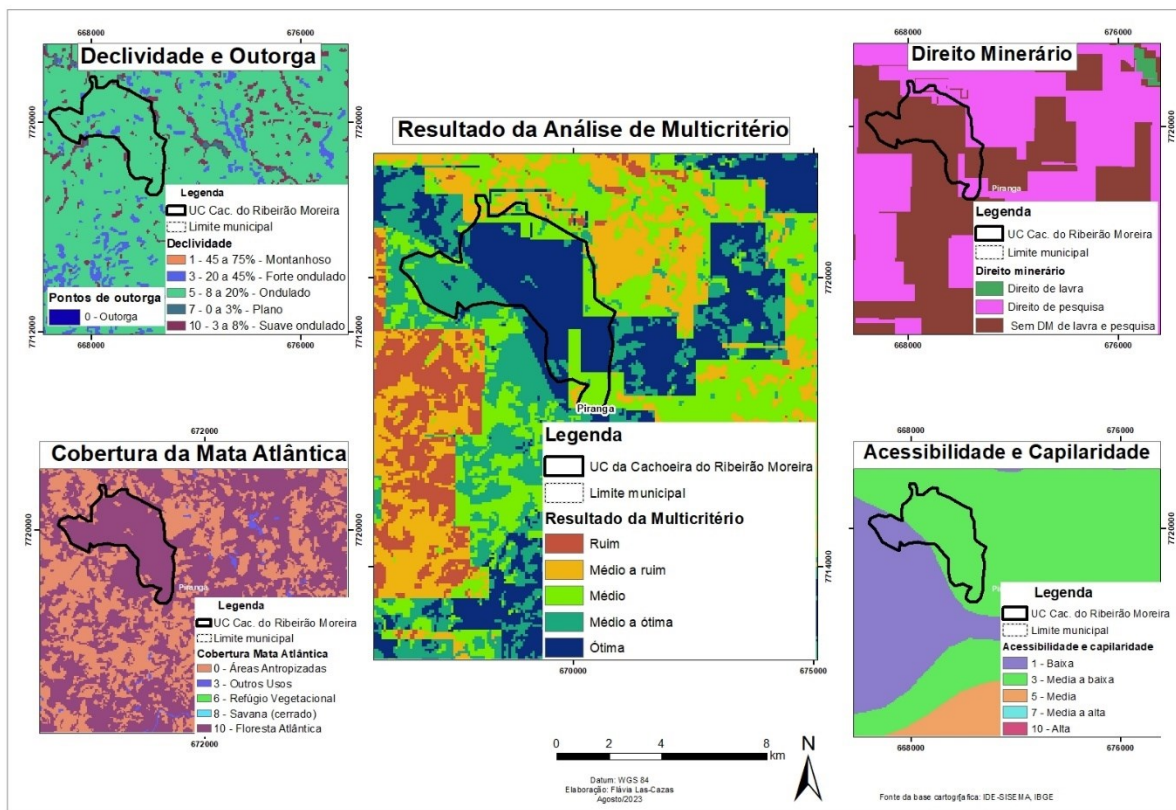
Figura 88: Proposta Criação de UC da Cachoeira de Bicas



Fonte: Comparação de polígonos de propostas, mapas de multicritérios e mapas temáticos.

A quarta proposta, a “Criação de UC da Cachoeira do Ribeirão Moreira”, está localizada no município de Piranga e teve sua maior parte classificada como ótimo e médio a ótimo. Apesar de ser uma área com algumas ondulações no relevo, possui mais de 80% de vegetação de floresta atlântica, e a maior parte da proposta não tem direito mineral de pesquisa, fatores que favorecem a implantação de uma UCPI, conforme pode ser verificado na figura 89.

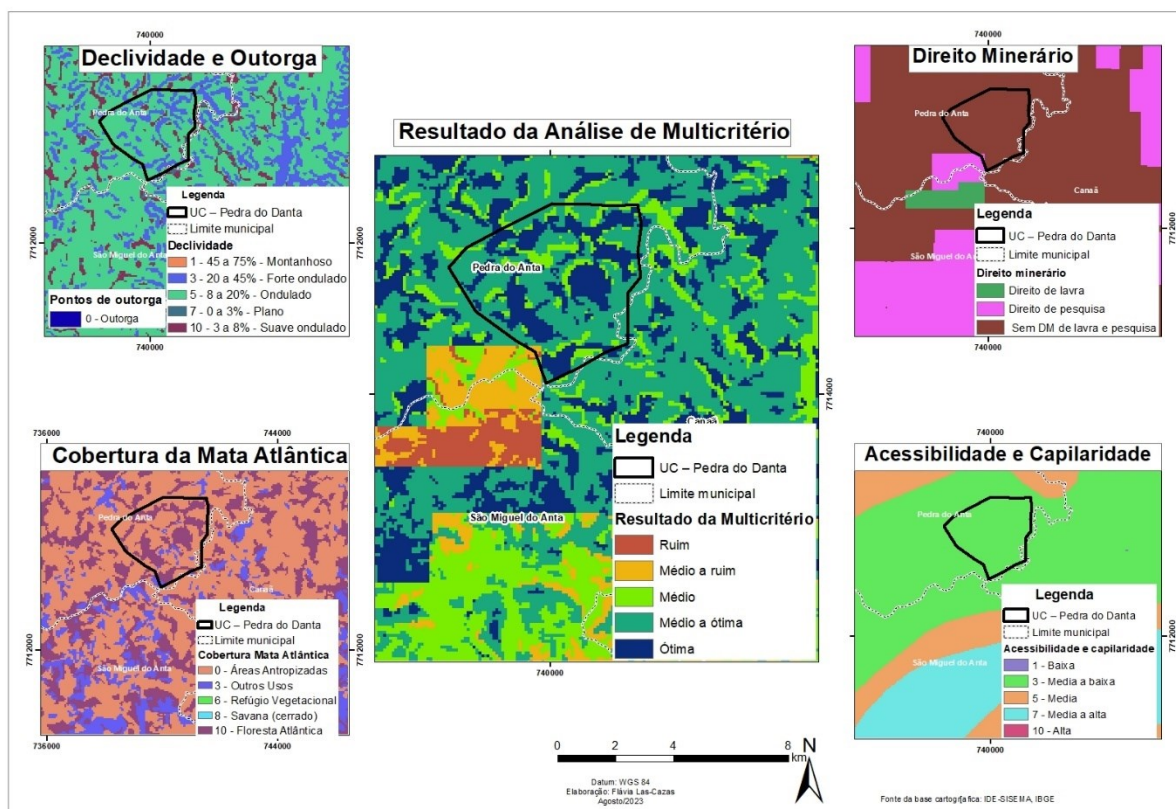
Figura 89: Proposta Criação de UC da Cachoeira do Ribeirão Moreira



Fonte: Comparação de polígonos de propostas, mapas de multicritérios e mapas temáticos.

A quinta proposta, a “UC – Pedra do Danta”, está localizada no limite do município de Pedra do Anta com Canaã, sua classificação na Análise de Multicritério foi considerada sua localização acima de médio, chegando à ótima. Os fatores que propiciaram essa classificação foi o relevo da área ser ondulado em maior parte da proposta e de não ter direito mineralógico de pesquisa e nem de lavra, apesar da área ter uma acessibilidade de média a baixa e de ter muitos fragmentos antropizados, tais fatores não pesaram para que a área fosse considerada ruim e sim médio. A figura 90 apresenta os resultados.

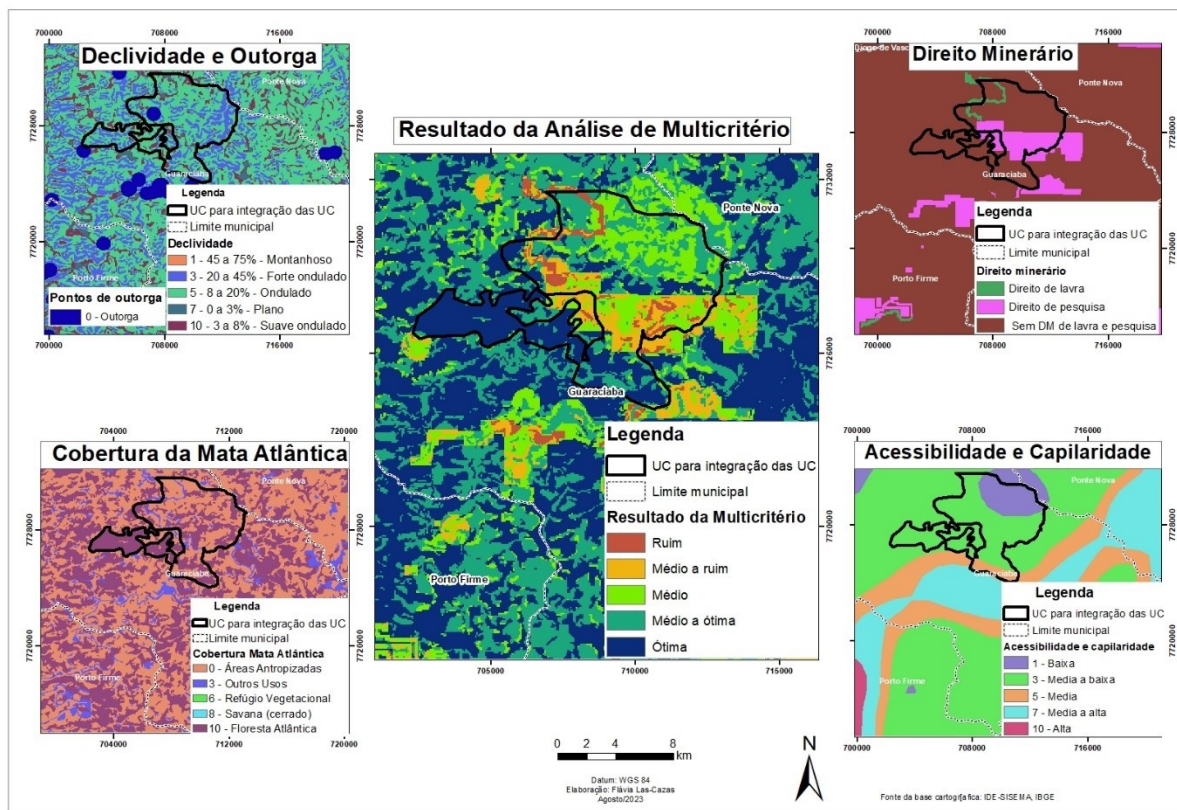
Figura 90: Proposta UC – Pedra do Danta



Fonte: Comparação de polígonos de propostas, mapas de multicritérios e mapas temáticos.

A última proposta, a “Criação de UC para integração das UC”, está localizada no município de Guaraciaba, teve uma classificação considerada em sua maior parte como ótima, principalmente a parte de baixo da proposta, já a parte de cima foi considerada de média a média a ótima e uma faixa da proposta considera ruim a médio a ruim. Trata-se de uma área com relevo forte ondulado a ondulado, com algumas áreas consideradas como suave ondulado, mas com muitos fragmentos antropizados (porção norte). A parte da proposta considerada como ruim se deve ao fato de ser uma área com direito minerário de pesquisa, dificultando a proposta de ser implantada. Na figura 91, é possível observar esses resultados.

Figura 91: Proposta Criação de UC para integração das UC



Fonte: Comparação de polígonos de propostas, mapas de multicritérios e mapas temáticos.

Com esses resultados da Análise de Multicritério, é possível determinar uma priorização para a implantação de novas Unidades de Conservação de Proteção Integral para o contexto econômico. Na tabela 16, é apresentada a escala de priorização segundo resultados da Análise de Multicritério, e, na figura 92, são apresentados os resultados dentro da sub-bacia do Rio Piranga.

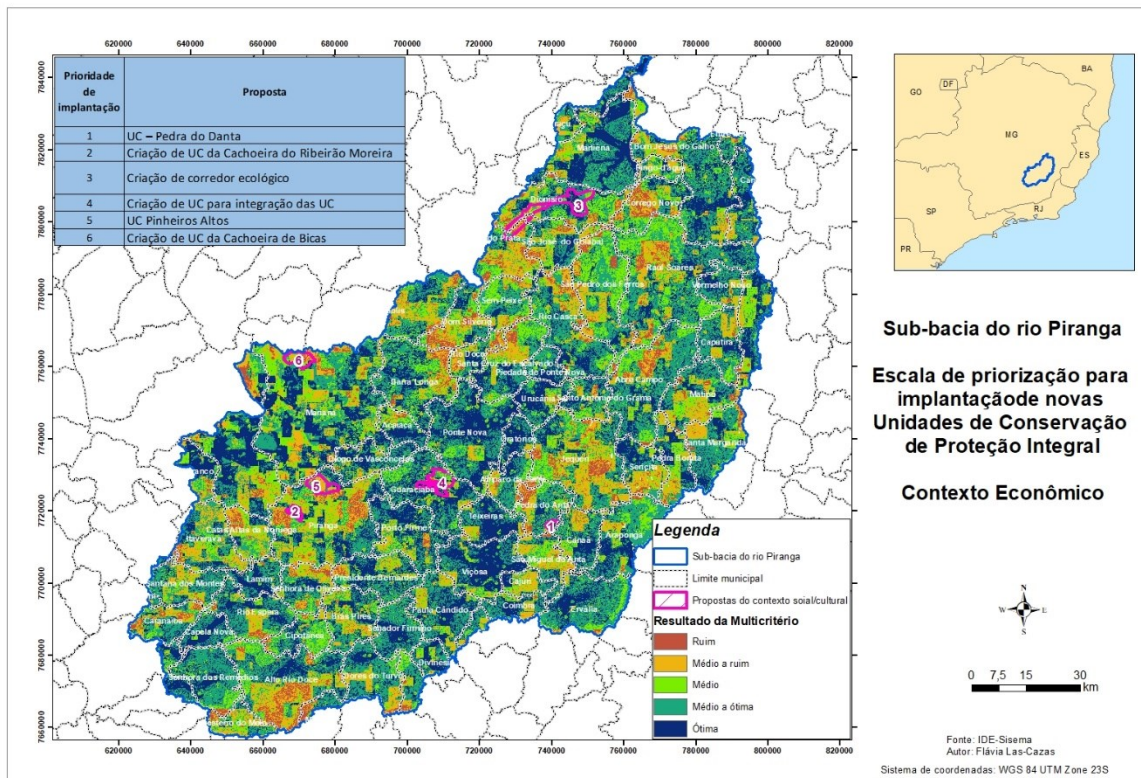
Tabela 16: Escala de priorização para implantação de UCPI, contexto econômico

Prioridade de implantação	Proposta
1	UC – Pedra do Danta
2	Criação de UC da Cachoeira do Ribeirão Moreira
3	Criação de corredor ecológico
4	Criação de UC para integração das UC
5	UC Pinheiros Altos

6	Criação de UC da Cachoeira de Bicas
---	-------------------------------------

Fonte: Elaboração da autora.

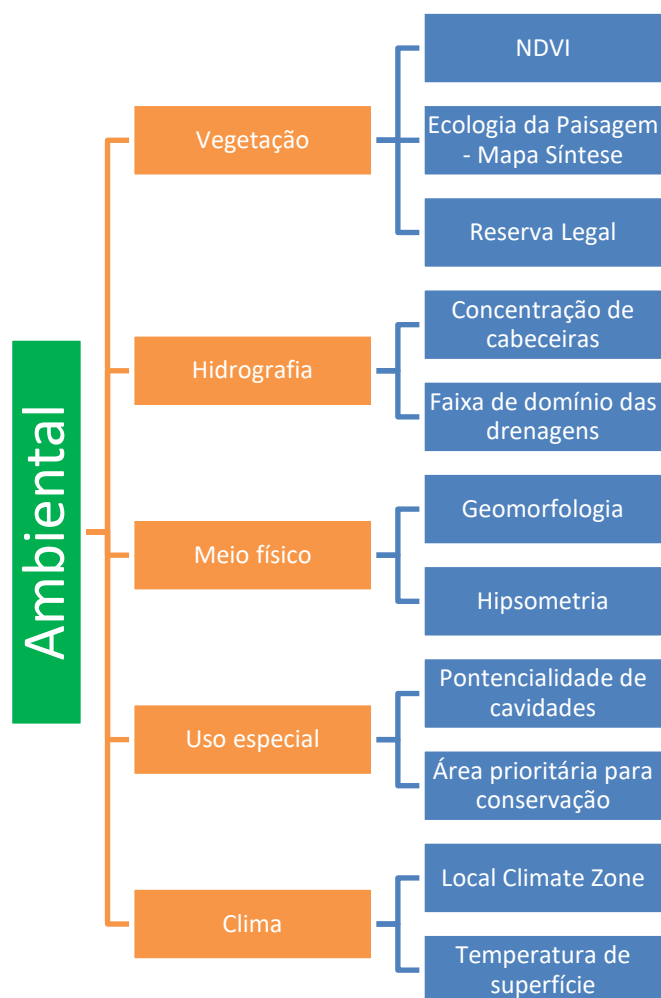
Figura 92: Escala de priorização para implantação de novas UCPI, contexto econômico



Fonte: Flávia Brito.

7.3 – Contexto Ambiental

Para a Análise de Multicritérios (MTC) do contexto Ambiental, foi feito um cruzamento de variáveis para a Análise de Multicritério conhecida como *Árvore de Decisões*. Foram utilizados onze mapas com características ambientais, que foram utilizados agrupamentos em cinco grupos, para posteriormente fazer a definição dos pesos de cada grupo, para finalmente chegar ao resultado para o contexto Ambiental, conforme figura 93.

Figura 93: Árvore de decisão utilizada para o contexto ambiental

Fonte: Flávia Brito.

Para o grupo Vegetação, foram utilizados os mapas de NDVI, Ecologia da paisagem – Mapa Síntese e os limites de Reserva Legal. O peso atribuído para cada item foi: 40% para a NDVI e 30% para os demais, a tabela 17 mostra a distribuição dos pesos e notas.

Tabela 17: Pesos e notas atribuídos para o grupo Vegetação

Contexto	Peso	Legenda	Notas
NDVI	40%	-0,39 a 0,14	1
		0,14 a 0,20	3
		0,20 a 0,26	5
		0,26 a 0,32	7
		0,32 a 0,80	10
Síntese - Ecologia da Paisagem	30%	Ruim	1
		Médio a ruim	3
		Médio	5
		Médio a bom	7

		Bom	10
Reserva Legal	30%	Não tem Reserva legal	1
		Tem Reserva Legal	10

Fonte: Elaboração da autora.

Já para o grupo Hidrografia, os mapas usados foram o de concentração de cabeceiras e o de hidrografia, este último foi convertido em polígono com um buffer de 30 metros para se obter o mínimo de uma faixa de domínio das drenagens. Devido a importância da rede hidrográfica na sub-bacia, o peso atribuído foi de 50% para cada um dos itens utilizados, conforme tabela 18.

Tabela 18: Pesos e notas atribuídos para o grupo Hidrografia

Contexto	Peso	Legenda	Notas
Concentração de cabeceiras	50%	Baixa concentração	1
		Médio a baixa concentração	3
		Média concentração	5
		Média a alta concentração	7
		Alta concentração	10
Hidrografia	50%	Não tem hidrografia	1
		Tem hidrografia	10

Fonte: Elaboração da autora.

No grupo de Meio Físico, optou-se por usar os mapas de geomorfologia e hipsometria, em que também foi atribuído 50% de peso para cada um dos dois, conforme tabela 19.

Tabela 19: Pesos e notas atribuídos para o grupo Meio Físico

Contexto	Peso	Legenda	Notas
Geomorfologia	50%	Depressão do Rio Doce	1
		Planícies Fluviais e/ou Fluviolacustres	3
		Planalto Centro-Sul Mineiro e Depressão Belo Horizonte	5
		Serras do Espinhaço/Tabatinga/Quadrilátero Ferrífero	7
		Escarpas e Reversos da Serra da Mantiqueira	10
Hipsometria	50%	Altitude de 209 a 489	1
		Altitude de 489 a 689	3
		Altitude de 689 a 851	5
		Altitude de 851 a 1.140	7
		Altitude de 1.140 a 1.964	10

Fonte: Elaboração da autora.

O peso para o uso especial também foi de 50% nos dois mapas escolhidos: o mapa de áreas potenciais para ocorrência de cavidades e as áreas prioritárias para conservação, conforme tabela 20.

Tabela 20: Pesos e notas atribuídos para o grupo Uso Especial

Contexto	Peso	Legenda	Notas
Potencialidade de ocorrência de cavidades	50%	Ocorrência improvável	1
		Baixo	3
		Médio	5
		Alto	7
		Muito alto	10
Áreas prioritárias para conservação	50%	Alta	2,5
		Especial	2,5
		Extrema	2,5
		Muito Alto	2,5

Fonte: Elaboração da autora.

Para o Clima, foram utilizados os mapas do *Local Climate Zone* e o de temperatura de superfície, também com peso dividido igualmente entre os dois mapas, conforme tabela 21.

Tabela 21: Pesos e notas atribuídos para o grupo Clima

Contexto	Peso	Legenda	Notas
Temperatura de superfície	50%	17,6 a 23,07°C	10
		23,07 a 24,94°C	7
		24,94 a 26,56°C	5
		26,56 a 28,25°C	3
		28,25 a 33,01°C	1
<i>Local Climate Zones</i>	50%	Uso consolidado	1
		Água	5
		Vegetação esparsa, arbustiva ou rasteira	7
		Floresta Densa	10

Fonte: Elaboração da autora.

Após a Análise de Multicritério de cada grupo, foi executado a MTC dos resultados das cinco análises, gerando um mapa único, denominado Contexto Ambiental, para determinar a priorização de implantação das UCPI. Os pesos dessa Análise foram redistribuídos proporcionalmente, sendo 20% para cada grupo, conforme tabela 22.

Tabela 22: Pesos atribuídos para o contexto Ambiental

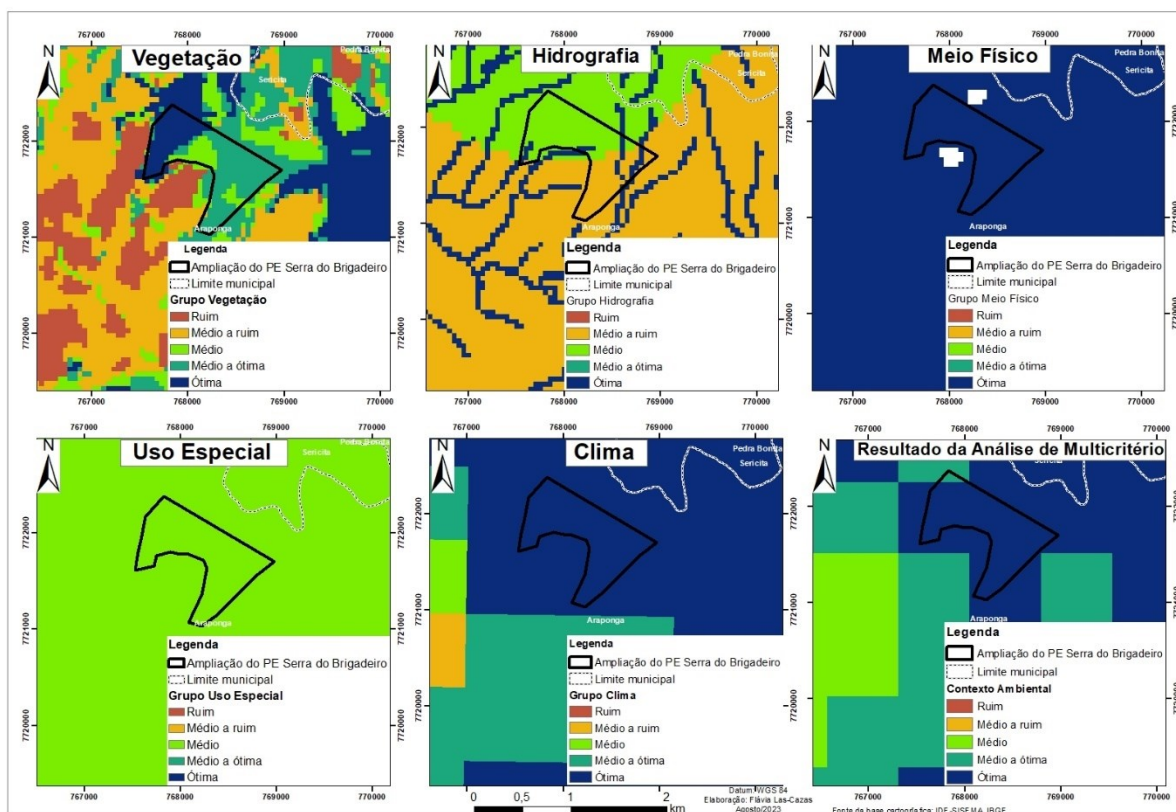
Contexto Ambiental	
Grupo	Peso
Vegetação	20%
Hidrografia	20%
Meio Físico	20%
Uso Especial	20%
Clima	20%

Fonte: Elaboração da autora.

Após a Análise de Multicritérios dos diversos mapas utilizados no *workshop*, é possível analisar cada proposta aprovada. Para o contexto Ambiental, foram 8 novas Unidades de Conservação de Proteção Integral, o qual será descrito cada uma delas abaixo.

A primeira nova UCPI aprovada foi a “Ampliação do Parque Estadual Serra do Brigadeiro”, no município de Araponga. No grupo Vegetação, a localização da proposta foi considerada como médio a médio a ótima em mais de 65% da área, mais de 30% como ótima e o restante como ruim a médio a ruim. Já no grupo hidrografia, a proposta foi considerada como média e médio a ruim. Para o grupo Meio Físico e Clima, a proposta foi considerada como ótima. E para o grupo Uso Especial foi apontada como média a localização dessa proposta para uma Unidade de Conservação. O resultado obtido da Análise de Multicritério foi que a proposta está em uma localização ótima. Na figura 94, é possível ser os resultados.

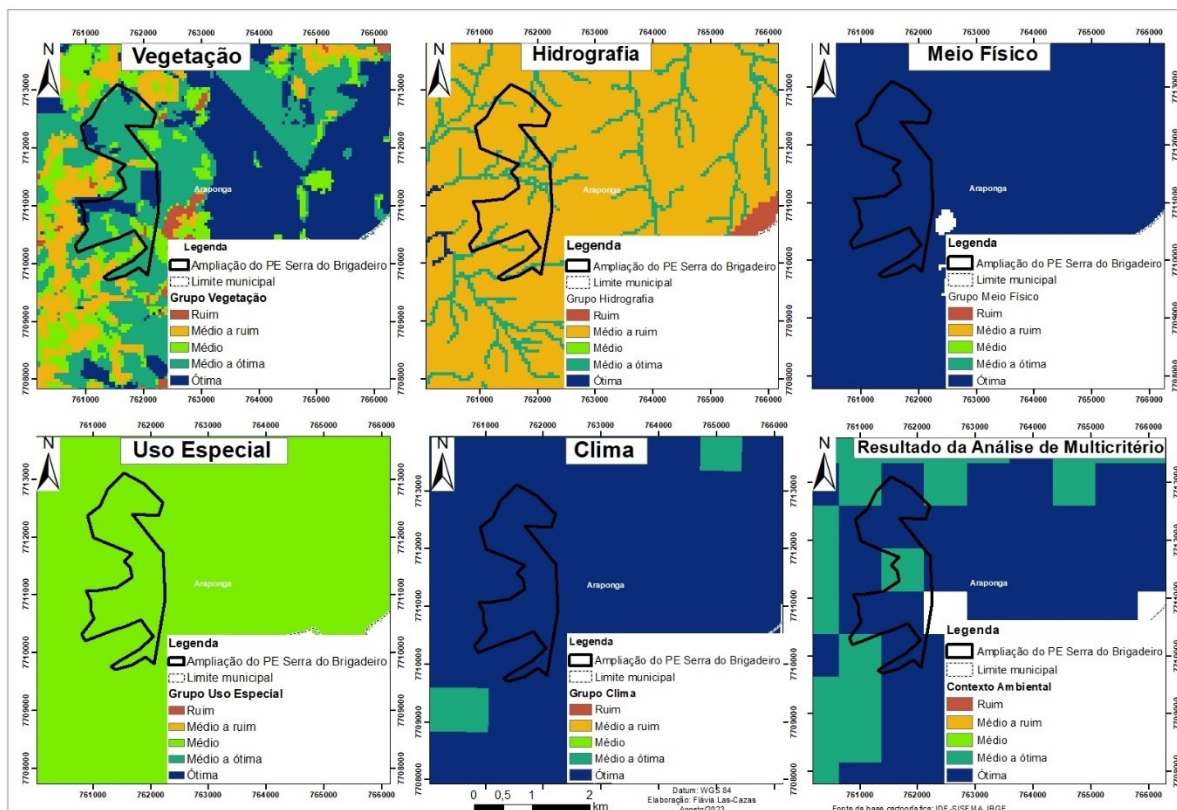
Figura 94: Proposta Ampliação do Parque Estadual Serra do Brigadeiro



Fonte: Comparação de polígonos de propostas, mapas de multicritérios e mapas temáticos.

A segunda proposta aprovada foi uma UCPI de mesmo nome da primeira, a “Ampliação do Parque Estadual Serra do Brigadeiro”, também no município de Araponga. No grupo Vegetação, a localização da UCPI pode ser considerada como médio a ótima em maior parte da proposta, agora em relação à hidrografia, ela foi considerada como médio a ruim. Já para os grupos meio físico e clima, ela foi classificada como ótima, principalmente por ser uma região com grandes escarpas, que contribuiriam para que a proposta estivesse em uma região propícia para uma Unidade de Conservação. Para o grupo uso especial, ficou como médio, devido à região contar como baixo o potencial para cavidades. Diante disso, a proposta final como ótima em sua maioria e uma pequena porção como média a ótimo. Na figura 95, é possível observar os resultados dos grupos e do contexto ambiental para essa proposta.

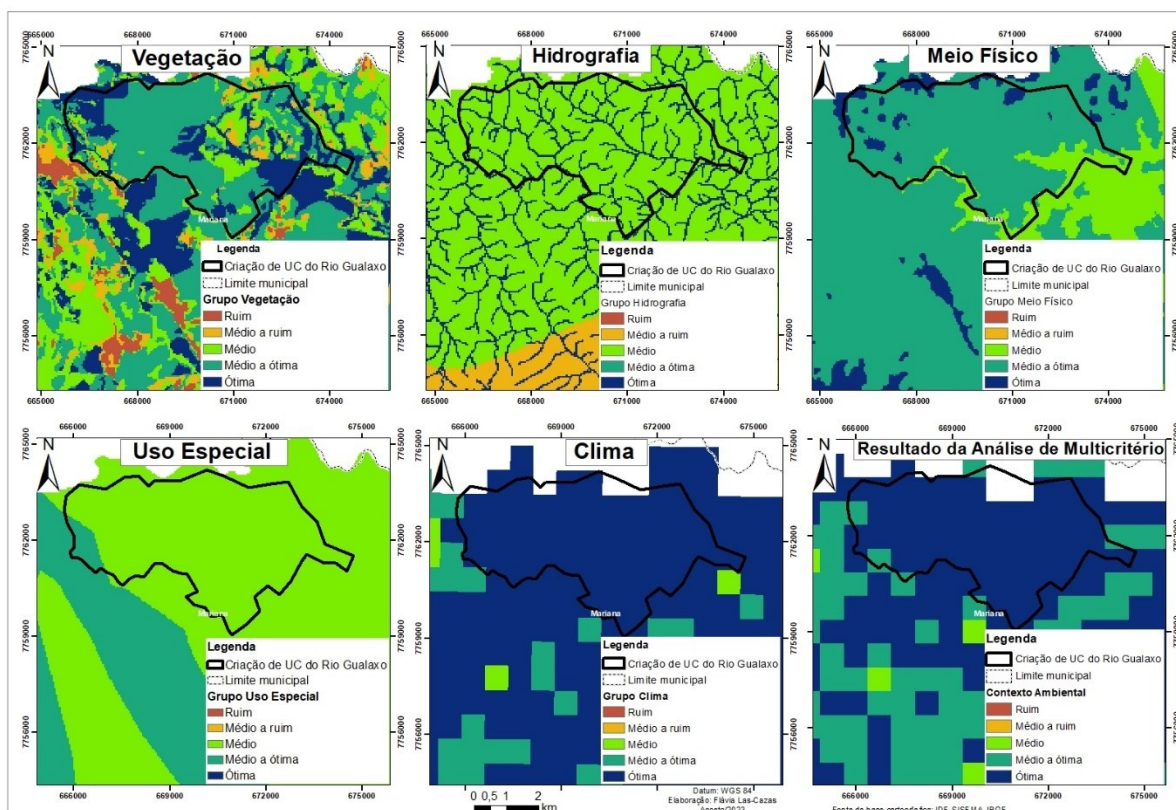
Figura 95: Proposta Ampliação do Parque Estadual Serra do Brigadeiro



Fonte: Comparação de polígonos de propostas, mapas de multicritérios e mapas temáticos.

A terceira proposta é a “Criação de UC do Rio Gualaxo”, que está localizada no município de Mariana. A maior parte da proposta foi considerada como médio a ótimo, chegando à ótima. No grupo de hidrografia e de uso especial, a proposta foi considerada como médio, provavelmente devido ao baixo potencial de cavidades na área escolhida. Já para o meio físico, a proposta foi classificada em sua grande parte como médio a ótimo, por ser uma região localizada dentro do quadrilátero ferrífero. Diante disso, a Análise de Multicritério para essa proposta ficou classificada como ótima. É possível observar o resultado na figura 96 abaixo.

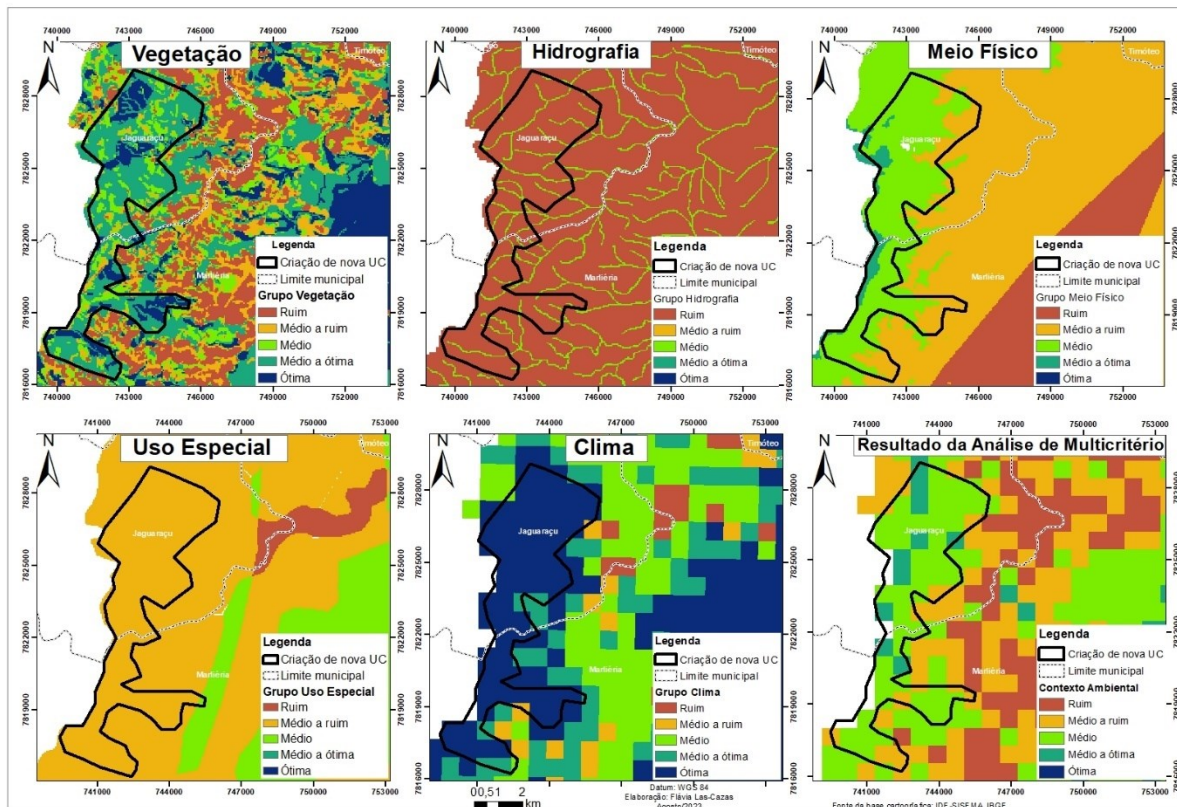
Figura 96: Proposta Criação de UC do Rio Gualaxo



Fonte: Comparação de polígonos de propostas, mapas de multicritérios e mapas temáticos.

A quarta proposta recebeu o nome de “Criação de nova UC” e está localizada entre os municípios de Jaguarauçu e Mariana. No grupo Vegetação, a proposta ficou classificada de médio até ótima a sua localização. Já em relação à hidrografia, ela foi considerada como ruim a baixa densidade de concentração de cabeceiras, pois as nascentes ficaram fora do limite da sub-bacia. Para o meio físico, foi considerada como médio e, para o uso especial, como médio a ruim, este último devido à baixa potencialidade de encontrar cavidades na área. Em relação ao clima, foi considerada como ótima. O resultado da Multicritério ficou como médio a médio a ótima a proposta de uma nova UCPI. Na figura 97, é possível visualizar os resultados.

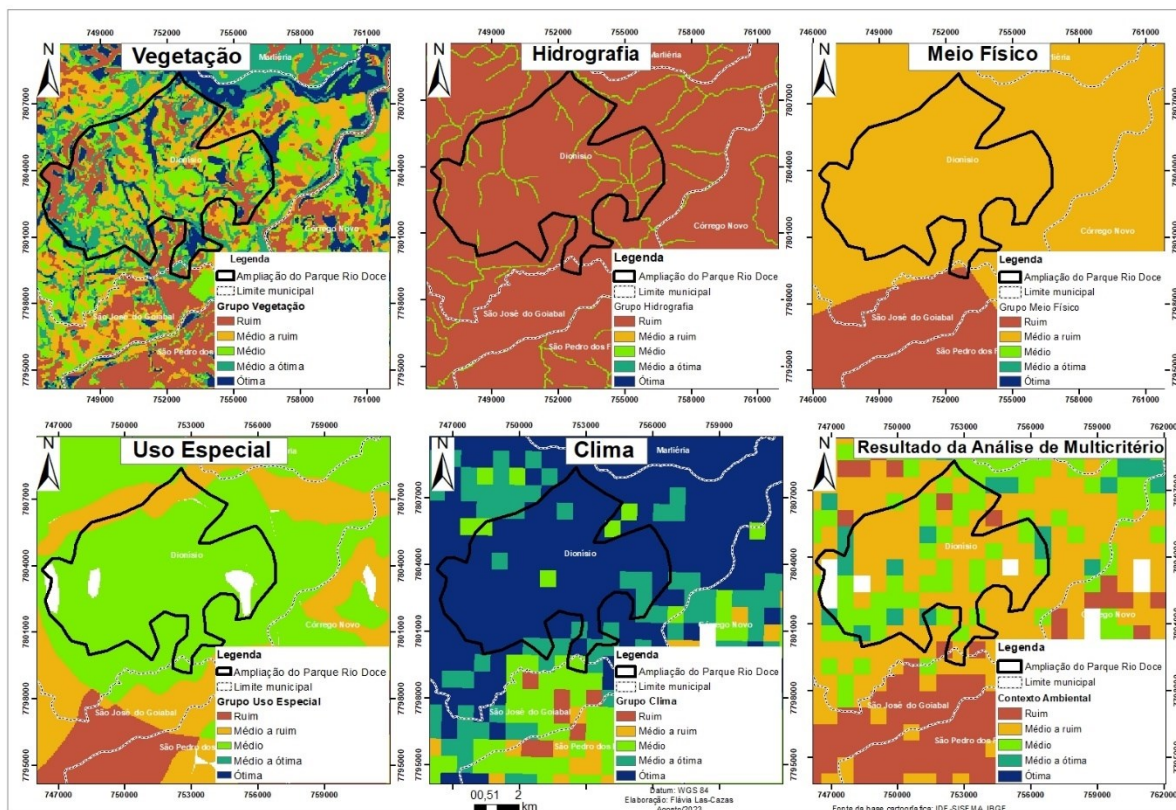
Figura 97: Proposta Criação de nova UC



Fonte: Comparação de polígonos de propostas, mapas de multicritérios e mapas temáticos.

A quinta proposta denominada de “Ampliação do Parque Rio Doce”, está localizada no município de Dionísio, com uma pequena porção em São Jose do Goiabal. A Multicritério para o grupo Vegetação ficou bem dividida, recebendo todos os pesos atribuídos, o que pode explicar esse fenômeno é o NDVI que ficou bem repartido na região. O grupo Hidrografia ficou com classificação ruim, devido à baixa concentração de cabeceiras na região, apesar de ser uma região que recebe as drenagens do rio Piranga. Para o grupo Meio Físico, o resultado obtido foi de médio a ruim, por ser uma região com baixas altitudes e de planícies. No grupo Uso Especial, a classificação ficou como médio e o clima como ótimo. O resultado da junção dos grupos pela Análise de Multicritérios resultou em uma proposta considerada como médio a ruim em sua maioria, com algumas áreas médio, chegando, em alguns fragmentos, a médio a ótimo. Na figura 98, os resultados obtidos.

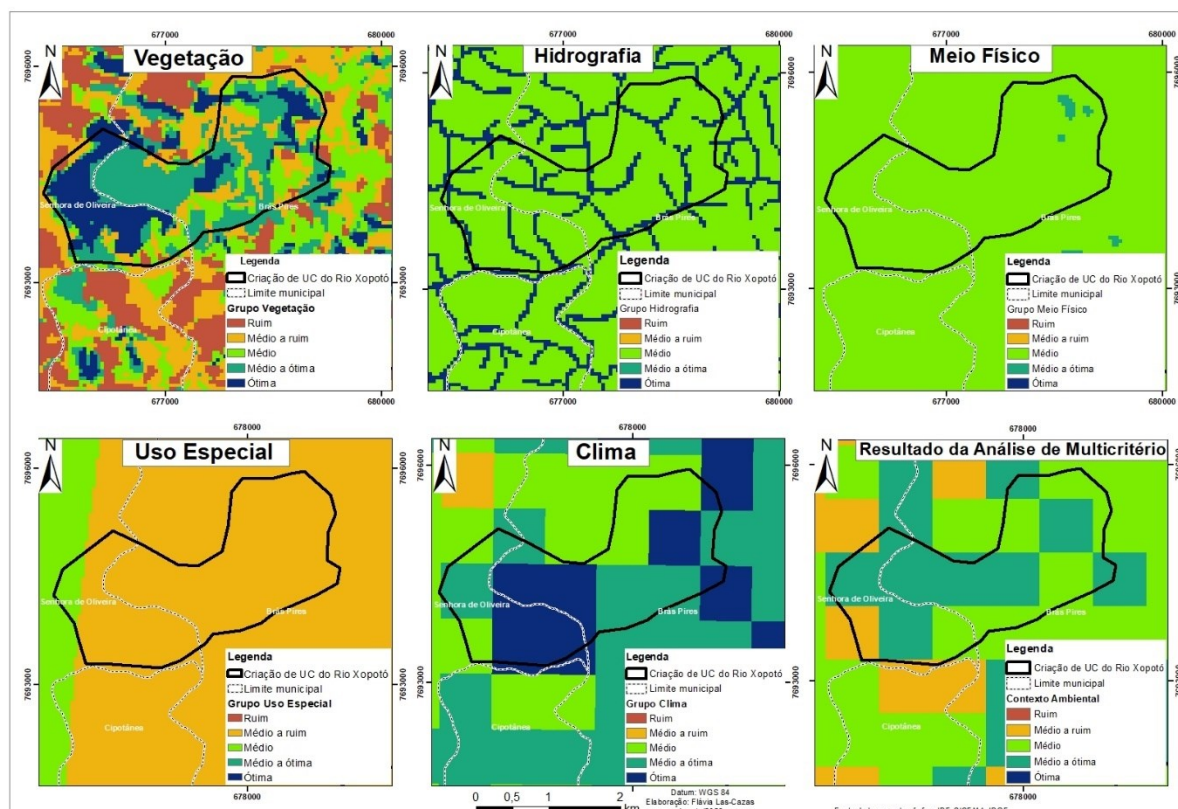
Figura 98: Proposta Ampliação do Parque Rio Doce



Fonte: Comparação de polígonos de propostas, mapas de multicritérios e mapas temáticos.

A sexta proposta recebeu o nome de “Criação de UC do Rio Xopotó” e está localizada nos municípios de Brás Pires e Senhora de Oliveira. No grupo Vegetação, pode-se considerar que a proposta ficou como médio a ótima, com alguns fragmentos considerados de médio a ruim. Já para os grupos Hidrografia e Meio Físico, a classificação ficou como médio e, para o Uso Especial, a proposta foi considerada como médio a ruim. Em relação ao clima, a proposta foi classificada como ótima a média a ótima, com alguns fragmentos considerados como médio. O resultado da Análise de Multicritério foi considerado como médio a médio a ótima, conforme pode ser observado na figura 99.

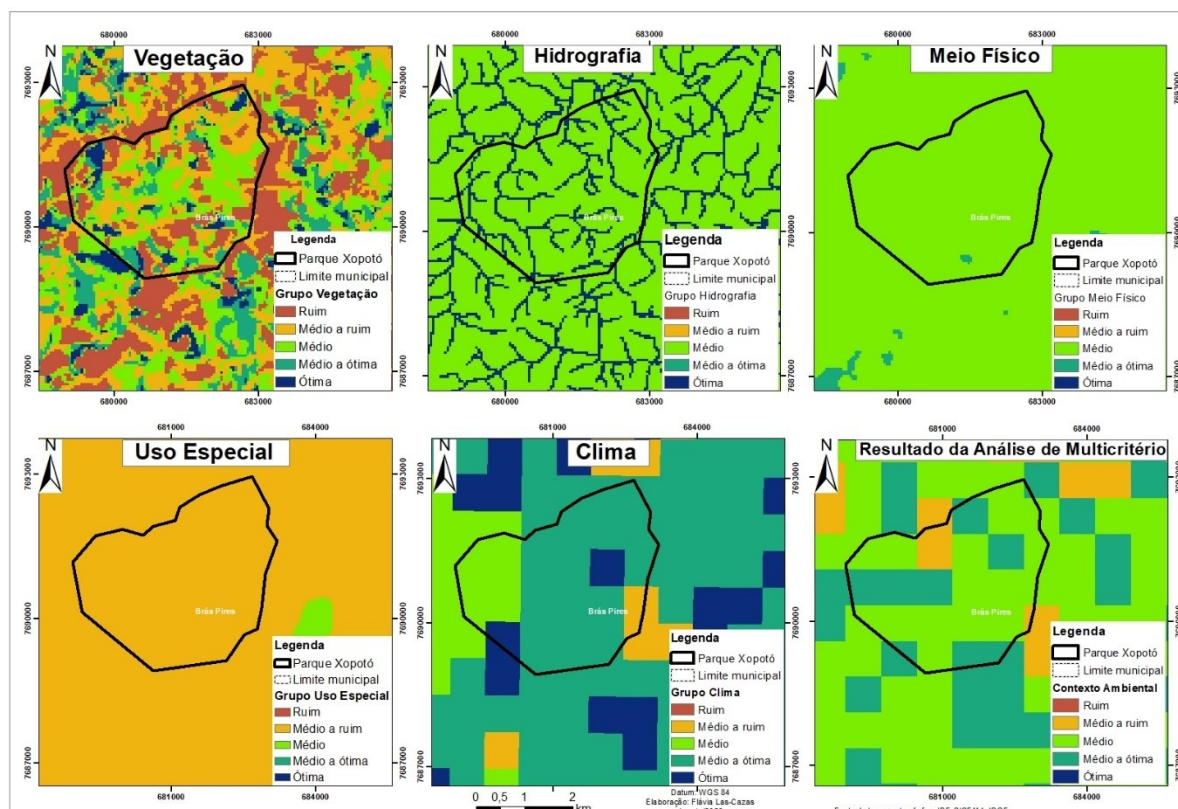
Figura 99: Proposta Criação de UC do Rio Xopotó



Fonte: Comparação de polígonos de propostas, mapas de multicritérios e mapas temáticos.

A sétima proposta de criação de Unidade de Conservação de Proteção Integral recebeu o nome de “Parque Xopotó” e está localizada no município de Brás Pires. Para o grupo Vegetação, a classificação de multicritérios ficou como médio a ruim, chegando até a ruim. Já para a Hidrografia e Meio Físico, ficou como médio, por ser uma região com altitudes médio de 600 metros e o seu relevo ser classificado como “Planalto Centro-Sul Mineiro e Depressão de Belo Horizonte”. Em relação ao grupo Uso Especial, o resultado obtido foi o de médio a ruim, apesar de ser um local considerado como de muito alta para priorizar uma área de conservação, a potencialidade de ocorrência de cavidades é baixa, o que levou a esse resultado. Para o grupo Clima, o resultado variou de médio, médio a ótimo e ótimo, apenas com uma pequena parte sendo considerado como médio a ruim. Diante desses dados, o resultado da Análise de Multicritérios ficou como médio em sua maioria, com alguns fragmentos médio a ótimo e uma pequena área como médio a ruim, conforme figura 100.

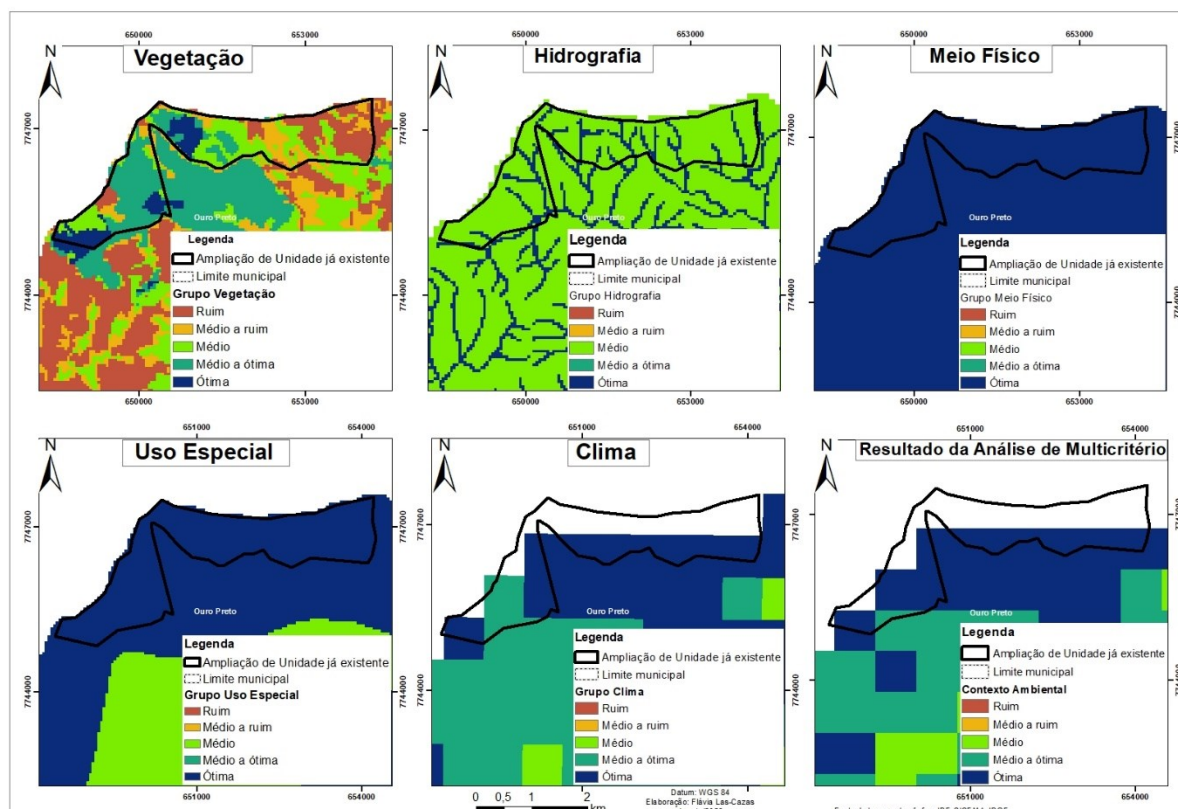
Figura 100: Proposta Parque Xopotó



Fonte: Comparação de polígonos de propostas, mapas de multicritérios e mapas temáticos.

A última proposta recebeu o nome de “Ampliação de Unidade já existente” e está localizada na cidade de Ouro Preto. A parte mais a oeste do grupo Vegetação foi considerada como ótima a médio a ótima em sua maioria, já a parte leste ficou como ruim a médio a ruim. Para a Hidrografia, a proposta ficou como médio. Já nos grupos Meio Físico e Uso Especial, ficou classificada como ótima. No grupo Clima, ficou uma boa parte sem dados, mas a parte classificada ficou como ótima e médio a ótima. O resultado da Análise de Multicritério ficou uma parte em branco, devido à falta de informação de Clima, mas ficou considerada como ótima a proposta de uma nova UCPI. Na figura 101, é possível visualizar esses resultados.

Figura 101: Proposta Ampliação de Unidade já existente



Fonte: Comparação de polígonos de propostas, mapas de multicritérios e mapas temáticos.

Com a Análise de Multicritério, é possível determinar uma priorização para a implantação de novas Unidades de Conservação de Proteção Integral para o contexto Ambiental, baseado nos melhores resultados da Análise de Multicritério. Na tabela 23, é apresentada a escala de priorização baseado nos resultados da Análise de Multicritério, e a figura 102 apresenta a espacialização desses resultados dentro da sub-bacia do Rio Piranga.

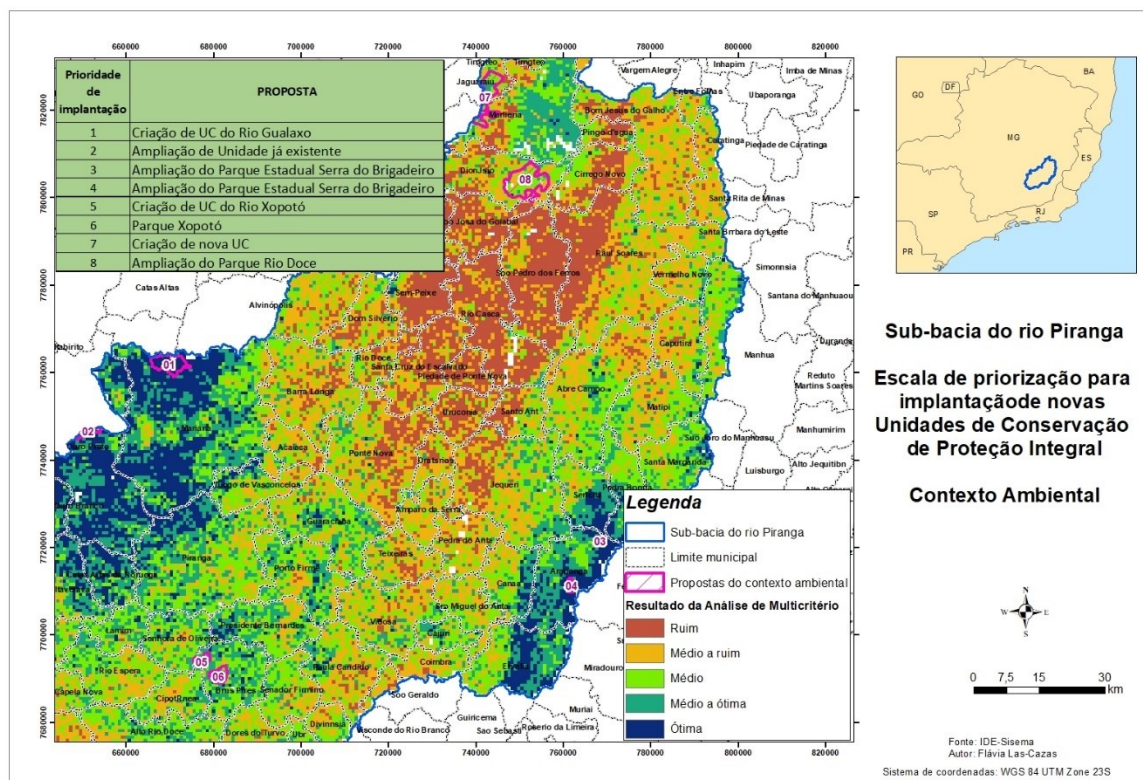
Tabela 23: Tabela 23: Escala de priorização para implantação de UCPI, contexto ambiental

Prioridade de implantação	PROPOSTA
1	Criação de UC do Rio Gualaxo
2	Ampliação de Unidade já existente
3	Ampliação do Parque Estadual Serra do Brigadeiro
4	Ampliação do Parque Estadual Serra do Brigadeiro
5	Criação de UC do Rio Xopotó
6	Parque Xopotó
7	Criação de nova UC

8 | Ampliação do Parque Rio Doce

Fonte: Elaboração da autora.

Figura 102: Escala de priorização para implantação de novas UCPI – Contexto Ambiental



Fonte: Flávia Brito.

7.4 – Análise de Multicritérios dos contextos unificados

Após as análises individualizadas das propostas de criação de novas Unidades de Conservação de Proteção Integral, é possível realizar um estudo para priorizar a implantação das propostas aprovadas no *Workshop*.

Para isso, utilizou-se o *raster* gerado para cada contexto, usando as técnicas de Análise de Multicritério, para fazer um novo *raster calculator*, por meio da fórmula:

$$(\text{contexto ambiental} * 0.4) + (\text{contexto social} * 0.3) + (\text{contexto econômico} * 0.3)$$

Ao contexto Ambiental foi atribuído um peso de 40%, pois, para Unidade de Conservação, a parte ambiental tem uma contribuição maior para a preservação e para conservação dos ambientes naturais e para os demais contextos um peso de 30%.

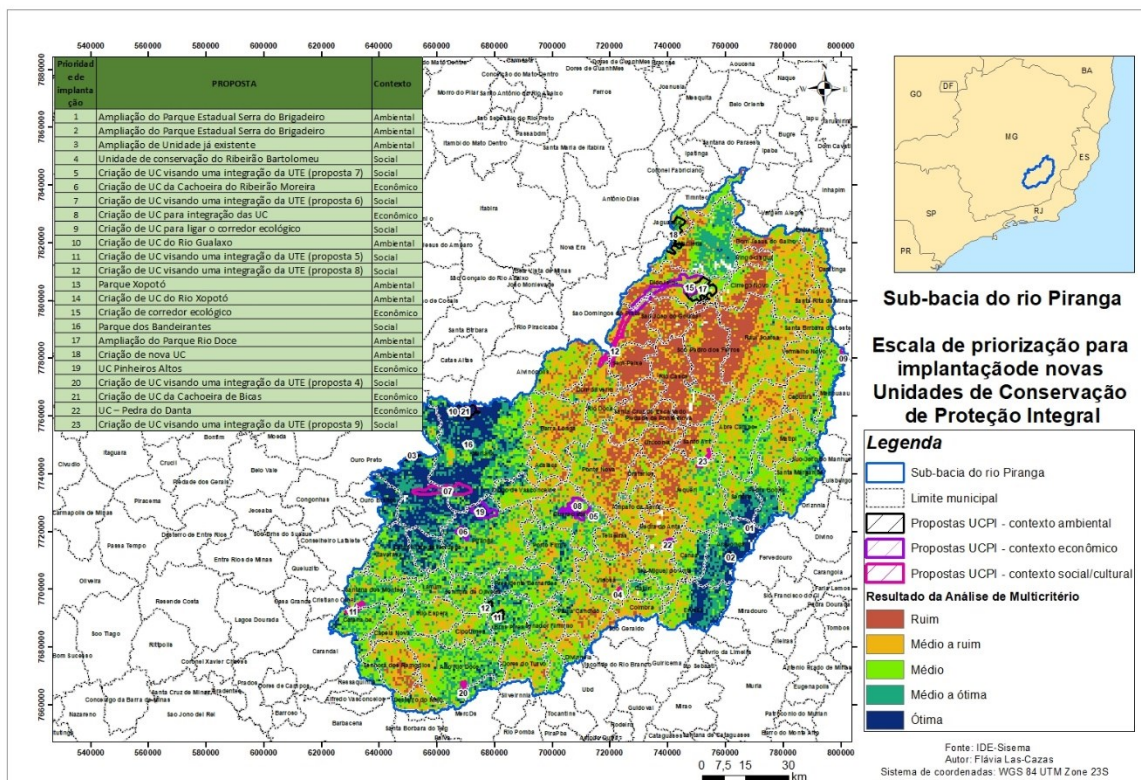
Após essa análise, foi possível determinar a priorização de implantação das novas UCPI, conforme tabela 24 e, no mapa 103, é possível ver sua espacialização.

Os três primeiros resultados foram o de ampliação das Unidades já existentes, principalmente pelo fator de estarem nas bordas de Parque que já possuem um melhor grau de preservação, sobrepondo as escolhas de criar novas Unidades.

Tabela 24: Escala de priorização para implantação de UCPI de todas as propostas

Prioridade de implantação	PROPOSTA	Contexto
1	Ampliação do Parque Estadual Serra do Brigadeiro	Ambiental
2	Ampliação do Parque Estadual Serra do Brigadeiro	Ambiental
3	Ampliação de Unidade já existente	Ambiental
4	Unidade de conservação do Ribeirão Bartolomeu	Social
5	Criação de UC visando a uma integração da UTE (proposta 7)	Social
6	Criação de UC da Cachoeira do Ribeirão Moreira	Econômico
7	Criação de UC visando a uma integração da UTE (proposta 6)	Social
8	Criação de UC para integração das UC	Econômico
9	Criação de UC para ligar o corredor ecológico	Social
10	Criação de UC do Rio Gualaxo	Ambiental
11	Criação de UC visando a uma integração da UTE (proposta 5)	Social
12	Criação de UC visando a uma integração da UTE (proposta 8)	Social
13	Parque Xopotó	Ambiental
14	Criação de UC do Rio Xopotó	Ambiental
15	Criação de corredor ecológico	Econômico
16	Parque dos Bandeirantes	Social
17	Ampliação do Parque Rio Doce	Ambiental
18	Criação de nova UC	Ambiental
19	UC Pinheiros Altos	Econômico
20	Criação de UC visando a uma integração da UTE (proposta 4)	Social
21	Criação de UC da Cachoeira de Bicas	Econômico
22	UC – Pedra do Danta	Econômico
23	Criação de UC visando a uma integração da UTE (proposta 9)	Social

Figura 103: Escala de priorização para implantação de novas UCPI de todas as propostas



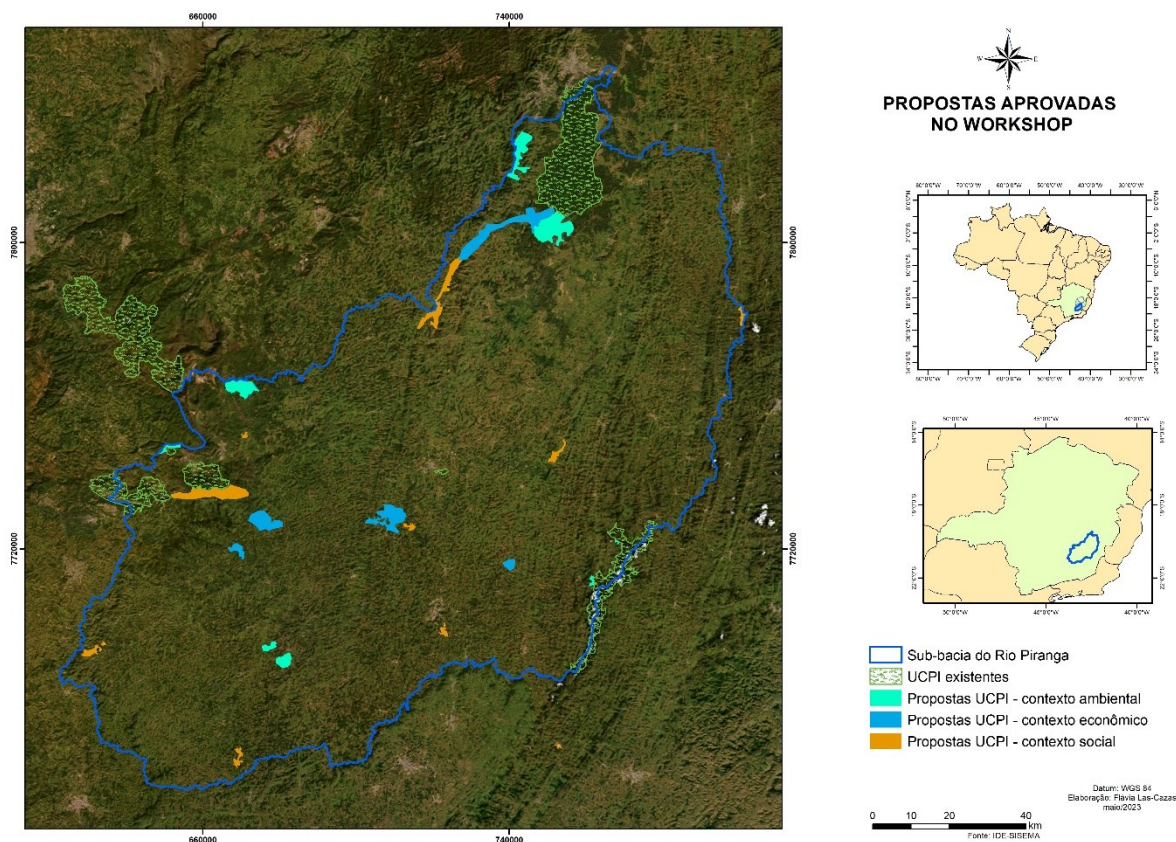
Fonte: Flávia Brito.

8. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

A criação de Unidades de Conservação de Proteção Integral é de fundamental importância para uma proteção mais efetiva da vegetação remanescente da Mata Atlântica. O Geodesign permite que o processo de planejamento se torne mais efetivo e transparente, pois a cocriação de ideias dá suporte à decisão sobre os melhores lugares e produz um projeto com critérios defensáveis, resultado da maximização do consenso, pois os participantes atuam como representantes da ciência e dos cidadãos. A soma de conhecimentos especialistas e de informações sobre a área de estudo favorecem que se construam propostas justificadas e embasadas, resultantes de criações compartilhadas.

A área de estudo está inserida na Mata Atlântica, bioma que cobre aproximadamente 15% do território brasileiro, sendo apenas 9% do que era no passado. No país, 70% da população vive nesse bioma, e 35% da biodiversidade de espécies vegetais do Brasil está nele. Diante de tamanha importância, é fundamental que esse bioma tenha proteção especial, o que justifica a meta de aumento de 60% da UCPI. São apenas 7 UCPI ao longo de toda a bacia, o que significa que, com as novas propostas, esse número aumentaria em 287%, com a implantação das 23 novas unidades. Foram aprovadas 8 UCPI no contexto Ambiental, 6 no contexto Econômico e 9 no contexto Social/Cultural. A proposta considera o tripé da sustentabilidade, apresentando ideias para atender os objetivos de abordagem ambiental, econômica e social (Figura 104).

Figura 104: Resultado do workshop – proposta de UCPI



Fonte: Elaboração da autora com dados do *GISColab*.

A análise do desenvolvimento da oficina permitiu observar o comprometimento dos participantes no processo, bem como avaliar o nível de dificuldade de negociação e maximização do consenso. Surpreendentemente, o *workshop* levou menos tempo do que o planejado, permitindo a proposição de etapas para se refinar propostas e ajustar decisões. Isso foi percebido pelo altíssimo índice de aprovação das propostas e pela grande diferença de votos positivos ou negativos quando a decisão era pela aprovação ou pela reprovação. Do conjunto de propostas, 78,6% foram aprovadas e 14,2% rejeitadas. A porcentagem de polígonos que foram submetidos à revisão e à discussão foi de apenas 7,14%, e, destes, apenas um foi ajustado e aceito na decisão final.

Diante do exposto, uma possível resposta à facilidade de negociação durante o *workshop* e de se chegar a um projeto final pode estar associada à segurança para emitir opiniões favorecidas pela qualidade das informações apresentadas como suporte para a decisão, bem como a possibilidade de preparar ajustes e revisões, esgotando os interesses da discussão. Como desdobramentos futuros para um novo *workshop*, será importante testar o processo com um número maior de moradores do local e comparar o dimensionamento obtido com uma análise

técnica para indicar áreas potenciais para a instalação de novas Unidades de Conservação de Proteção Integral.

Por meio da Análise de Multicritério aplicada a todas as propostas de Unidade de Conservação de Proteção Integral, foi possível notar que, no contexto Econômico, os participantes enfrentaram mais desafios na formulação de ideias, o que foi refletido nos resultados da análise, possivelmente pela dificuldade que os participantes tiveram em associar preservação com a economia. Nesse contexto, muitas propostas obtiveram pontuações que variavam de “ruim” a “médio ruim”. Por outro lado, no contexto Social, os resultados foram inversos, com a maioria das propostas classificadas como “ótimo” a “médio a ótimo”. No contexto Ambiental, metade das propostas foram avaliadas como “ótimo” a “médio a ótimo”, na maioria das áreas.

Para futuras edições do *workshop*, será importante realizar uma fase preliminar, um pré-*workshop*, para apresentar os mapas da coleção aos participantes e coletar suas sugestões, a fim de incorporar os mapas que eles considerem relevantes e valiosos, tornando, assim, o *workshop* mais rico, despertando maior interesse dos participantes.

9. REFERÊNCIAS

BASTIN, Jean-Francois et al. The global tree restoration potential. **Science**, v. 365, n. 6448, p. 76-79, 2019.

BENSUSAN, Nurit. **Conservação da biodiversidade: em áreas protegidas**. Rio de Janeiro: Ed. FGV, 2006. 176p.

BRAGA, R. M. O espaço geográfico: um esforço de definição. **GEOUSP Espaço e Tempo (Online)**, [S. l.], v. 11, n. 2, p. 65-72, 2007. DOI: 10.11606/issn.2179-0892.geousp.2007.74066. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/geousp/article/view/74066>. Acesso em: 1 jun. 2023.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.

BRASIL. **Lei 11.428, de 22 de dezembro de 2006**. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências., 2006.

BRASIL. **Decreto nº 6.660, de 21 de novembro de 2008**. Regulamenta dispositivos da Lei no 11.428, de 22 de dezembro de 2006, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica., 2008.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. **Política Nacional do Meio Ambiente**. Brasília.

BRASIL. Lei nº 9985, de 18 de julho de 2000. **Sistema Nacional de Unidades de Conservação**. Brasília, Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm>. Acesso em: 14 nov. 2019.

BORRINI-FEYERABEND, Grazia. et al. Governança de áreas protegidas – da compreensão à ação. **Série diretrizes para melhores práticas para áreas protegidas**, nº 20, Gland, Suíça: UICN. Disponível em: < <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/PAG-020-Pt.pdf>>. Acesso em: 16 jan. 2023.

CAMARGOS, Lourdes Manresa. **Geovisualização e seu potencial na inclusão da infraestrutura azul no planejamento territorial: estudos de caso em escalas regional e local no Quadrilátero Ferrífero/MG**. 2020. 164f. Dissertação (Mestrado em geografia) – Departamento de Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

CAMPANILI, Maura e SCHAFFER, Wigold Bertoldo. **Mata Atlântica: Manual de Adequação Ambiental**. Brasília: MMA/SBF, 2010.

CAVALCANTI, Iracema Fonseca de Albuquerque, et al. **Tempo e clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. p. 243-258.

CETEC, Centro Tecnológico de Minas Gerais. **Estudos integrados de recursos naturais:** bacia do alto São Francisco e parte central da área mineira da SUDENE. Belo Horizonte: Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Ensino Superior de Minas Gerais, 1983.

Disponível em:

<<http://www.bibliotecadigital.mg.gov.br/consulta/verDocumento.php?iCodigo=73762&c>>.

Acesso em 30 de junho de 2023.

CODEMGE. **Recursos minerais de Minas Gerais ON LINE:** síntese do conhecimento sobre as riquezas minerais, história geológica, e meio ambiente e mineração de Minas Gerais. Belo Horizonte: Companhia de Desenvolvimento de Minas Gerais, 2018. Disponível em:

<<http://recursomineralmg.codemge.com.br/meio-ambiente-e-mineracao/#>>. Acesso em 18 de maio de 2023.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente, 1997. **Resolução nº 237, de 19 de dezembro de 1997.** Ministério do Meio Ambiente. Disponível em:

<http://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=237>, acesso em 18 de maio de 2023.

_____. **Resolução nº 369 de 28 de março de 2006.** Ministério do Meio Ambiente.

Disponível em: <<https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/MMA/RE0369-280306.PDF>>, acesso em 18 de maio de 2023.

CROWTHER, T.W.; Glick, H.B.; Covey, K.R.; Bettigole, C.; Maynard, D.S.; Thomas, S.M.; Smith, J.R.; Hintler, G.; Duguid, M.C.; Amatulli, G.; et al. Mapping tree density at a global scale. *Nature*, 2015, 525, 201–205.

DANGERMOND, Jack. (2009). **GIS: Designing our future.** ArcNews, Summer.

DIAS, Adriano de Oliveira et al. Mariana, o maior desastre ambiental do Brasil: uma análise do conflito socioambiental. In: LADWIG, Nilzo Ivo; SCHWALM, Hugo (Org.)

Planejamento e gestão territorial: a sustentabilidade dos ecossistemas urbanos.

Criciúma, SC: EDIUNESC, 2018. Cap. 20. DOI: <http://dx.doi.org/10.18616/pgt20>.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos** (Rio de Janeiro, RJ). Súmula da 10. Reunião Técnica de Levantamento de Solos. Rio de Janeiro, 1979. 83p. (EMBRAPA-SNLCS. Micelânea, 1).

_____. **Solos tropicais.** Disponível em <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/solos-tropicais>>, acessado em 15/11/2022.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Novo Aurélio século XXI: o dicionário da língua portuguesa.** 3 Curitiba: Editora Positivo, 2004, 2120 p.

FORMAN, Richard T. T. **Land mosaics: The Ecology of Landscapes and Region.** New York: Cambridge Press, 1995. 632p.

FONSECA, Bráulio Magalhães. **Conceitos e práticas de geodesign aplicados ao ordenamento territorial do município de São Gonçalo do Rio Abaixo.** 2015. 224 f. Tese

(Doutorado) - Curso de Pós-graduação do Departamento de Geografia, Pós-graduação do Departamento de Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.

FREITAS, Christian Rezende. **Tecnologias de geoinformação no planejamento territorial: novas formas de produção, compartilhamento e uso de dados espaciais**. 2020. 262 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2020.

IBGE – Instituto brasileiro de geografia e estatística. **Censo Brasileiro de 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

IDE-Sisema – Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Disponível em < <https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/webgis> >, acessado em 15/02/2023.

IEF – Instituto Estadual de Floresta. 2023. Disponível em: <<http://www.ief.mg.gov.br/unidades-de-conservacao/compensacao-ambiental>>, acessado em 22/05/2023

IENE. Ecological Compensation. 2003. Disponível em: <<https://handbookwildlifetraffic.info/ch-8-ecological-compensation/8-1-the-concept-of-ecological-compensation/>>. Acesso em: 22 maio 2023.

IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas. **Plano de ação de recursos hídricos da unidade de planejamento e gestão DOI1-PARH-Piranga**. 2010. Disponível em: <http://www.repositorioigam.meioambiente.mg.gov.br/jspui/handle/123456789/974>. Acesso em: 15 fevereiro 2023.

IBAMA. **Instrução normativa nº 2 de 05 de maio de 2014**. Ministério do Meio Ambiente – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/MMA/IN0002-050514.pdf>. Acesso em: 01 fev. 2023.

JANSEN, D.C; CAVALCANTI, L, F; LAMBLÉM, H, S. Mapa de potencialidade de ocorrência de cavernas no Brasil, na escala 1:2.500.000. **Revista Brasileira de Espeleologia**, Brasília, 2012, v.2, v.1, p. 42-57.

MACHADO, Marceley Ferreira Org. **Geodiversidade do estado de Minas Gerais**. CPRM. Belo Horizonte, p.136, 2010.

MINAS GERAIS. **Lei 20.922, de 16 de outubro de 2013**. Dispões sobre as políticas florestal e de proteção à biodiversidade no Estado. 2013. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=30375> >, acesso em: 25 fev. 2023.

_____. **Decreto 47.749 de 11 de novembro de 2019**. Dispões sobre os processos de autorização para intervenção ambiental e sobre a produção florestal no âmbito do Estado de Minas Gerais e dá outras providências. 2019. Disponível em: <<https://www.almg.gov.br/legislacao-mineira/texto/DEC/47749/2019/?cons=1> >, acesso em 25 fev. 2023.

MMA, Ministério do Meio Ambiente; CNUC, Cadastro Nacional de Unidades de Conservação - **Unidades de Conservação por Bioma**. 2022. Disponível em:<
<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiNDJiMTk4MGUtYmU0Ny00YzEwLWJmMzctNTZkM2JlMTBmOTIiIiwidCI6IjM5NTdhMzY3LTZkMzgtNGMxZi1hNGJhLTmzZThmM2M1NTBINyJ9&pageName=ReportSection0a112a2a9e0cf52a827>>. Acesso em: 25 fev. 2022.

MOURA, Ana Clara M. Reflexões metodológicas como subsídio para estudos ambientais baseados em Análise de Multicritérios. In: **Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Florianópolis - SC, Brasil, 2007, Inpe, p.2899-2906.

MOURA, A. C. M. 2019. O Geodesign como processo de cocriação de acordos coletivos para a paisagem territorial e urbana. In.: LADWIG, Nilzo. **Planejamento e Gestão territorial**. Editora Insular.

MOURA, Ana Clara Mourão; Freitas, Christian Rezende. Brazilian Geodesign Platform: WebGis & SDI & Geodesign as Co-creation and Geo-Collaboration. Lecture Notes in Computer Science. 1ed.: **Springer International Publishing**, 2020, v. 12252, p. 332-348.

MOURA, Ana C.M.; Freitas, Christian R. 2021. "Scalability in the Application of Geodesign in Brazil: Expanding the Use of the Brazilian Geodesign Platform to Metropolitan Regions in Transformative-Learning Planning". **Sustainability**, v. 13, no. 12: 6508.
<https://doi.org/10.3390/su13126508>

MOURA, Ana Clara M.; FREITAS, Christian R.; ROSA, Ashiley. O Geodesign como suporte aos valores contemporâneos em planejamento ambiental e urbano. In.: FRUEHAUF, Amanda Lombardo; ROSA, Ashiley Adelaide; MARUYAMA, Cíntia Miua; COELHO, Matheus Aguiar (Org.). **Geodesign no Brasil: abordagens para o planejamento ambiental urbano**. São Carlos: Pedro & João Editores, 2022. p.13-39.

MOURA, Ana Clara M.; FREITAS, Christian R.; ZYNGIER, Camila M.; CASAGRANDE, Pedro B.; SENA, Ítalo S.; MORAIS, Camila F.; CONTI, Alfio; FONSECA, Bráulio M.; CAMARGOS, Lourdes M. Quadrilátero Ferrífero: um caso emblemático para o Geodesign. In.: MOURA, Ana Clara M. (Org.). **Unidades de Paisagem e Geodesign no Quadrilátero Ferrífero**. São Carlos: Pedro & João Editores, 2022. p. 85-108.

MOURA, Ana Clara M. (Org.). **Unidades de Paisagem e Geodesign no Quadrilátero Ferrífero**. São Carlos: Pedro & João Editores, 2022. 610 p. DOI: 10.51795/9786526500675

REBOITA, Michelle Simões. et al. Aspectos climáticos do estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 17, ano 11, p. 206-226, jul/dez, 2015.

ROSS, Jurandy L. Sanches (Org.). **Geografia do Brasil**. São Paulo: Edusp, 2013. 549,

SANTOS, Rodrigo César de Vasconcelos dos. **Contribuição do setor mineral no produto interno bruto brasileiro**. Radar. Abr. 2021.

SPAWN, Seth A.; SULLIVAN, Clare C.; LARK, Tyler J.; GIBBS, Holly K. **Harmonized global maps of above and belowground biomass carbon density in the year 2010**. *Sci Data* 7, 112 (2020).

STEINITZ, Carl. **A framework for Geodesign: Changing Geography by Design**. Redlands: ESRI Press, 2012. 208 p.

STEINITZ, Carl. **Um Framework para o Geodesign: Alterando a Geografia através do Design**. Redlands: Esri Press, 2016. 224 p. Tradução de: Ana Clara Mourão Moura.

STEWART, I. D.; OKE, T. R. 2012. Local Climate Zones for Urban Temperature Studies. **Bulletin of the American Meteorological Society**, Boston, v. 93, n.12, pp.1879-1900.

WAN, Z. **Collection-6 MODIS Land Surface Temperature Products Users Guide**. Esri, Santa Bárbara: University of California, 2013.