



PROJETO DE RECUPERAÇÃO HIDROAMBIENTAL NA UTE PODEROSO VERMELHO

PRODUTO 2 DIAGNÓSTICO E MAPEAMENTO DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

CONTRATO DE GESTÃO IGAM Nº 003/IGAM/2012
ATO CONVOCATÓRIO Nº 005/2017
CONTRATO nº 007/2017
MAIO DE 2018

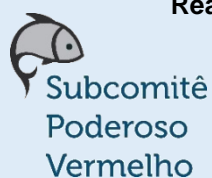
Execução



Apoio Técnico



Realização



PROJETO DE RECUPERAÇÃO HIDROAMBIENTAL NA UTE PODEROSO VERMELHO

PRODUTO 2 DIAGNÓSTICO E MAPEAMENTO DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

CONTRATO DE GESTÃO IGAM Nº 003/IGAM/2012
ATO CONVOCATÓRIO Nº 005/2017
CONTRATO nº 007/2017
MAIO DE 2018

Execução



Apoio Técnico



Realização



EQUIPE CHAVE

Rafael Alexandre Sá

Engenheiro Agrônomo – Coordenador Técnico

Larissa Rodrigues Rosa

Jornalista - Coordenadora de Mobilização Social

Marcos Esdras Leite

Geógrafo

Rodrigo Dhryell Santos

Engenheiro Ambiental

EQUIPE DE APOIO

Wellington Aristides Veloso Reis

Técnico em Química - Administração Geral

Thyara Thábatta Xavier Almeida

Engenheira Civil - Coordenadora de Projetos

Kamilla Nunes Froes

Engenheira Agrícola/Ambiental - Analista Ambiental e Mobilizadora Social

Vicktória Patrícia Pereira de Andrade


Engenheira Ambiental – Mobilizadora Socioambiental

Mônica Durães Braga

Bióloga – Consultora Externa

Maria Fernanda Niza Santos

Engenheira Ambiental e Sanitarista – Consultora Externa

PROJETO DE RECUPERAÇÃO HIDROAMBIENTAL NA UTE PODEROSO VERMELHO			
DIAGNÓSTICO E MAPEAMENTO DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO			
Revisão: 05		Finalidade: [3]	
Legenda Finalidade: [1] Para Informação [2] Para Comentário [3] Para Aprovação			
Elaborado por: Kamilla Nunes Froes, Vicktória Andrade, Rafael Alexandre Sá, Thyara Thábatta Xavier e Marcos Esdras.			
Supervisionado por: Rafael Alexandre Sá			
Aprovado por: Rafael Alexandre Sá			
Ass. Autor	Ass. Superv.	Ass. Aprovação	Data
			05/2018
		LOCALMAQ LTDA-EPP Rua Correia Machado, 988 - Centro. CEP: 39400-090. Montes Claros/MG. Telefone: (38) 4141-0944	

Execução



Apoio Técnico



Realização



DADOS GERAIS DA CONTRATAÇÃO

Contratante: Agência de Bacia Hidrográfica Peixe Vivo - Agência Peixe Vivo

Contratado: LOCALMAQ LTDA. EPP

Contrato: 07/2017

Assinatura do Contrato: 20 de junho de 2017

Assinatura da Ordem de Serviço (OS): 25 de agosto de 2017

Objeto: Contratação de empresa especializada para realização de Diagnóstico da Qualidade e Disponibilidade das Águas na UTE Poderoso Vermelho, com base nos dados do Plano Diretor de Recursos Hídricos (PDRH) Rio das Velhas (2015), devendo, ainda, implementar ações visando a fomentar a Agricultura Sustentável de Base Agroecológica no Distrito de Ravena, localizado no município de Sabará / Minas Gerais.

Prazo de Execução: 16 meses, a partir da data da emissão da Ordem de Serviço (OS).

Cronograma: Conforme Cronograma Físico Financeiro, apresentado no item 7 deste relatório.

Valor Global do Contrato: R\$ 235.086,72 (duzentos e trinta e cinco mil oitenta e seis reais e setenta e dois centavos).

Documentos de Referência:

- Ato Convocatório nº 005/2017
- Proposta Comercial da LOCALMAQ Ltda.

APRESENTAÇÃO

Os serviços e obras hidroambientais para recuperação e melhoria de bacias hidrográficas estão relacionados, de forma indissociável, à promoção da qualidade de vida e ao processo de proteção dos ambientes naturais, em especial, dos recursos hídricos.

Para tanto, neste projeto o Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas (CBH – Rio das Velhas) está investindo R\$ 235.086,72 (duzentos e trinta e cinco mil oitenta e seis reais e setenta e dois centavos), na melhoria hidroambiental na Unidade Territorial Estratégica (UTE) Poderoso Vermelho, mais especificamente no município de Sabará, Estado de Minas Gerais. Os recursos para execução deste projeto são provenientes da cobrança pelo uso da água na bacia do Rio das Velhas.

As ações do referido projeto são direcionadas para o distrito de Ravena, no município de Sabará - Minas Gerais. Segundo o Termo de Referência do Ato Convocatório nº 005/2017, uma das principais motivações do projeto é fomentar a expansão e melhoramento da agricultura agroecológica desenvolvida pelo Projeto Comunidade que Sustenta Agricultura (CSA) existente na sub-bacia do Córrego do Brumado ou Siqueiras, localizada no distrito Ravena. Para tanto, o principal meio para incentivar a ampliação da agricultura sustentável na região será a mobilização de agricultores e a realização de oficinas de educação ambiental relacionadas a este tema.

O presente documento trata-se do Diagnóstico e Mapeamento de Uso e Ocupação do Solo, Produto nº 02, do Projeto para Melhoria Hidroambiental na UTE Poderoso Vermelho. Este produto apresenta a compilação de dados da UTE Poderoso Vermelho e o diagnóstico e mapeamento da sub-bacia do Córrego do Brumado.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. CONTEXTUALIZAÇÃO	3
2.1. Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas	3
2.2. Agencia de Bacia Hidrográfica - Agência Peixe Vivo	6
2.3. A Unidade Territorial Estratégica Poderoso Vermelho	6
2.4. O projeto hidroambiental na UTE Poderoso Vermelho	7
3. OBJETIVO	11
3.1. Objetivo Geral.....	11
3.2. Objetivos Específicos:	11
4. JUSTIFICATIVA	12
5. CARACTERIZAÇÃO DA UTE PODEROSO VERMELHO	13
5.1. Informações Gerais.....	13
5.2. Uso do Solo	17
5.3. Meio Físico	19
5.3.1. Geologia	19
5.3.2. Geomorfologia.....	22
5.4. Pedologia.....	23
5.5. Suscetibilidade à Erosão e Fragilidade Ambiental.....	28
5.6. Atividades Minerárias.....	33
5.7. Meio Biótico	36

5.8. Socioeconomia.....	43
5.8.1. Atividades econômicas	43
5.8.2. Estrutura fundiária	47
5.8.3. Atividades agrícolas e pecuárias.....	48
5.9. Saneamento Ambiental	52
5.9.1. Abastecimento de Água.....	53
5.9.2. Esgotamento Sanitário.....	61
5.9.3. Limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.....	67
5.9.4. Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais	69
5.10 Eventos hidrológicos críticos.....	70
5.11. Disponibilidade Hídrica	70
5.11.1. Disponibilidade hídrica Superficial.....	71
5.11.2. Disponibilidade Hídrica Subterrânea.....	72
5.12. Qualidade da Água	75
5.13. Balanço Hídrico: Disponibilidade x Demandas.....	84
6. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA SUB-BACIA DO CÓRREGO BRUMADO	87
6.1. Área de abrangência.....	87
6.2. Materiais e Métodos.....	90
6.3. Caracterização Física	94
6.3.1. Geomorfologia.....	94
6.4. Geologia	100

6.5. Pedologia.....	107
6.6. Biomas.....	114
6.7. Atividades Minerárias.....	122
6.8. Uso e ocupação do solo	131
6.9. Fatores de pressão	143
6.9.1. Análises da dinâmica de Uso e Ocupação do Solo na Sub-bacia	143
6.9.2. Fatores de pressão identificados in loco na sub-bacia.....	147
7. CONCLUSÃO.....	156
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	159

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Subdivisão da bacia hidrográfica do rio das Velhas em UTEs e SCBHs	4
Figura 2. Delimitação da UTE Poderoso Vermelho	10
Figura 3. Território UTE Poderoso Vermelho	14
Figura 4. Climatologia no município de Sabará/MG	15
Figura 5. Climatologia no município de Santa Luzia/MG	16
Figura 6. Climatologia no município de Taquaraçu de Minas/MG	16
Figura 7. Mapa de Uso do Solo da UTE Poderoso Vermelho	18
Figura 8. Mapa Geológico da UTE Poderoso Vermelho	21
Figura 9. Mapa Pedológico da UTE Poderoso Vermelho	26
Figura 10. Mapa Fragilidade Ambiental da UTE Poderoso Vermelho	31
Figura 11. Mapa de Suscetibilidade à Erosão da UTE Poderoso Vermelho.	32
Figura 12. Processos minerários e em fase de concessões de lavra na UTE Poderoso Vermelho.....	35
Figura 13. Mapa de Vegetação da UTE Poderoso Vermelho.....	37
Figura 14. Mapa das Áreas Prioritárias para Conservação na UTE Poderoso Vermelho.....	40
Figura 15. Mapa da Situação das Unidades de Conservação da UTE Poderoso Vermelho.....	41
Figura 17. Distribuição percentual das propriedades rurais da UTE Poderoso Vermelho, de acordo com o tamanho	47
Figura 18. Distribuição (%) da utilização das terras das propriedades rurais dos municípios da UTE Poderoso Vermelho	48
Figura 19. Série histórica da área destinada ao cultivo da banana dos Municípios da UTE Poderoso Vermelho - 2004/2016	50
Figura 20. Série histórica da área destinada ao cultivo do feijão dos Municípios da UTE Poderoso Vermelho - 2004/2016	51
Figura 21. Série histórica do efetivo rebanho bovino dos Municípios da UTE Poderoso Vermelho - 2004/2016.....	52
Figura 22. Sistema Integrado de abastecimento da RMBH	56
Figura 23. Sistema Isolado de Sabará	57
Figura 24. Sistema Isolado de Santa Luzia	58
Figura 25. Sistema Integrado Paraopeba (Manso, Vargem das Flores, Serra Azul). ..	59

Figura 26. Sistema Isolado de Taquaraçu de Minas	60
Figura 27. Percentual de atendimento pelo sistema de esgotamento sanitário do município de Sabará	61
Figura 28. Percentual de atendimento pelo sistema de esgotamento sanitário do município de Santa Luzia	62
Figura 29. Percentual de atendimento pelo sistema de esgotamento sanitário do município de Taquaraçu de Minas	62
Figura 30. Sistema de esgotamento sanitário existente em Sabará	64
Figura 31. Sistema de esgotamento sanitário existente em Santa Luzia	65
Figura 32. Sistema de esgotamento sanitário existente em Taquaraçu de Minas	66
Figura 33. Localização das Estações de Monitoramento Operadas pelo IGAM na UTE Poderoso Vermelho.....	77
Figura 34 – Panorama da Qualidade das Águas Superficiais no Médio Rio das Velhas no 3º Trimestre de 2017, com destaque em amarelo para as estações monitoradas na UTE Poderoso Vermelho.....	83
Figura 35. Disponibilidades hídricas, consumos e demandas hídricas (média e no mês de maior demanda) para a UTE Poderoso Vermelho.....	86
Figura 36. Mapa de localização da sub-bacia do Córrego Brumado.....	88
Figura 37. Imagem do satélite World View 2 da sub-bacia do Córrego Brumado	89
Figura 38. Visita a Campo	94
Figura 39. Delimitação e Rede de Drenagem da sub-bacia do Córrego Brumado ...	95
Figura 40. Hipsometria da sub-bacia do Córrego Brumado	97
Figura 41. Declividade da sub-bacia do Córrego Brumado.....	98
Figura 42. Unidades Geológicas próximas as áreas da sub-bacia do Córrego Brumado.....	101
Figura 43. Mapa geológico regional	103
Figura 44. Classes Pedológicas da sub-bacia do Córrego Brumado	108
Figura 45. Fitofisionomias do Cerrado na sub-bacia do Córrego Brumado.....	116
Figura 46. Fitofisionomias do Cerrado na sub-bacia do Córrego Brumado.....	119
Figura 47. Comparativo entre as Fitofisionomias e as Classes de Solo da sub-bacia do Córrego Brumado.....	121
Figura 48. Requerentes dos Processos Minerários na sub-bacia do Córrego Brumado.....	123

Figura 49. Pontos de Monitoramento de Qualidade da Água da sub-bacia do Córrego Brumado.....	127
Figura 50. Remoção da pilha de rejeitos pela AVG.....	129
Figura 51. Sub-bacia do Córrego Brumado.....	130
Figura 52. Uso e ocupação do solo da sub-bacia do Córrego Brumado no ano de 2017	132
Figura 53. Vegetação Nativa 01 / 635044,998- 7807474,775	134
Figura 54. Vegetação Nativa 02 / 635261,314- 7807663,441	134
Figura 55. Vegetação Nativa 03 / 635725,228 - 7809822,268	134
Figura 56. Área de Mineração / 635204,878 - 7807865,666	135
Figura 57. Área de cultivo 01 / 634950,157 - 7810202,931.....	135
Figura 58. Área de cultivo 02 / 635852,283 - 7809613,384.....	135
Figura 59. Área de cultivo 03 / 635541,995 - 7810.299,210.....	136
Figura 60. Corpos Hídricos / 631493,464 - 7813291,009.....	136
Figura 61. Solo Desnudo / 631107,717 - 7813657,494.....	136
Figura 62. Pastagem 01 / 633605,695 - 7810816,504	137
Figura 63. Pastagem 01 / 633229,260 - 7811092,360	137
Figura 64. Ocupação Humana - Condomínio / 633967,541 -7810154,150.....	137
Figura 65. Vegetação Ciliar - Localização de nascente no Condomínio Arco Iris / 633779,556 - 7809985,810.	138
Figura 66. Registros Fotográficos da Validação do Mapeamento do Uso e Ocupação do Solo	139
Figura 67. Uso e Ocupação do solo na sub-bacia do Córrego Brumado no ano de 1987	144
Figura 68. Uso e Ocupação do solo na sub-bacia do Córrego Brumado no ano de 2006	145
Figura 69. Dinâmica do uso e ocupação do solo na sub-bacia do Córrego Brumado	146
Figura 70. Descarte irregular dos resíduos sólidos próximo ao Distrito de Ravena / 631272.237 - 7813363.159	147
Figura 71. Atividade Pecuária na sub-bacia do Córrego Brumado / 633936.584 - 7810557.082	148
Figura 72. Área de pastagem próximo as APP's / 633.243,060 - 7.811.086,644	148
Figura 73. Fezes de Animais / 631090,749 - 7813628,062.....	149

Figura 74. APP remanescente - 01 / 631078,898 - 7813630,465	149
Figura 75. APP remanescente - 02 / 635511,524 - 7810088,763	149
Figura 76. Detalhamento das APP's invadidas pelas áreas de pastagem	151
Figura 77. Área de vegetação nativa queimada - 01 / 634989,087 -7807423,378.....	152
Figura 78. Área de vegetação nativa queimada - 02 / 635094,444 - 7807538,521	152
Figura 79. Área de disposição dos resíduos minerários / 635297,0097807747,172	153
Figura 80. Remoção dos resíduos minerários / 635301,772 - 7807718,597	153
Figura 81. Pilha dos resíduos minerários / 635204,934 - 7807870,203	154
Figura 82. Localização dos fatores de pressão identificados in loco na sub-bacia do Córrego Brumado.....	155

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. População residente estimada na UTE Poderoso Vermelho, por município..	13
Tabela 2. Principais Classes de Uso do Solo na UTE Poderoso Vermelho.	17
Tabela 3. Áreas suscetíveis a processos erosivos na UTE Poderoso Vermelho.	29
Tabela 4. Processos minerários na UTE Poderoso Vermelho	33
Tabela 5. Vegetação na UTE Poderoso Vermelho.....	36
Tabela 6. Unidades de Conservação na UTE Poderoso Vermelho.....	38
Tabela 7. Valor estimado (x 1000 R\$) do PIB municipal e VAB por setor	44
Tabela 8. Número de estabelecimentos por municípios e por tipo de atividade econômica na UTE Poderoso Vermelho	46
Tabela 9. Produção agrícola – Lavoura Permanente e Temporária dos municípios da UTE Poderoso Vermelho (2016)	49
Tabela 10. Descrição das culturas permanentes dos municípios da UTE Poderoso Vermelho (2016).....	49
Tabela 11. Descrição das culturas temporárias dos municípios da UTE Poderoso Vermelho (2016).....	49
Tabela 12. Produção Pecuária Municipal (PPM) dos municípios da UTE Poderoso Vermelho (2016).....	51
Tabela 13. Características do sistema de abastecimento de água (SAA) dos municípios da UTE Poderoso Vermelho	54
Tabela 14. Dados a sobre o sistema de esgotamento sanitário dos municípios da UTE Poderoso Vermelho.....	61
Tabela 15. Características das ETEs localizadas no Município de Santa Luzia	62
Tabela 16. Informações sobre o fluxo de resíduos para as unidades de destinação final dos municípios da UTE Poderoso Vermelho	67
Tabela 17. Indicadores sobre coleta de resíduos sólidos em Sabará	68
Tabela 18. Indicadores sobre coleta de resíduos sólidos em Santa Luzia	68
Tabela 19. Eventos hidrológicos críticos registrados nos municípios da UTE Poderoso Vermelho no período de 2000 a 2012.....	70
Tabela 20. Disponibilidade Hídrica Superficial da UTE Poderoso Vermelho.	71
Tabela 21. Demanda de água por setor usuário da UTE Poderoso Vermelho.....	72
Tabela 22. Aquíferos e captações na UTE Poderoso Vermelho.	73

Execução



Apoio Técnico



Realização



Tabela 23. Parâmetros hidrodinâmicos da UTE Poderoso Vermelho	74
Tabela 24. Reservas Explotáveis e Volumes Outorgados na UTE Poderoso Vermelho.....	74
Tabela 25. Descrição das Estações de Amostragem Monitoradas pelo IGAM na UTE Poderoso Vermelho.....	76
Tabela 26. Relação dos Parâmetros de Qualidade de Água Avaliados nas Estações de Amostragem do Programa Águas de Minas - IGAM	80
Tabela 27. Relação entre a demanda de água e as disponibilidades hídricas, representadas pela Q_{MLP} , $Q_{7,10}$, Q_{95} e Q_{90}	85
Tabela 28. Qualidade da Classificação Associada aos Valores do Índice Kappa.	93
Tabela 29. Parâmetros físicos da Sub-bacia do Córrego Brumado.	96
Tabela 30. Classes pedológicas da Sub-bacia e suas Características Gerais.....	109
Tabela 31. Características Físico-hídricas dos Solos da Sub-bacia do Córrego Brumado.....	110
Tabela 32. Características de Saturação dos Solos da Sub-bacia.....	111
Tabela 33. Características de Aptidão Agrícola dos Solos na Sub-bacia do Córrego Brumado.....	113
Tabela 34. Fitofisionomias do Cerrado identificadas na área da sub-bacia do Córrego Brumado.....	117
Tabela 35. Dados dos Empreendimentos Minerários na Sub-bacia.....	124
Tabela 36. Substâncias requeridas pelos Processos minerários na Sub-bacia do Córrego Brumado.....	125
Tabela 37. Cobertura do Solo da Sub-bacia do Córrego Brumado no Ano de 2017.	133
Tabela 38. Estatística da Dinâmica do Uso e Ocupação do Solo na Sub-bacia do Córrego Brumado.....	146

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ANA	- Agência Nacional de Águas
APP	- Área de Preservação Permanente
CBH	- Comitê de Bacia Hidrográfica
CBH Rio das Velhas	- Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas
CBHSF	- Comitê Federal da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco
CERH-MG	- Conselho Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais
COBRAPE	- Companhia Brasileira de Projetos e Empreendimentos
CONAMA	- Conselho Nacional do Meio Ambiente
COPAM	- Conselho Estadual de Política Ambiental
COPASA	- Companhia de Saneamento de Minas Gerais
CPRM	- Serviço Geológico do Brasil
CSA	- Comunidade que Sustenta Agricultura
DBO	- Demanda Bioquímica de Oxigênio
DN	- Deliberação Normativa
DNPM	- Departamento Nacional de Produção Mineral
EMATER	- Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais
EMBRAPA	- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ETAs	- Estações de Tratamento de Água
ETEs	- Estações de Tratamento de Efluentes
EUA	- Estados Unidos da América
GPS	- Sistema de Posicionamento Global
IBGE	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IEF	- Instituto Estadual de Florestas
IEPHA	- Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico de Minas
IET	- Índice Do Estado Trófico
IFNMG	- Instituto Federal do Norte de Minas;
IGAM	- Instituto Mineiro de Gestão das Águas
INCRA	- Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
INPE	- Instituto de Pesquisas Espaciais
IPEF	- Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais
IQA	- Índice de Qualidade Das Águas

Execução



Apoio Técnico



Realização



MG	- Minas Gerais
OS	- Ordem de Serviço
PAM	- Produção Agrícola Municipal
PDRH	- Plano Diretor de Recursos Hídricos
PH	- Potencial Hidrogeniônico
PIB	- Produto Interno Bruto
PMSB	- Plano Municipal de Saneamento Básico
PPM	- Produção Pecuária Municipal
PT	- Plano de Trabalho
RAIS	- Relação Anual de Informações Sociais
RDO	- Resíduos Sólidos Domiciliares
RMBH	- Região Metropolitana de Belo Horizonte
RPPN	- Reserva Particular do Patrimônio Natural
RPU	- Resíduos Sólidos Públicos
RVIS	- Refúgio de Vida Silvestre
SAA	- Sistema de Abastecimento de Água
SCBH	- Subcomitê de Bacia Hidrográfica
SE	- Situação de Emergência
SEMAD	- Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável
SIAGAS	- Sistema de Informações de Águas Subterrâneas
SIAM	- Sistema Integrado de Informação Ambiental
SIGMINE	- Sistema de Informações Geográficas da Mineração
SINGREH	- Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SNIS	- Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento
SRTM	- Shuttle Radar Topography Mission
SUPRAM	- Superintendência Regional do Meio Ambiente
TA	- Termo de Aceite
TDR	- Termo de Referência
TM	- Tematic Mapper
TTS	- Trabalho Técnico Social
UCs	- Unidades de Conservação
UNIMONTES	- Universidade Estadual de Montes Claros

Execução



Apoio Técnico



Realização



UTE	- Unidade Territorial Estratégica
UTE Poderoso Vermelho	- Unidade Territorial Estratégica Poderoso Vermelho
UTM	- Universal Transversa de Mercator
VAB	- Valor Adicional Bruto
ZEE/MG	- Zoneamento Ecológico

Execução



Apoio Técnico



Realização



1. INTRODUÇÃO

A área de abrangência do projeto hidroambiental localiza-se na UTE Poderoso Vermelho, na região denominada Médio Alto Rio das Velhas, mais precisamente na sub-bacia do Córrego do Brumado, no município de Sabará/MG.

De acordo o Termo de Referência do Ato Convocatório nº 005/2017, a demanda apresentada pelos membros do Subcomitê de Bacia Hidrográfica (SCBH) Poderoso Vermelho para a sub-bacia do Córrego Brumado foi motivada pela sua importância no contexto do desenvolvimento e fortalecimento da agricultura sustentável no município de Sabará. Dessa forma, tem-se como referência para desenvolvimento das atividades previstas, o projeto piloto chamado Comunidade que Sustenta Agricultura (CSA), desenvolvido no distrito de Ravena, em Sabará/MG.

Os serviços previstos para o presente projeto são: Compilação de dados sobre a UTE Poderoso Vermelho e Diagnóstico Ambiental da sub-bacia do Córrego Brumado; Implantação de rede de monitoramento de qualidade da água; Relatórios de evolução da qualidade de água e evolução das outorgas dos últimos 10 anos na UTE Poderoso Vermelho; Cadastro e capacitação dos produtores rurais das áreas de abrangência do projeto; Execução do Programa de Educação Socioambiental para fomento da agricultura agroecológica e a Elaboração de um Plano de Ação.

O Diagnóstico e Mapeamento de Uso e Ocupação do Solo do Projeto Hidroambiental na UTE Poderoso Vermelho foi direcionado para a sub-bacia do Córrego Brumado pela necessidade da identificação e análise das influências dos fatores de pressão ambiental na qualidade e disponibilidade das águas utilizadas pelos agricultores da região. Sua elaboração consiste na compilação de dados da UTE Poderoso Vermelho e no mapeamento do uso e ocupação do solo da sub-bacia, bem como na identificação dos seus principais fatores de pressão ambiental. Para tanto, a compilação de dados da UTE Poderoso Vermelho utilizou informações secundárias presentes no Plano Diretor da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas (PDRH Rio das Velhas), além de outras fontes pertinentes. Já as análises destinadas à sub-bacia do Córrego Brumado apresentaram descrições físicas da área relacionadas à: litologia, pedologia, geomorfologia, bioma, uso e ocupação do solo e diagnósticos visuais realizados durante as visitas *in loco*.

O mapeamento de uso e ocupação do solo da sub-bacia foi realizado dentro de um espaço temporal de 30 anos (1987 a 2017). Seus resultados possibilitaram a identificação das modificações provocadas pela dinâmica de uso o e ocupação do solo, além dos principais fatores de pressão ambiental instalados na área.

Execução



Apoio Técnico



Realização



2. CONTEXTUALIZAÇÃO

2.1. Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas

O Comitê da Bacia Hidrográfica Rio das Velhas (CBH Rio das Velhas) foi criado pelo Decreto Estadual nº 39.692, de 29 de junho de 1998 e é composto, atualmente, por 56 membros, sendo sua estruturação paritária entre poder público estadual e municipal, usuários de recursos hídricos e sociedade civil organizada.

O Decreto Estadual nº 39.692, além de constituir o CBH Rio das Velhas, também destaca suas principais finalidades, como: promover, no âmbito da gestão de recursos hídricos, a viabilização técnica, econômica e financeira de programa de investimento e consolidar a política de estruturação urbana e regional, visando ao desenvolvimento sustentado da bacia.

O CBH Rio das Velhas, com o objetivo de obter um planejamento territorial integrado de sua área, por meio da Deliberação Normativa (DN) nº 01/2012, instituiu 23 (vinte e três) Unidades Territoriais Estratégicas (UTES). Para delimitação destes territórios, foram realizadas análises das feições comuns entre eles, possibilitando a subdivisão das UTES, de acordo com os seguintes aspectos: a hidrografia, as tipologias de relevo, a ocupação da bacia e a sua inserção dentro dos limites da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), fato que gera grandes impactos sobre os recursos hídricos. Assim, foram definidas quatro macrorregiões de planejamento: Alto, Médio Alto, Médio Baixo e Baixo, com as respectivas UTES e Subcomitês de Bacias Hidrográficas (SCBHs) do Rio das Velhas, conforme distribuição apresentada na Figura 1.

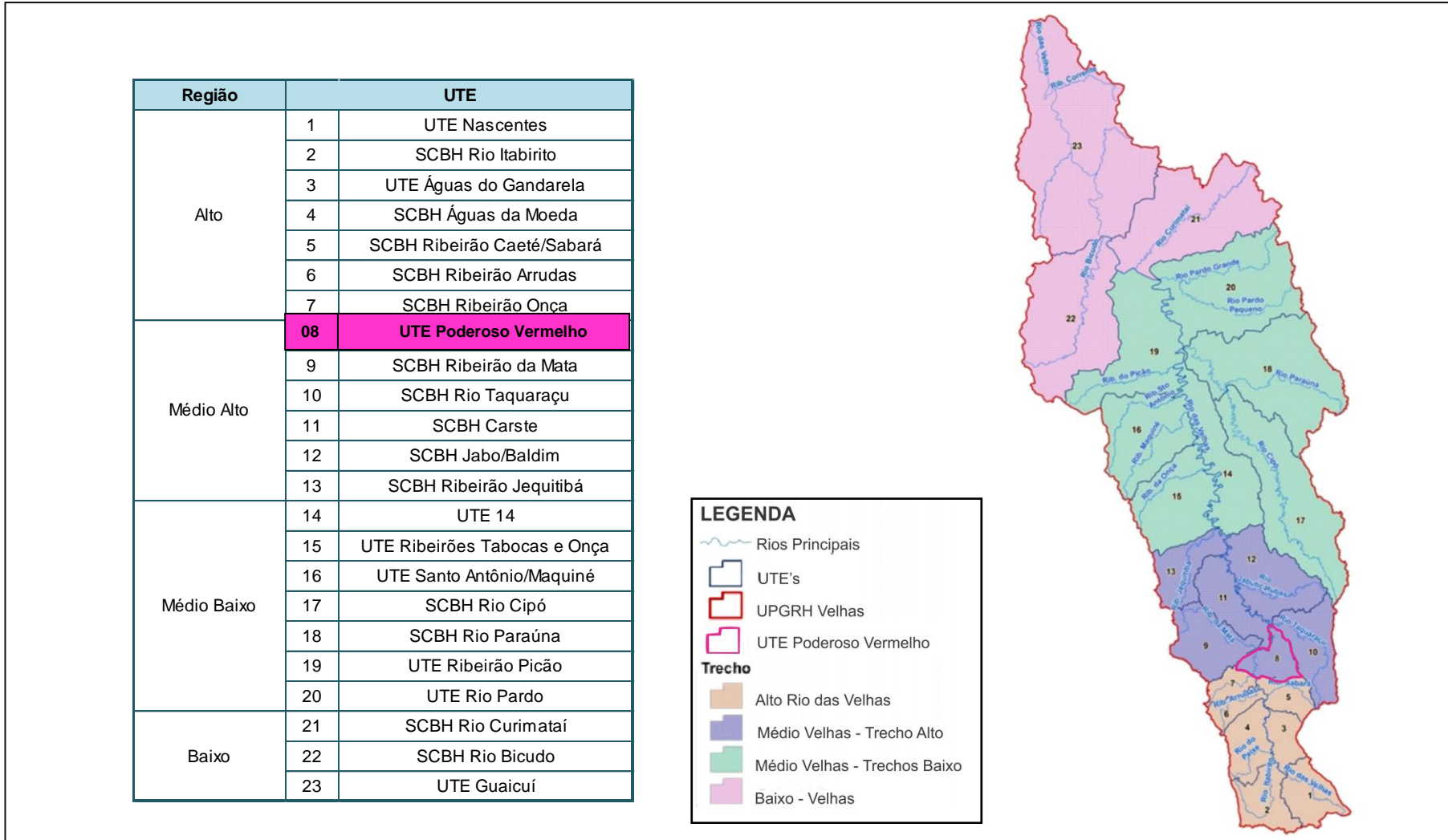


Figura 1. Subdivisão da bacia hidrográfica do rio das Velhas em UTEs e SCBHs
 Fonte: Ecoplan-Skill (2015)

É importante destacar que as UTEs são unidades de estudo e planejamento das metas e ações para gestão dos recursos hídricos da bacia do Rio das Velhas e estabelecem os limites territoriais para a criação de Subcomitês de Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas, conforme a DN nº 01/2012.

A fim de buscar a gestão descentralizada e participativa dos recursos hídricos, a DN nº 02/2004 do CBH Rio das Velhas estabeleceu diretrizes para a criação e o funcionamento dos subcomitês de bacia hidrográfica, vinculados ao CBH Rio das Velhas.

Os SCBHs são grupos consultivos e propositivos que atuam nas sub-bacias hidrográficas do Rio das Velhas. Sua constituição exige a presença de representantes da sociedade civil organizada, dos usuários de água e do poder público. Dentre suas funções, está a atuação nos conflitos referentes aos recursos hídricos, bem como a disseminação do conhecimento acerca das ações do CBH Rio das Velhas e dos órgãos e entidades que, porventura, atuem na sub-bacia (SEPULVEDA, 2006).

Atualmente, existem 18 (dezoito) SCBHs consolidados como espaço de debate, representando um canal de comunicação e articulação com o CBH Rio das Velhas. Dentre suas funções está a proposição de ações para a gestão das águas em suas áreas de atuação, o acompanhamento da elaboração e implementação do Plano Diretor de Recursos Hídricos (PDRH) da bacia hidrográfica do Rio das Velhas, bem como a articulação e mediação de conflitos nas sub-bacias, o desenvolvimento de ações de educação ambiental que viabilizem a execução de projetos relacionados com a preservação da disponibilidade e qualidade das águas, tais como os de saneamento e de recuperação e proteção ambiental.

No caso específico da UTE Poderoso Vermelho, o Subcomitê da bacia hidrográfica Poderoso Vermelho (SCBH Poderoso Vermelho) foi instituído em 13 maio de 2015 sendo composto pelos municípios de Sabará, Santa Luzia e Taquaraçu de Minas. A atuação desde subcomitê juntamente com a comunidade e entidades se mobilizaram para a submissão e aprovação do presente projeto hidroambiental junto à Agência Peixe Vivo.

2.2. Agência de Bacia Hidrográfica Peixe Vivo - Agência Peixe Vivo

As agências de bacia são entidades dotadas de personalidade jurídica própria, descentralizada e sem fins lucrativos. Sua implantação foi instituída pela Lei Federal nº 9.433 de 1997 e sua atuação faz parte do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), prestando apoio administrativo, técnico e financeiro aos seus respectivos CBHs que, por sua vez, dividem o poder e responsabilidades sobre a gestão dos recursos hídricos entre o governo e os diversos setores da sociedade.

A Agência Peixe Vivo é uma associação civil, pessoa jurídica de direito privado, criada em 2006, para exercer as funções de Agência de Bacia. Presta apoio técnico-operativo à gestão dos recursos hídricos das bacias hidrográficas a ela integradas, mediante o planejamento, a execução e o acompanhamento de ações, programas, projetos, pesquisas e quaisquer outros procedimentos aprovados, deliberados e determinados por cada Comitê de Bacia ou pelos Conselhos de Recursos Hídricos Estaduais ou Federais. Atualmente, a Agência Peixe Vivo está legalmente habilitada a exercer as funções de Agência de Bacia para dois Comitês estaduais mineiros - CBH Rio das Velhas (SF5) e CBH Pará (SF2) - além do Comitê Federal da bacia hidrográfica do Rio São Francisco, CBHSF e do CBH Rio Verde Grande, também federal e recentemente incluído.

O CBH Rio das Velhas, por meio da Agência Peixe Vivo, tem procurado desenvolver um conjunto de ações visando à preservação dos rios e da boa qualidade de suas águas, à recuperação ambiental do passivo histórico e degradação da bacia hidrográfica do Rio das Velhas. Essas ações são concretizadas, sobretudo, através da elaboração de planos municipais de saneamento e execução de projetos hidroambientais.

2.3. A Unidade Territorial Estratégica Poderoso Vermelho

A UTE Poderoso Vermelho localiza-se no médio Rio das Velhas e é composta pelos municípios de Sabará, Santa Luzia e Taquaraçu de Minas. Possui uma área de 360,48 km², com população aproximada de 230.000 habitantes (CBH Rio das Velhas, 2015). Os principais rios da UTE são Ribeirão Vermelho, Ribeirão Poderoso, Ribeirão das Bicas e Córrego Santo Antônio.

A referida UTE possui 04 (quatro) Unidades de Conservação inseridas parcialmente em seu território, sendo elas: Santuário Serra da Piedade; Macaúbas; Fazenda dos Cordeiros e Mata da Copaíba. Essas Unidades ocupam 4,65% da área da UTE, sendo que, da sua área total, 3% é considerada prioritária para conservação, por estar inserida na Província Cárstica de Lagoa Santa.

2.4. O projeto hidroambiental na UTE Poderoso Vermelho

Os projetos hidroambientais buscam a manutenção da quantidade e da qualidade das águas de uma bacia hidrográfica, preservando suas condições naturais de oferta de água.

Esses projetos se caracterizam por estudos e ações pontuais em áreas espalhadas por uma bacia hidrográfica, geralmente no entorno de nascentes e têm como objetivo garantir que suas condições naturais sejam preservadas.

O presente projeto foi submetido por meio de demanda espontânea apresentada pelo SCBH Poderoso Vermelho à Agência Peixe Vivo. O projeto visa avaliar a disponibilidade e a qualidade dos recursos hídricos, por meio de coleta de dados o secundários sobre a UTE Poderoso Vermelho e informações primárias sobre a sub-bacia do Córrego do Siqueiras, também conhecida por Córrego Brumado, no município de Sabará/MG. Além disso, o projeto também possui como um de seus objetivos apoiar o desenvolvimento da agricultura familiar sustentável no município de Sabará.

Cabe destacar que a demanda apresentada pelo SCBH Poderoso Vermelho para a execução deste projeto hidroambiental tem como objetivo fortalecer e ampliar ações semelhantes àquela desenvolvida pelo projeto modelo sobre agricultura agroecológica que já encontra-se implantado no distrito de Sabará, denominado Comunidade que Sustenta a Agricultura (CSA).

As ações do projeto hidroambiental serão direcionadas para a sub-bacia do Córrego Brumado. Cabe destacar que o projeto CSA localiza-se nessa sub-bacia e utiliza água da mesma para irrigação.

Logo, essa sub-bacia foi escolhida pelos membros do SCBH Poderoso Vermelho por sua importância no contexto do desenvolvimento da agricultura sustentável e pelo

desenvolvimento do Projeto CSA, beneficiando a comunidade do distrito de Ravena, no município de Sabará/MG.

O projeto hidroambiental pretende, portanto, estimular este e demais modelos agroecológicos de produção na região, promovendo a capacitação a partir de oficinas de educação ambiental, como forma de fortalecimento e disseminação de técnicas e práticas de recuperação e conservação ambiental.

Para a execução deste projeto hidroambiental na UTE Poderoso Vermelho, o CBH Rio das Velhas está investindo R\$ 235.086,72 (duzentos e trinta e cinco mil oitenta e seis reais e setenta e dois centavos), recurso proveniente da cobrança pelo uso da água na bacia do Rio das Velhas.

As atividades do projeto hidroambiental serão direcionadas primeiramente para realização do Diagnóstico Ambiental com direcionamento para estudo de uso e ocupação solo e análise dos fatores de pressão ambiental na sub-bacia do Córrego Brumado.

Além disso, o projeto abrange a implementação da rede de monitoramento de água na sub-bacia, terá como objetivo analisar a qualidade de suas águas através de 12 (doze) campanhas (uma a cada mês) ao longo da área em estudo. Os pontos de coletas de água estão estrategicamente situados em regiões de maior conversão de fluxo de drenagem, indicando de forma eficiente as regiões com contaminação.

Com relação à implantação de rede de monitoramento de qualidade da água, o projeto hidroambiental da UTE Poderoso Vermelho abrangia o quantitativo de 04 (quatro) pontos de monitoramento e contemplava os parâmetros do Índice de Qualidade da Água (IQA) do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM). Contudo, foi decidido à inclusão de acréscimo de alguns parâmetros na análise da avaliação da qualidade de água e aumento de 1 (um) ponto amostral na sub-bacia do Córrego Brumado, que porventura, possa estar sendo contaminado pelas atividades minerárias existente na região. Cabe destacar que essa demanda surgiu no Seminário Inicial, e foi repassada para a Agência Peixe Vivo e foi acordada juntamente com o Subcomitê e entidades envolvidas em uma reunião que ocorreu no dia 16 de novembro de 2017.

O Projeto Hidroambiental contempla também a realização do diagnóstico da disponibilidade de água da UTE Poderoso Vermelho, dos últimos 10 (dez) anos, com objetivo de avaliar os volumes de água demandados e a distribuição espacial das outorgas subterrâneas e superficiais, dados estes disponibilizado pela Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD). Além disso, será elaborado o diagnóstico da evolução de qualidade da água, através dos dados do IGAM de monitoramento das águas superficiais da UTE Poderoso Vermelho do período de 2006 a 2016.

Haverá ainda, o cadastro dos produtores agrícolas da área de abrangência do projeto que possibilitará a execução do programa de educação socioambiental através de minicursos de educação ambiental, visando estimular e ampliar o desenvolvimento da agricultura sustentável de base agroecológica no distrito de Ravena, Sabará/MG.

Será desenvolvido também o Plano de Ações, com o detalhamento das medidas que devem ser tomadas para melhoria da condição hidroambiental da sub-bacia do Córrego Brumado, de forma a promover direcionamento de ações para a recuperação dos cursos d'água da região.

Esse projeto visa, também, ao envolvimento e à sensibilização das comunidades através da realização de seminários. Estas atividades buscam a apresentação das ações do projeto às comunidades envolvidas, órgãos e entidades que atuam na região, associações comunitárias, empresas, secretarias municipais e órgãos públicos ligados à gestão ambiental nos municípios que abrangem a UTE Poderoso Vermelho.

A Figura 2 apresenta a delimitação do território da UTE Poderoso Vermelho com a área da sub-bacia do Córrego Brumado também em destaque.

TERRITÓRIO UTE PODEROSO VERMELHO

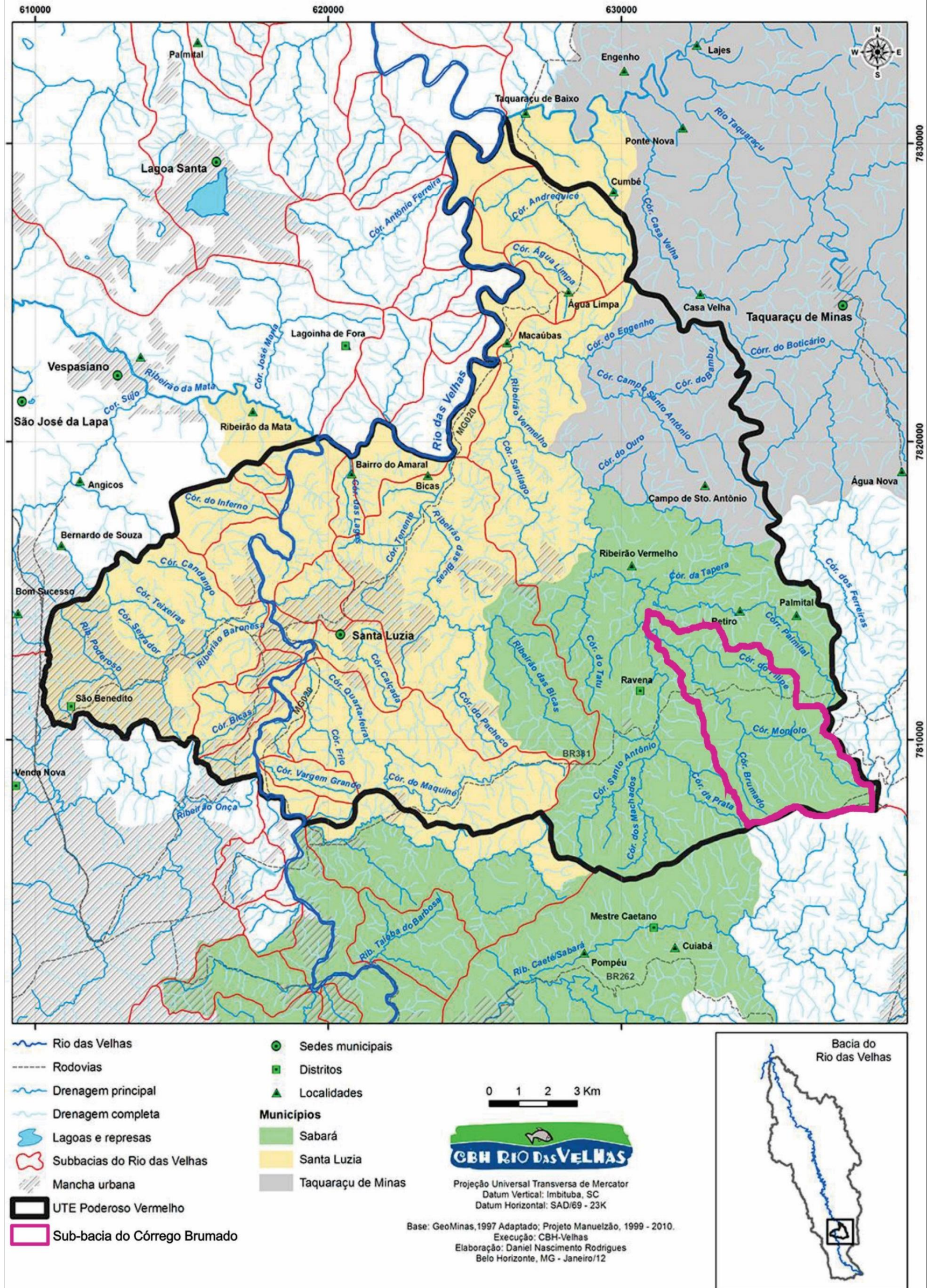


Figura 2. Delimitação da UTE Poderoso Vermelho
 Fonte: Adaptado do CBH Rio das velhas (2015)

3. OBJETIVO

3.1. Objetivo Geral

O presente produto tem como objetivo a elaboração do Diagnóstico Ambiental na UTE Poderoso Vermelho direcionado para a sub-bacia do Córrego Brumado em Sabará (MG), priorizando o estudo para o levantamento de dados sobre usos e ocupação do solo e dos fatores de pressão ambiental.

3.2. Objetivos Específicos:

- Realização de diagnóstico da UTE Poderoso Vermelho a partir da compilação de dados contidos no Plano Diretor de Recursos Hídricos do Rio das Velhas e em outras fontes pertinentes;
- Estudos com dados primários para caracterização da sub-bacia do Córrego Brumado e identificação dos principais fatores de pressões ambientais sobre os recursos hídricos locais;
- Elaboração de mapas temáticos sobre o uso e ocupação do solo na sub-bacia do Córrego do Brumado.

4. JUSTIFICATIVA

O Projeto Hidroambiental na UTE Poderoso Vermelho está direcionado para a sub-bacia do Córrego Brumado, no município de Sabará/MG. A justificativa para escolha da sub-bacia pelos membros do SCBH Poderoso Vermelho foi devido à importância de se identificar os fatores de pressão ambiental que interferem na disponibilidade e qualidade das águas na sub-bacia e na UTE Poderoso Vermelho.

De acordo o CBH Rio das Velhas (2015), os principais fatores de pressão ambiental identificados em grande parte do território da UTE Poderoso Vermelho estão relacionados à suscetibilidade à erosão, devido à compactação do solo, à declividade acentuada e à ocupação desordenada, que aceleram os processos erosivos. Cabe destacar, que a UTE possui a agropecuária como principal atividade da região, o que ocasiona desmatamentos aliados ao superpastoreio e à mecanização inadequada em algumas plantações. Outra interferência identificada são as atividades minerárias na região que podem contaminar o solo, ar e água, se não cumprirem com as normas ambientais na exploração de tais recursos.

Além disso, ainda segundo o CBH Rio das Velhas (2015), os principais agentes de degradação das águas superficiais na UTE Poderoso Vermelho devem-se, sobretudo, aos lançamentos de esgotos domésticos e aos efluentes industriais e, em menor escala, cargas difusas. Estes impactos prejudicam na disponibilidade e qualidade da água da UTE Poderoso Vermelho.

Sendo assim, os fundamentos que norteiam a elaboração do Diagnóstico e Mapeamento de Uso e Ocupação do Solo são justificados pelo foco principal deste projeto hidroambiental que consiste na identificação e influência dos fatores de pressão ambiental que prejudicam a disponibilidade e qualidade das águas, possibilitando, assim, a proposição de ações que garantam um melhor resultado na recuperação hidroambiental da sub-bacia do Córrego Brumado, bem como na UTE Poderoso Vermelho.

5. CARACTERIZAÇÃO DA UTE PODEROSO VERMELHO

5.1. Informações Gerais

A UTE Poderoso Vermelho (Figura 3) está situada na região do Médio Alto Rio das Velhas, apresentando uma área drenagem de 360,48 km², o que representa 1,29% da bacia, abrangendo os municípios de Sabará, Santa Luzia e Taquaraçu de Minas no estado de Minas Gerais.

A região de abrangência da UTE Poderoso Vermelho, segundo o Censo Demográfico de 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), apresenta uma população de 333.005 habitantes, dos quais, 98,26% residem na área urbana e 1,74% na área rural, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. População residente estimada na UTE Poderoso Vermelho, por município

Unidade Territorial	Total		Urbana		Rural	
	Pessoas	%	Pessoas	%	Pessoas	%
Sabará	126.269	100	123.084	97,48	3185	2,52
Santa Luzia	202.942	100	202.378	99,72	564	0,28
Taquaraçu de Minas	3.794	100	1.755	46,26	2.039	53,74
UTE Poderoso Vermelho	333.005	100	327.212	98,26	5.788	1,74

Fonte: IBGE (2010)

A estimativa da população efetivamente residente na UTE Poderoso Vermelho utiliza os setores censitários do IBGE, referentes ao Censo de 2010, considerando a proporção territorial dos municípios inseridos na UTE. O município de maior porte populacional é Santa Luzia, seguido por Sabará e, por último, Taquaraçu de Minas, que concentra a maior parte de sua população na área rural.

A respeito das características morfométricas da UTE Poderoso Vermelho, o Ribeirão Vermelho é o rio principal com um comprimento de 28,17 Km, apresentando uma relação de comprimento/área de drenagem da UTE de 0,08 Km/Km². O coeficiente de compacidade, fator de forma e declividade (%) da UTE Poderoso Vermelho são de 1,71; 0,45 e 15,93; respectivamente (ECOPLAN-SKILL, 2015).

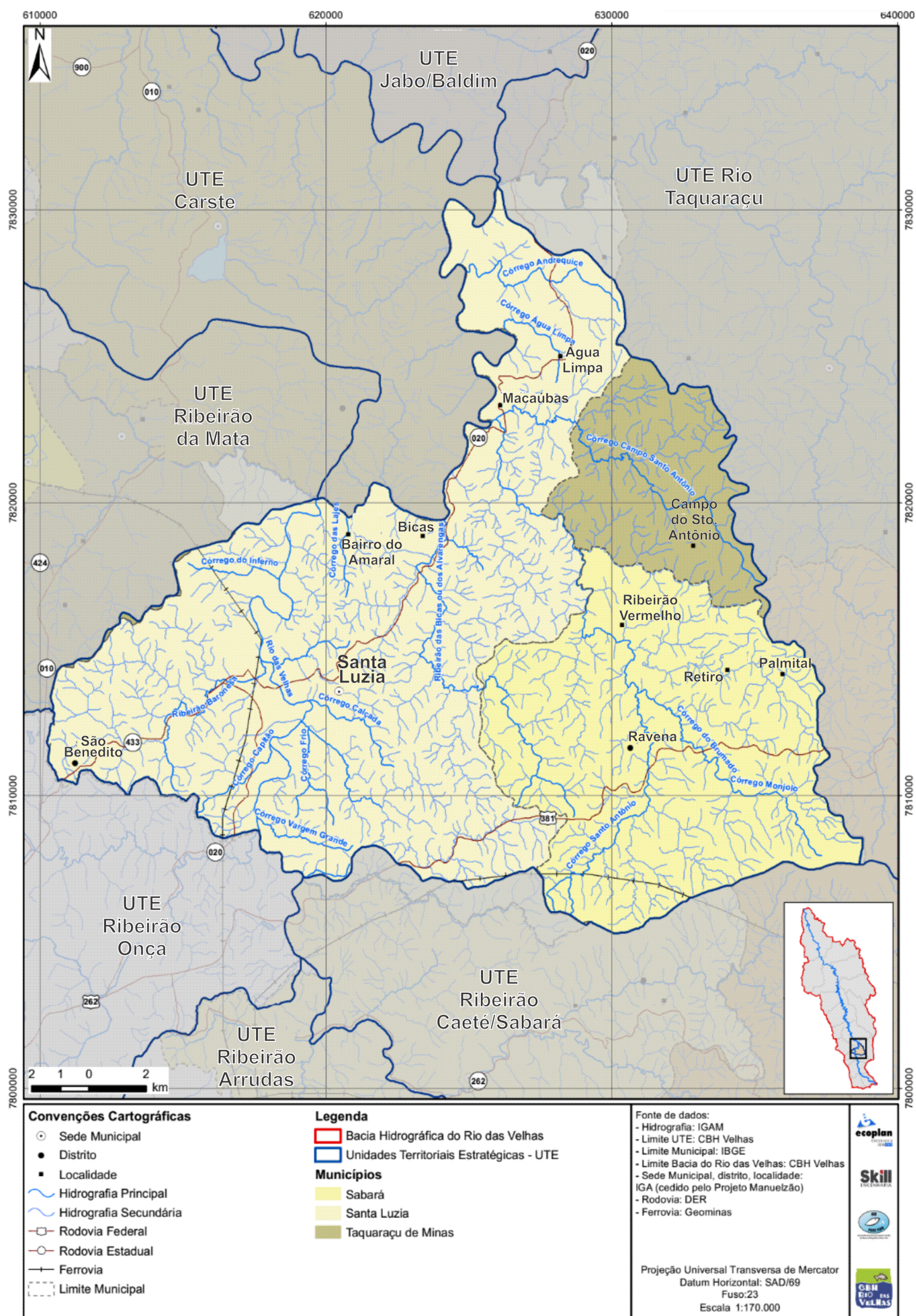


Figura 3. Território UTE Poderoso Vermelho
 Fonte: Ecoplan-Skill (2014)

Em relação à caracterização climática dos municípios integrantes da UTE Poderoso Vermelho, os municípios de Sabará, Santa Luzia e Taquaraçu de Minas estão inseridos no Clima Tropical com Inverno Seco (Aw), segundo a classificação climática de Köppen. Este clima apresenta uma estação chuvosa no verão, de novembro a abril; e nítida estação seca no inverno, de maio a outubro (julho é o mês mais seco). A principal característica é a sazonalidade, marcada pela amplitude térmica e a variação pluviométrica, principalmente entre o inverno e o verão (EMBRAPA, 2004).

Os dados apresentados a seguir (Figura 4, Figura 5 e Figura 6), representam o comportamento das chuvas e das temperaturas ao longo do ano nos municípios em questão e foram obtidos no site Climatempo, cujas médias climatológicas são valores calculados a partir de uma série de dados de 30 anos observados. É possível identificar as épocas mais chuvosas/secas e quentes/frias de cada uma das regiões.

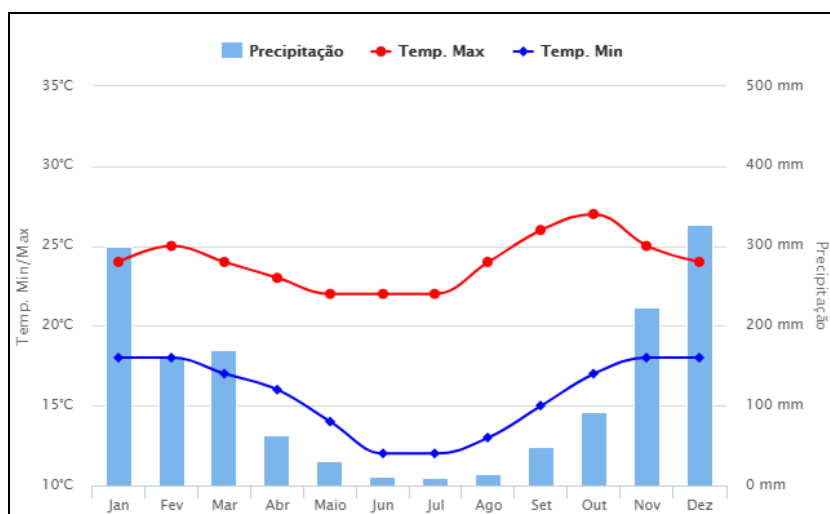


Figura 4. Climatologia no município de Sabará/MG
 Fonte: CLIMATEMPO (2018)

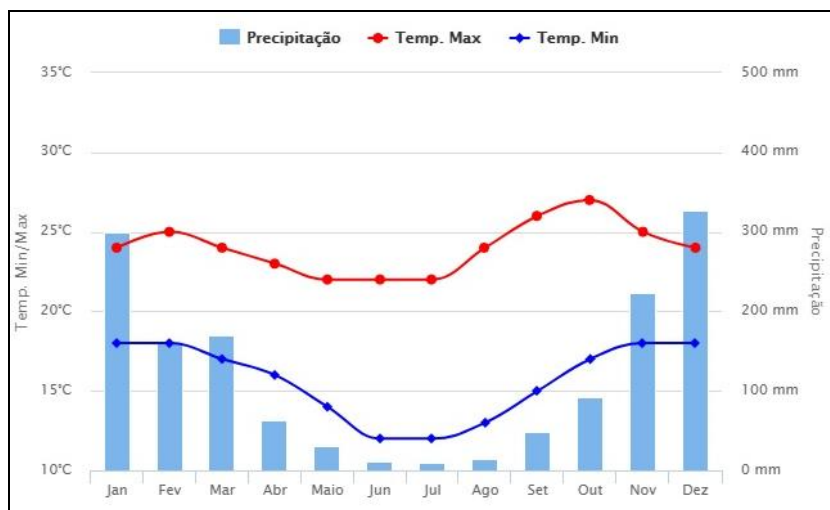


Figura 5. Climatologia no município de Santa Luzia/MG
 Fonte: CLIMATEMPO (2018)

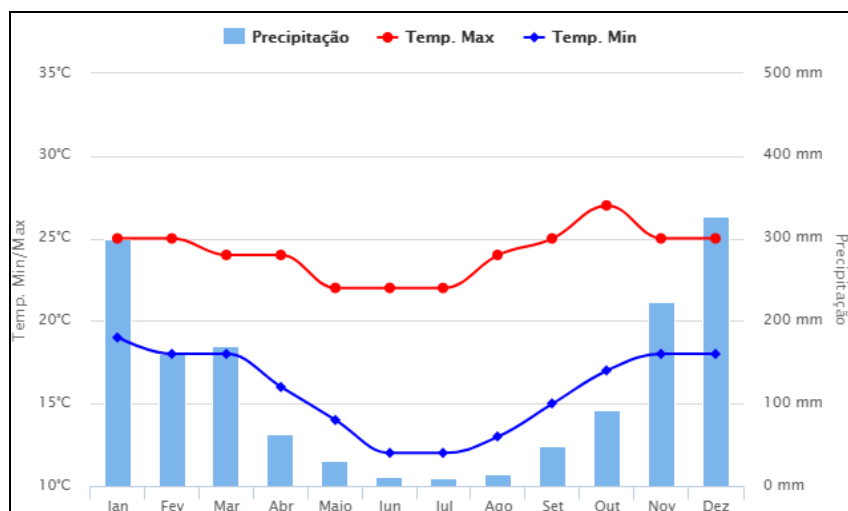


Figura 6. Climatologia no município de Taquaraçu de Minas/MG
 Fonte: CLIMATEMPO (2018)

Pode-se observar que os municípios da UTE Poderoso Vermelho apresentaram comportamentos semelhantes quanto aos aspectos climatológicos. Verifica-se que as médias de precipitação foram iguais em ambos os municípios.

As temperaturas máximas médias ultrapassam os 25 °C somente nos meses de setembro e outubro em Sabará e Santa Luzia, enquanto que no município de Taquaraçu de Minas somente em outubro. As menores médias de temperatura foram observadas nos meses de junho e julho, atingindo 12 °C em ambos os municípios.

5.2. Uso do Solo

Para a classificação do uso do solo na região Média Baixo do rio das Velhas, foram definidas duas grandes categorias: “Uso Antrópico”, relacionada com as atividades socioeconômicas, e “Cobertura Natural”, cuja dinâmica está relacionada com os elementos da natureza, como o afloramento de rochas, vegetação e hidrografia. Neste contexto a Tabela 2 apresenta as principais classes de uso do solo na UTE Poderoso Vermelho e suas porcentagens em relação à área da UTE.

Tabela 2. Principais Classes de Uso do Solo na UTE Poderoso Vermelho

Categorias	Classe	Área (km ²)	UTE Poderoso Vermelho (%)
Cobertura Natural	Afloramento Rochoso	3,31	0,92%
	Vegetação Arbustiva	187,78	52,09%
	Vegetação Arbórea	27,65	7,67%
	Hidrografia	0,79	0,22%
Uso Antrópico	Agropecuária	103,70	28,77%
	Silvicultura	0,53	0,15%
	Mineração	0,90	0,25%
	Área Urbana	35,82	9,94%
Total		360,48	100%

Fonte: Ecoplan-Skill (2014)

Desta forma, observa-se que a classe Vegetação Arbustiva ocupa o maior percentual da área da UTE, como 52,09%. Na categoria de Uso Antrópico, os valores mais significativos referem-se às classes Agropecuárias, que apresentam 28,77%, e a Área Urbana, com 9,94%.

Na Figura 7 está apresentado um mapa de uso e cobertura do solo com as classes de solo identificadas na UTE Poderoso Vermelho.

A metodologia do processo de caracterização do uso e cobertura do solo foi realizado a partir de imagens de satélite, seguindo as etapas de seleção da plataforma, sensor (satélite) e cenas, georreferenciamento da base cartográfica, georreferenciamento das imagens de satélite, classificação, edição vetorial, checagem de campo e geração dos quantitativos. Os resultados do mapeamento do uso e cobertura do solo da UTE Poderoso Vermelho podem ser verificados na Figura 7.

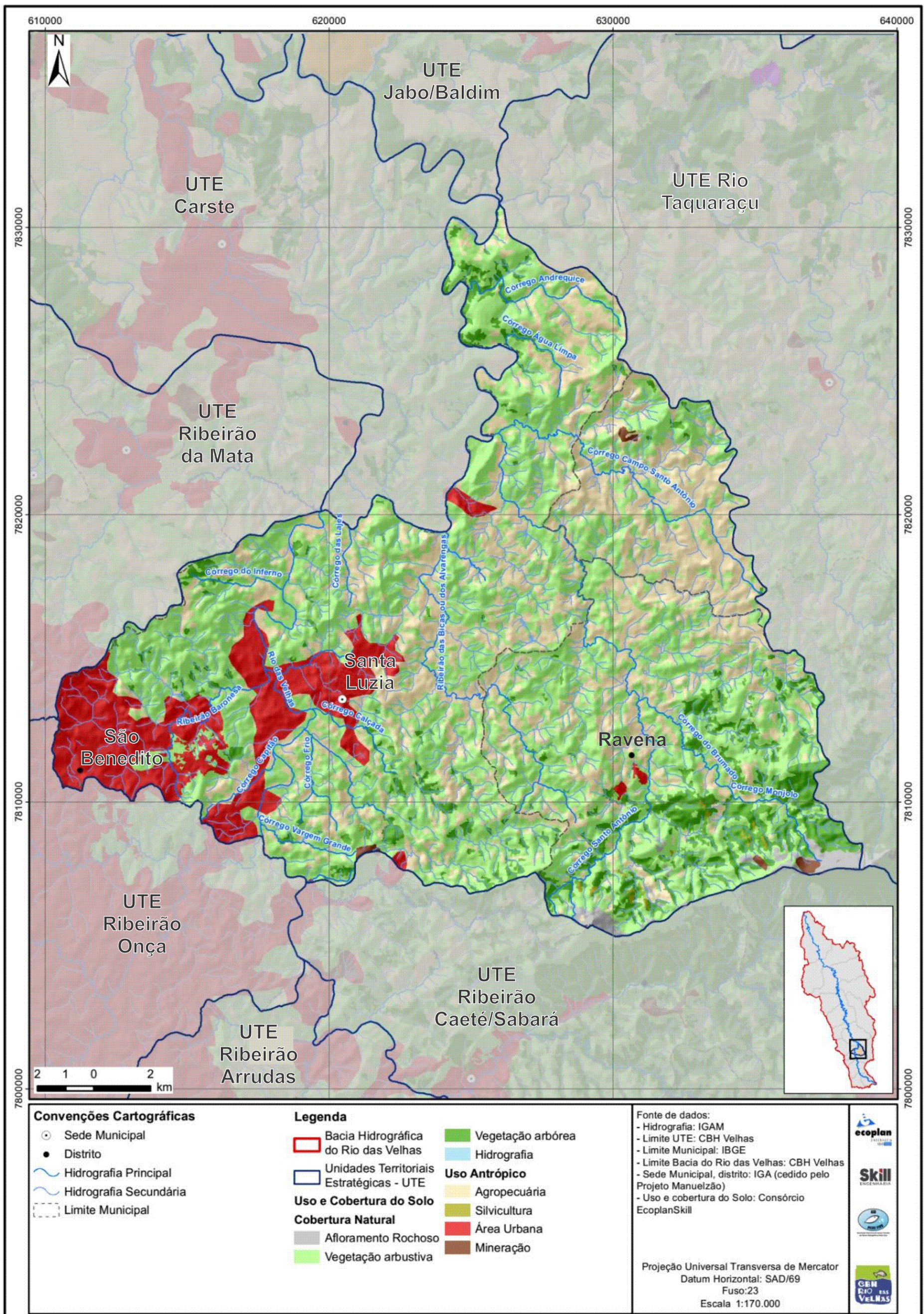


Figura 7. Mapa de Uso do Solo da UTE Poderoso Vermelho
Fonte: Ecoplan-Skill (2014)

A classe de Vegetação Arbustiva se caracteriza por áreas naturais de cerrado presentes na bacia, que incluem as tipologias de Cerrado Arborizado, Cerrado Parque, Cerrado Gramíneo-Lenhoso com e sem Floresta de Galeria.

A classe de Agropecuária se caracteriza por lavoura temporária, lavoura permanente e pecuária. Em relação à lavoura temporária, são culturas de curta e média duração que, após a colheita, deixam o terreno disponível para novo cultivo ou para a prática da pecuária. Destacam-se as culturas de milho, feijão e cana-de-açúcar.

A lavoura permanente agrupa todas as culturas de ciclo longo que permitem colheitas sucessivas, sem necessidade de novo plantio. Destacam-se as produções de banana, café e laranja.

As atividades pecuárias estão nas áreas de pastagem, visando a criação de gado (de corte e leiteiro), pastoreio de equinos e, em menor quantidade, a criação de outros tipos de animais. Nestas áreas, predominam vegetação campestre natural ou pastagem plantada para o alimento dos animais.

5.3. Meio Físico

A caracterização do meio físico se fundamentou no Diagnóstico Específico das UTEs - Região Médio Alto do Rio das Velhas (ECOPLAN-SKILL, 2014), e refere-se à toda UTE Poderoso Vermelho, abrangendo os aspectos geológicos, geomorfológicos e pedológicos da região.

5.3.1. Geologia

A geologia insere-se nas ciências da terra e tem como objeto de estudo os agentes de formação e transformação das rochas, além da composição das mesmas e de sua distribuição na crosta terrestre. Os processos geológicos ocorrem de forma endógena e exógena, agindo sobre a matéria exposta na superfície terrestre. Essa matéria desagregada por esses processos pode ser transportada pela ação da gravidade, da água, do gelo ou do vento para novos locais, dando origem às rochas sedimentares.

As porções mais profundas desses pacotes de sedimentos sofrem maior compactação em razão da pressão exercida pela massa desses sedimentos sobrepostos. Essa compressão dos poros resulta no processo de transformação denominado diagênese, que, por sua vez, pode ser sucedida por outros processos de transformação em função do aumento da temperatura e pressão.

Para efeito de estudos, os pacotes rochosos são divididos em unidades estratigráficas para a nomeação de um conjunto de rochas, baseando em critério litológico. Para classificação e nomeação a formação deve ser subdividida em porções de rochas da crosta terrestre em membros ou agrupada em grupos. O conjunto de rochas para ser classificada necessita, além de ser distinguível de outros conjuntos de rochas, possuir distribuição geográfica ampla o suficiente para ser mapeável individualmente, em superfície e/ou em subsuperfície. Além disso, o conjunto de rochas precisa ser delimitado ao nível das mudanças litológicas abruptas ou graduais, conforme os processos erosivos ou de sedimentação.

Neste contexto cada formação geológica apresenta certas características específicas em relação à sua classificação, composição, idade, origem ou outras propriedades similares, que refletem nas formações das classes de solo, no comportamento físico-hídrico e, conseqüentemente, nas formações vegetais na bacia.

Na UTE Poderoso Vermelho, ocorrem 12 unidades geológicas, sendo a mais representativa a unidade Complexo Belo Horizonte, que abrange 78,42% do território da UTE.

A unidade do Complexo Belo Horizonte se caracteriza por gnaisses biotíticos ortoderivados, com bandas leucocráticas graníticas e mesocráticas granodioríticas, migmatitos e granitóides leucocráticos.

As demais unidades são Formação Sete Lagoas (5,81%), Grupo Sabará (5,21%), Grupo Nova Lima (2,99%), Formação Serra de Santa Helena (2,28%), Membro Lagoa Santa (2,21%), Corpo Santa Luzia (1,09%), Formação Cauê (0,88%), Depósitos aluviais e Coluviais (0,65%), Rochas metaultramáficas (0,28%), Formação Cercadinho (0,16%) e Membro Pedro Leopoldo (0,002%) (Figura 8).

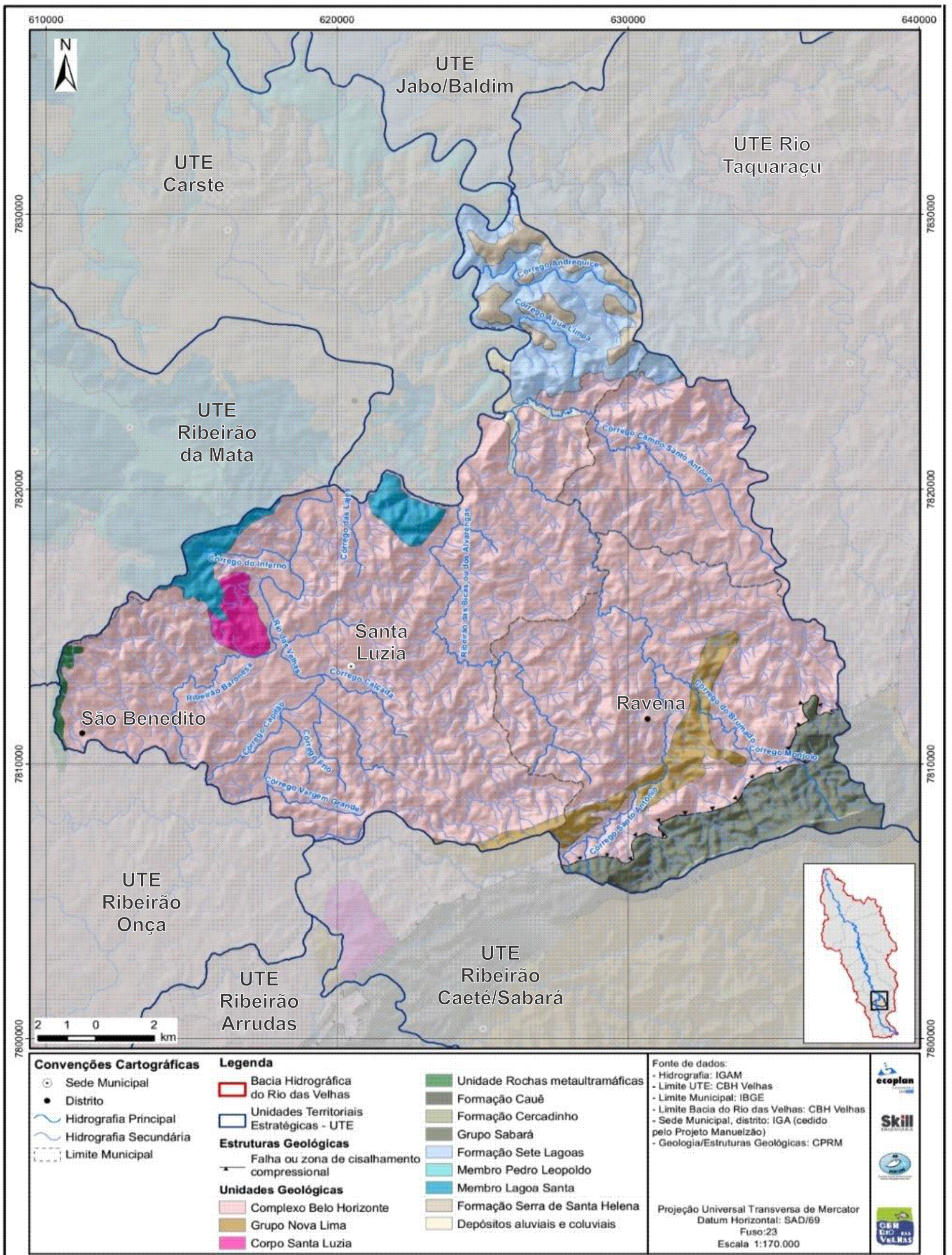


Figura 8. Mapa Geológico da UTE Poderoso Vermelho
Fonte: Ecoplan-Skill (2014)

5.3.2. Geomorfologia

Trata-se de uma ciência que estuda as formas do relevo, sua gênese, composição e os processos que nela atuam. Tem sua importância realçada e aplicada em conjunto com outras ciências que estudam os componentes da superfície terrestre, como rochas, solos, vegetação e água, e na definição da fragilidade/vulnerabilidade do ambiente.

Os aspectos quantitativos do relevo, como as variáveis de altura, comprimento, largura, superfície, volume, altura absoluta e relativa, inclinação, curvatura, orientação, densidade e frequência de suas formas, traduzem os aspectos morfométricos da bacia. Dentre as variáveis mais utilizadas para elaboração de estudos ambientais, destacam-se a hipsometria, a amplitude altimétrica, a extensão da drenagem, a declividade e a densidade de drenagem (CUNHA; GUERRA, 2003).

Essa ciência traz à tona informações necessárias para a realização dos diagnósticos hidroambientais, pois destaca os limites de uma bacia de drenagem e permite caracterizar o sistema hídrico da área.

Segundo Collischonn e Dornelles (2013), a caracterização física da bacia de drenagem permite entender suas respostas hidrológicas, ou seja, o comportamento de transformação relacionado à precipitação, ao sistema de drenagem ao escoamento e à sua distribuição no tempo. O fator forma da bacia traduz a informação do tempo de concentração da água precipitada na bacia até a sua contribuição efetiva para o escoamento superficial, permitindo avaliar o comportamento de picos de cheias.

Outro fator relevante é o entendimento do sistema de drenagem de uma bacia, do rio principal e seus tributários. Essa informação é importante, pois indica a maior ou menor velocidade com que a água deixa a bacia hidrográfica. O padrão de drenagem de uma bacia está condicionado à estrutura geológica do local, tipo de solo, topografia e clima (COLLISCHONN; DORNELLES, 2013).

Na geomorfologia da UTE Poderoso Vermelho, a Depressão Sanfranciscana é a denominação genérica das extensas áreas aplainadas e dissecadas ao longo dos

Execução



Apoio Técnico



Realização



principais rios da região e representa 74,83% (26.975,74 ha) da área da UTE Poderoso Vermelho.

Essa Depressão apresenta desníveis topográficos variáveis e cotas altimétricas que podem chegar a 900 metros. Ao longo de toda a unidade, é comum as formas aplainadas que apresentam superfícies onduladas, e mostram sinais de reelaboração recente, revelando as irregularidades do terreno.

Além disso, próximo aos principais cursos hídricos, é possível encontrar superfícies de aplainamentos pleistocênicos, as quais tiveram origem a partir do entalhamento do rio, condicionadas por fraturamentos pré-cambrianos.

O Planalto do São Francisco apresenta blocos individualizados pela drenagem dos principais cursos hídricos da região, representando 18,53% (6.678,03 ha) da UTE Poderoso Vermelho. A unidade é caracterizada por superfícies tabulares sobre coberturas sedimentares que formam extensas chapadas, com altimetria que pode atingir 1.000 metros com escarpamentos erosivos retilíneos que apresentam desníveis que variam de 50 a 100 metros.

A UTE apresenta formações residuais que foram intensamente dissecadas pelos canais fluviais e geraram colinas côncavo-convexas, colinas com vales encaixados e presença constante de ravinas. O Quadrilátero Ferrífero é uma formação onde a estrutura geológica tem importância primordial na evolução das formas do relevo; na UTE Poderoso Vermelho, representa 6,64% (2.394,45 ha) da área total e possui estruturas que podem chegar a 1.500 metros de altitude.

Essa UTE é formada por alinhamentos de cristas e escarpas, envolve níveis rebaixados de relevo intensamente dissecados, com cristas com vales encaixados, vertentes intensamente ravinadas e colinas onduladas.

5.4. Pedologia

A pedologia se dedica a estudar os solos considerando sua constituição, sua origem e sua morfologia. De acordo com a Embrapa (2014) a classificação de um solo é obtida a partir da avaliação dos dados morfológicos, físicos, químicos e mineralógicos do perfil que o representam, por meio da análise dos aspectos ambientais relacionados ao clima,

vegetação, relevo, material originário, condições hídricas, características externas ao solo e relações solo-paisagem.

Os solos da superfície terrestre apresentam diferentes características com relação à cor, espessura, textura, constituição química, mineralógica, comportamento, entre outros fatores. Entretanto, em uma última análise, cada um desses fatores é resultante de transformações do material de origem, podendo-se afirmar que, a partir desse material (rocha), é que se inicia a história de um determinado solo. O material de origem está sujeito a um conjunto de ações que, atuando ao longo do tempo, promovem ou acentuam fenômenos químicos e físicos de transformação, dando origem a diferentes classes de solos.

Cinco fatores de formação do solo são apresentados por Lima e Lima (2007): clima, relevo, seres vivos, material de origem e tempo. Esse processo de formação resulta de uma sequência de eventos químicos e físicos que podem ser resumidos em processos em adições, perdas, transformações, transporte no interior do perfil e remanejamentos mecânicos. As diferentes combinações desses processos definem as características marcantes de cada tipo de solo e, quanto mais próxima da superfície, mais propensa às pressões ambientais está a rocha (material de origem).

O processo decorrente da atividade climática e biológica sobre essas rochas é denominado intemperismo, que pode se apresentar na modalidade química ou física. De forma geral, essas modalidades de intemperismo ocorrem simultaneamente, sendo que, em razão de diferentes condições climáticas, uma predominar sobre a outra.

Em regiões áridas, predomina-se o intemperismo físico, devido à escassez de água, elemento importante para a ocorrência de eventos químicos. Além disso, a diferença de temperatura em locais que apresentam este tipo de clima promove a expansão e contração das rochas. O intemperismo químico se desencadeia pelo fato do material de origem estar exposto a diferentes condições ambientais como: água, temperatura e pressão.

Por fim, cabe ressaltar que o material de origem, qualquer que seja sua fonte, tem grande importância para a formação dos atributos do solo, com destaque para a textura e a composição química/mineralógica, determinantes do comportamento agrônomo e geotécnico deles.

De acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2013), a classificação de um solo é obtida a partir da avaliação dos dados morfológicos, físicos, químicos e mineralógicos. Aspectos ambientais relacionados à sua localização como: clima, vegetação, relevo, material originário, condições hídricas, características externas ao solo no contexto da zona climática na qual se desenvolveram, bem como em relação ao tipo de vegetação da região, e em relação do solo-paisagem são também utilizados.

A UTE Poderoso Vermelho, apresenta as seguintes classes pedológicas distribuídas ao longo de todo o seu território: Argissolo Vermelho, Argissolo Vermelho-Amarelo, Latossolo Vermelho e Neossolo Litólico.

A caracterização pedológica tem como referência o estudo realizado pela EMBRAPA denominado Mapeamento de solos e aptidão agrícola das terras do estado de Minas Gerais (AMARAL, 2004). Conforme o mapa pedológico (Figura 9), na área da região da UTE Poderoso Vermelho há predominância de Argissolo Vermelho-Amarelo, com pequena presença de Latossolo Vermelho e Neossolos Litólicos no limite sul da UTE e Argissolo Vermelho-Escuro ao norte.

Execução



Apoio Técnico



Realização



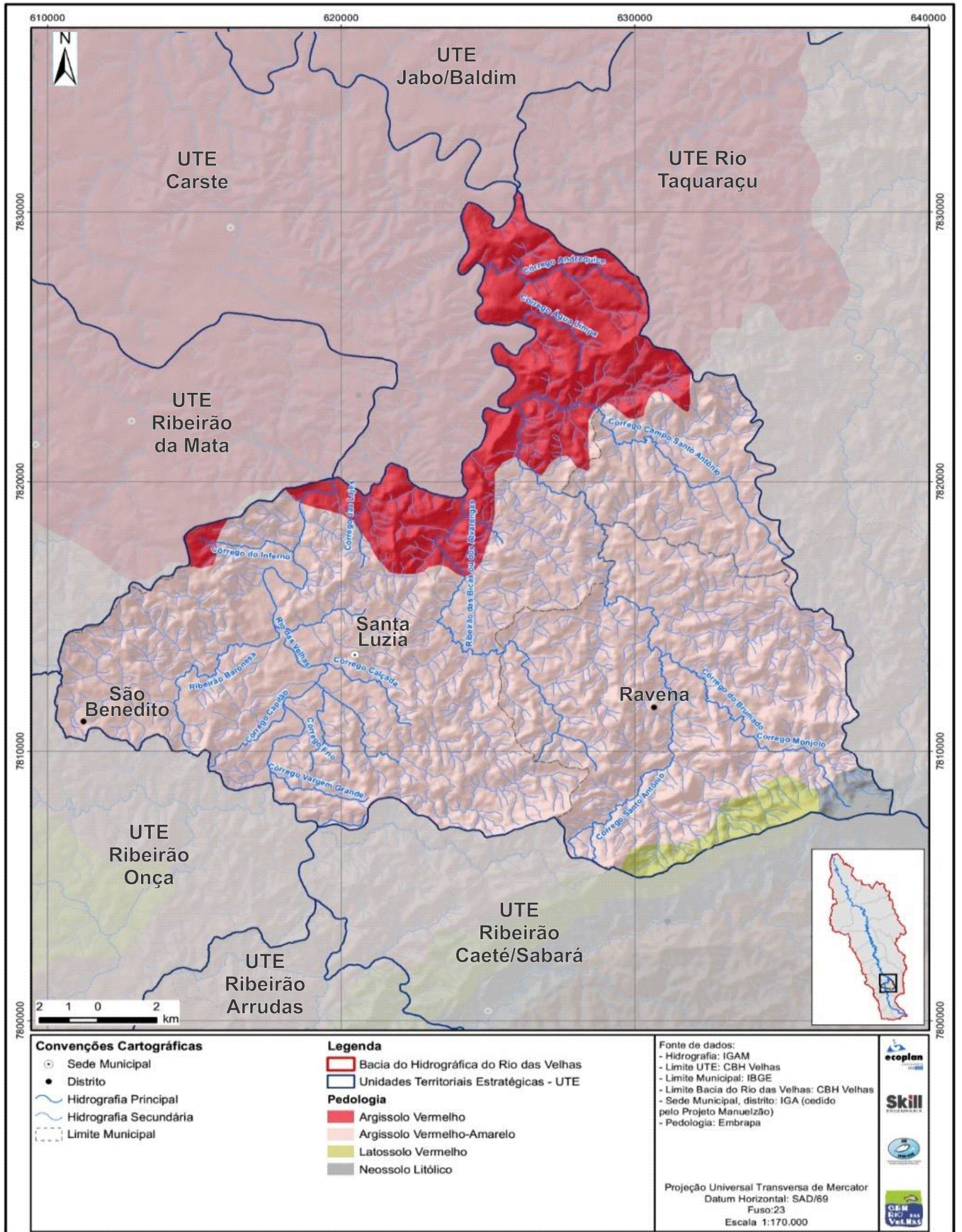


Figura 9. Mapa Pedológico da UTE Poderoso Vermelho
Fonte: Ecoplan-Skill (2014)

A categoria de Argissolo Vermelho-Amarelo são solos de cores vermelho-amareladas ou amarelo-avermelhadas, podem ser alíticos, alumínicos, distróficos e eutrófico. São solos profundos e muito profundos; bem estruturados e bem drenados, apresentam principalmente a textura média/argilosa, podendo apresentar em menor frequência a textura média/média e média/muito argilosa. São solos de baixa a média fertilidade natural, apresentando como principal restrição àqueles que ocorrem em ambientes com relevos movimentados, relacionados aos ambientes de rochas cristalinas (EMBRAPA, 2014).

Já a categoria de Argissolo Vermelho-Escuro são solos com cores de vermelho acentuado, devido a teores mais altos e à natureza dos óxidos de ferro presentes no material originário, em ambientes bem drenados. Apresenta fertilidade natural muito variável devido à diversidade de materiais de origem. O teor de argila no horizonte subsuperficial (de cor vermelha) é bem maior do que no horizonte superficial, sendo esse incremento de argila percebido sem dificuldade quando se faz o exame de textura, no campo. Ocorrem geralmente em áreas de relevo ondulado, mas podem ser identificados em áreas menos declivosas, o que favorece a mecanização. As principais limitações são os declives dos terrenos mais acidentados e a deficiência de fertilidade (EMBRAPA, 2014).

A categoria de Latossolo Vermelho são solos profundos e homogêneos, altamente intemperizados, que apresentam predomínio de caulinita e óxidos de ferro; a maioria dos Latossolos apresenta acentuada acidez, uma baixa reserva de nutrientes e toxidez por alumínio para plantas. Em função de suas características físicas (profundos, drenados, muito porosos, friáveis, bem estruturado) e das condições de relevo suave ondulado, os Latossolos possuem boa aptidão agrícola, desde que corrigida a fertilidade química.

Cabe destacar que o solo bem estruturado apresenta os poros adequados para a entrada de ar e água no solo; porosidade adequada para que a água se movimente através do solo, sendo disponível para as culturas, assim como permita uma boa drenagem do solo; porosidade adequada para o crescimento das culturas após a germinação das sementes, permitindo que as raízes explorem um maior volume de solo em busca de ar, água e nutrientes; e resistência à erosão pela alta agregação (REINERT e REICHERT, 2006).

Execução



Apoio Técnico



Realização



Os Latossolo Vermelho são típicos das regiões equatoriais e tropicais, ocorrendo também nas zonas subtropicais, distribuídos, sobretudo, por amplas e antigas superfícies de erosão, pedimentos ou terraços fluviais antigos, normalmente em relevo plano e suave ondulado, embora possam ocorrer em áreas mais acidentadas, inclusive em relevo montanhoso. São originados a partir das mais diversas espécies de rochas e sedimentos, sob condições de clima e tipos de vegetação os mais diversos. A constituição mineralógica do Latossolo Vermelho compreende, principalmente, óxidos de ferro. São derivados de rochas metamórficas bastante ricas em ferro, englobando itabiritos e crostas ferruginosas. O horizonte A é moderado, sua textura é argilosa, com a ocorrência de vegetação de cerrado e relevo suave ondulado. Apresenta caráter distrófico. O teor de Fe_2O_3 é superior a 36%. Em geral, não são propícios ao uso agrícola (EMBRAPA, 2006).

Os Neossolos Litólicos são solos rasos, onde geralmente a soma dos horizontes sobre a rocha não ultrapassa 50 cm, estando associados normalmente a relevos mais declivosos. As limitações ao uso estão relacionadas a pouca profundidade, presença da rocha e aos declives acentuados associados às áreas de ocorrência destes solos. Estes fatores limitam o crescimento radicular, o uso de máquinas e elevam o risco de erosão. Sua fertilidade está condicionada à soma de bases e à presença de alumínio, sendo maior nos eutróficos e mais limitada nos distrófios e alícos. Os teores de fósforo são baixos em condições naturais (EMBRAPA, 2014).

5.5. Suscetibilidade à Erosão e Fragilidade Ambiental

De acordo com o Diagnóstico Específico das UTEs (ECOPLAN-SKILL, 2014), os processos erosivos potenciais estão associados à capacidade dos cursos hídricos (condição natural) de se recuperar às atividades antrópicas que promovem a degradação ambiental.

A Tabela 3 apresenta as áreas suscetíveis à processos erosivos na área de abrangência da UTE Poderoso Vermelho, destacando as principais características das áreas de Acumulação, Aplainamento, Influência Urbana e Depressão.

Tabela 3. Áreas suscetíveis a processos erosivos na UTE Poderoso Vermelho

Áreas Suscetíveis à Erosão	Área (ha)	Percentual (%)	Principais características
Áreas de Acumulação	1.399,24	3,89	São regiões extremamente planas, com preenchimento aluvial e rupturas recentes.
Áreas de Aplainamento	623,79	1,73	São regiões que predominam as superfícies tabulares conservadas e morros de topos planos. No sopé das escarpas, dominam níveis de erosão acentuada; nas bordas, ocorrem erosão intensa e processos de transformação geoquímica. A agricultura e a silvicultura, presentes nas áreas da UTE Poderoso Vermelho, deixam o solo desprotegido, acelerando a erosão através do escoamento superficial.
Áreas de Influência Urbana	3.364,85	9,33	Nestas áreas, a compactação do solo, a declividade acentuada e a ocupação desordenada, presentes, aceleram as movimentações de massa nas vertentes. Nessas regiões, também são fatores de erosão, alterações fluviais induzidas (canalizações e barramentos), que modificam a carga e a descarga sólida do rio, contribuindo para a abrasão e para o recuo das margens a jusante.
Áreas de Depressão	30.660,33	85,05	Nestas áreas a cobertura vegetal natural é especialmente importante para regular e proteger a camada superficial do solo. Os fatores que suprimem a cobertura vegetal natural destas áreas aumentam a exposição do terreno aos agentes erosivos, podendo surgir ravinas e voçorocas.

Fonte: Ecoplan-Skill (2014)

Conforme apresentado na Tabela 3, as áreas de Depressão apresentam maior incidência a processos erosivos na área de abrangência da UTE Poderoso Vermelho, representando 85,05% (30.660,33 ha) da área da UTE.

Ainda de acordo com Diagnóstico Específico das UTEs (ECOPLAN-SKILL, 2014), entre as potenciais ações responsáveis pelos processos erosivos nas Áreas de Depressão, destacam-se as atividades minerais, manejos agrícolas inadequados, como as queimadas, pisoteio do gado e desmatamento.

Os mapas temáticos de Fragilidade Ambiental (Figura 10) e Suscetibilidade à Erosão (Figura 11) apresentam as áreas suscetíveis a processos erosivos e a classificação da fragilidade ambiental na UTE Poderoso Vermelho.

As áreas de fragilidade ambiental (Figura 10) são distribuídas da seguinte forma, ao longo de toda a UTE Poderoso Vermelho: Fraca: 0,06% (20,86 ha), Média: 21,78% (7.851,01 ha), Forte: 76,58% (27.607,37 ha) e Muito Forte: 1,58% (568,99 ha).

Execução



Apoio Técnico



Realização



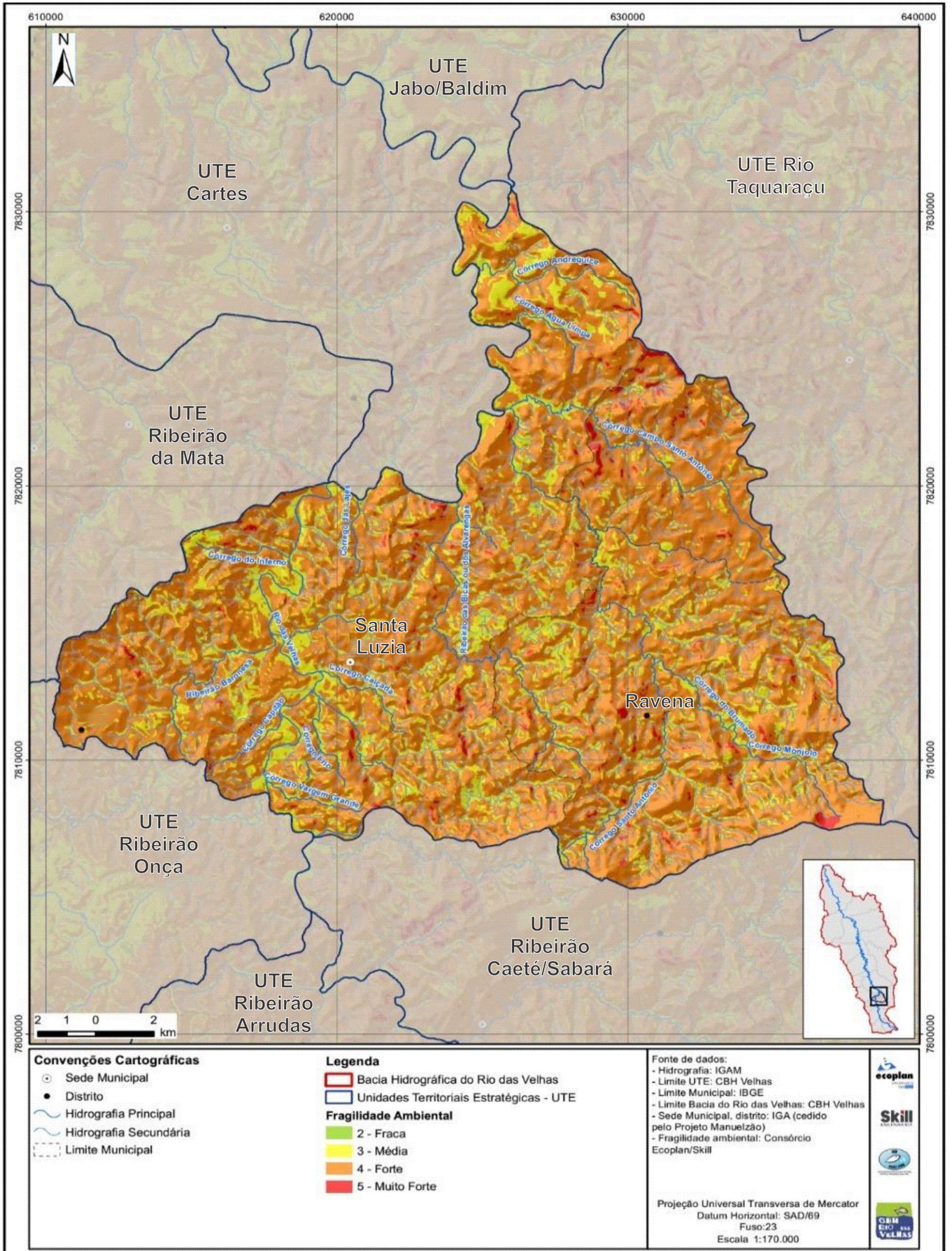


Figura 10. Mapa Fragilidade Ambiental da UTE Poderoso Vermelho
Fonte: Ecoplan-Skill (2014)

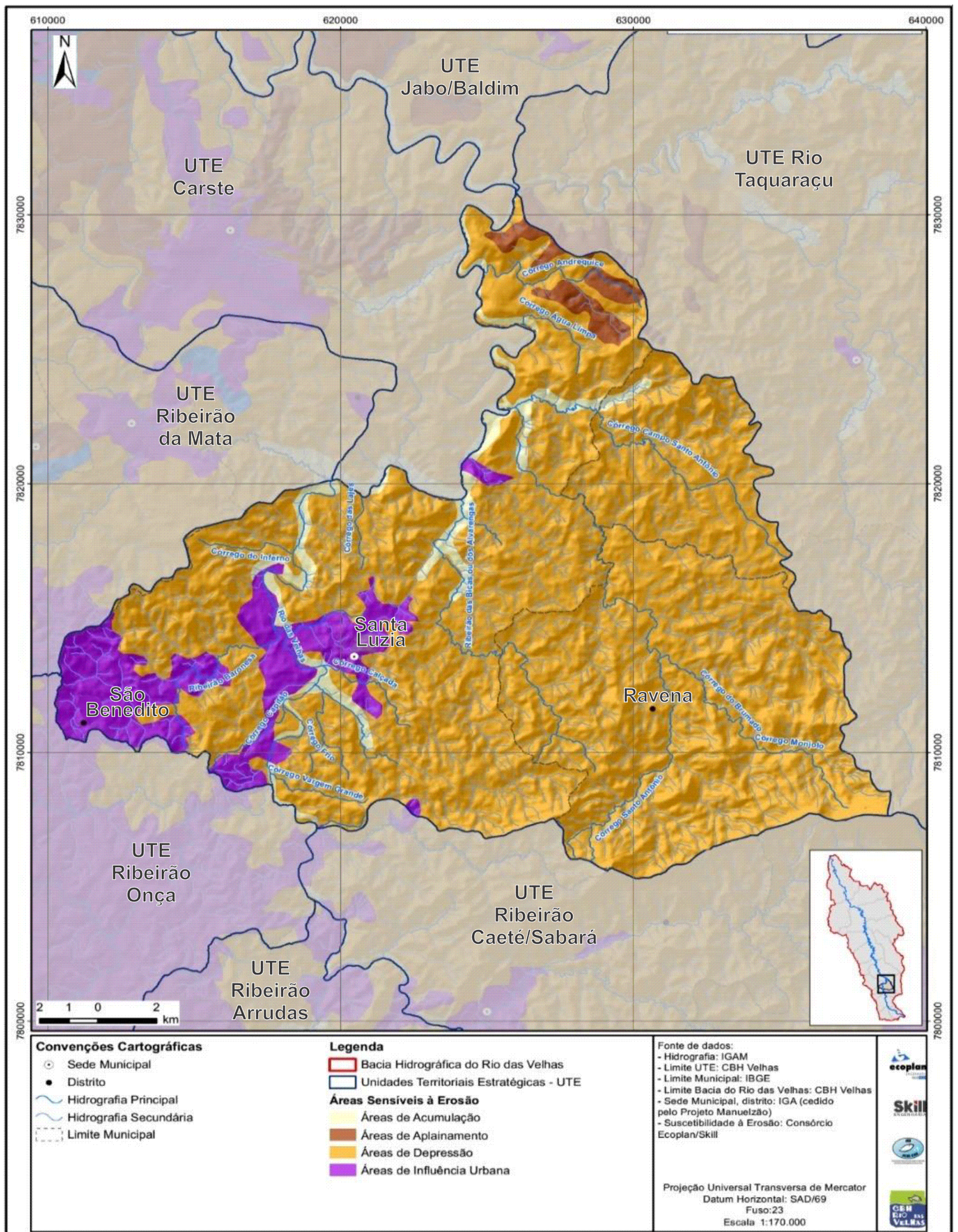


Figura 11. Mapa de Suscetibilidade à Erosão da UTE Poderoso Vermelho
Fonte: Ecoplan-Skill (2014)

5.6. Atividades Minerárias

De acordo com a Agência Nacional de Mineração (2017), os requerimentos minerários são processos protocolizados junto ao Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), com o objetivo de licenciar o processo minerário, sendo necessário analisar as técnicas de extração e os estudos de prioridades que deverão ser protocolados na Superintendência de Meio Ambiente localizada onde a área será explorada.

A UTE Poderoso Vermelho é caracterizada pela grande quantidade de cadastros minerários ao longo do seu território. Para análise dessa situação, foi utilizada a base de dados atualizada do DNPM, fornecida pelo Sistema de Informações Geográficas da Mineração (SIGMINE), através de extração de arquivos em formato shapefile, compatíveis com programas de geoprocessamento, a fim de identificar os processos minerários instalados na UTE Poderoso Vermelho e na sub-bacia do Córrego Brumado. Os dados dos processos minerários foram obtidos na data de 28 de março de 2018.

Na UTE Poderoso Vermelho, há 141 processos minerários para exploração de 12 substâncias distintas distribuídas conforme Tabela 4.

Tabela 4. Processos minerários na UTE Poderoso Vermelho

Substância	Quantidade
Argila	52
Calcário	5
Caulim	3
Dado não cadastrado	2
Ferro	3
Gnaisse	22
Granito	6
Minério de Ferro	19
Minério de Manganês	2
Minério de Ouro	2
Ouro	3
Quartzo	22
TOTAL	141

Fonte: DNPM (2018)

Execução



Apoio Técnico



Realização



Nos requerimentos minerários, as fases que merecem maior atenção são as de Lavra Garimpeira e Concessão de Lavra, pois representam as áreas que possuem permissão para executar a extração do mineral. Nessas fases, a UTE apresenta 10 registros para Concessão de Lavra, sendo 2 para ferro, 1 para gnaisse, 3 para minério de ferro, 3 para ouro e 1 para quartzo, conforme apresentado na Figura 12.

Pode-se observar que as áreas que são destinadas à extração mineral correspondem aproximadamente 7% de todos os processos minerários presentes no UTE Poderoso Vermelho. No entanto, é eminente a mudança de fase dos demais empreendimentos para Lavra Garimpeira ou Concessão de Lavra, podendo vir a contribuir ainda mais aos fatores de pressão na UTE.

Execução



Apoio Técnico

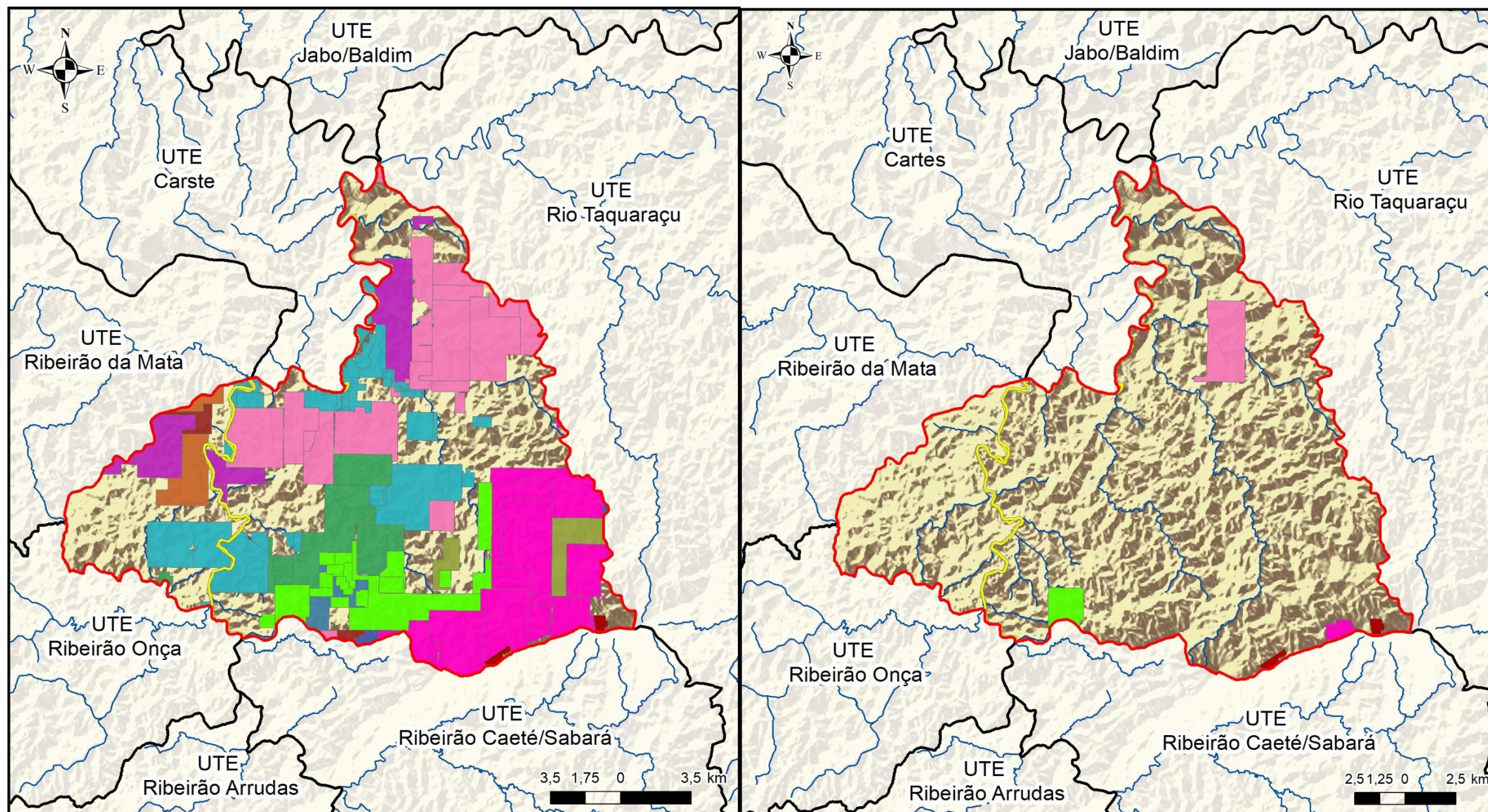


Realização



PROCESSOS MINERÁRIOS

PROCESSOS EM FASE DE CONCESSÃO DE LAVRA



LEGENDA

- Unidades Territoriais Estratégicas - UTE
- Drenagens do Rio das Velhas
- UTE Poderoso Vermelho

SUBSTÂNCIAS

- | | | | | |
|----------|---------------------|---------|---------------------|---------|
| Areia | Cascalho | Ferro | MINÉRIO DE FERRO | OURO |
| Argila | Caulim | Gnaisse | MINÉRIO DE MANGANÊS | QUARTZO |
| Calcário | Dado não cadastrado | GRANITO | MINÉRIO DE OURO | |

Datum Sirgas 2000
Fonte: DNPM (2018)

Figura 12. Processos minerários e em fase de concessões de lavra na UTE Poderoso Vermelho
Elaborado por: LOCALMAQ (2018)

5.7. Meio Biótico

De acordo com o Art. 6º da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº. 001/86, a caracterização do meio biótico inclui a fauna e a flora, destacando as espécies indicadoras da qualidade ambiental, de valor científico e econômico, raras e ameaçadas de extinção e as áreas de preservação permanente. A importância de analisar o meio biótico se deve pelo fato de que, a partir de estudos de vegetação e fauna, torna-se possível propor uma boa estratégia para o uso sustentável dos recursos naturais, auxiliando também na sua conservação e recuperação.

A caracterização do meio biótico apresentada neste diagnóstico foi descrita sobre áreas de vegetações encontradas na área de abrangência da UTE Poderoso Vermelho. O mapa de Vegetação (Figura 13) apresenta as classes descritas na Tabela 5.

Tabela 5. Vegetação na UTE Poderoso Vermelho

Classes	ha	%
Floresta Estacional Semidecidual Aluvial	2,77	0,01
Influência Urbana	3.376,70	9,37
Pecuária (pastagem)	7.071,41	19,62
Reflorestamento	83,71	0,23
Savana	337,38	0,94
Savana Florestada	6.521,29	18,09
Savana Gramíneo-Lenhosa com Floresta de Galeria	488,95	1,36
Savana Parque com Floresta de Galeria	18.166,02	50,39
Total	36.048,23	100,00

Fonte: Ecoplan-Skill (2014)

Execução



Apoio Técnico



Realização



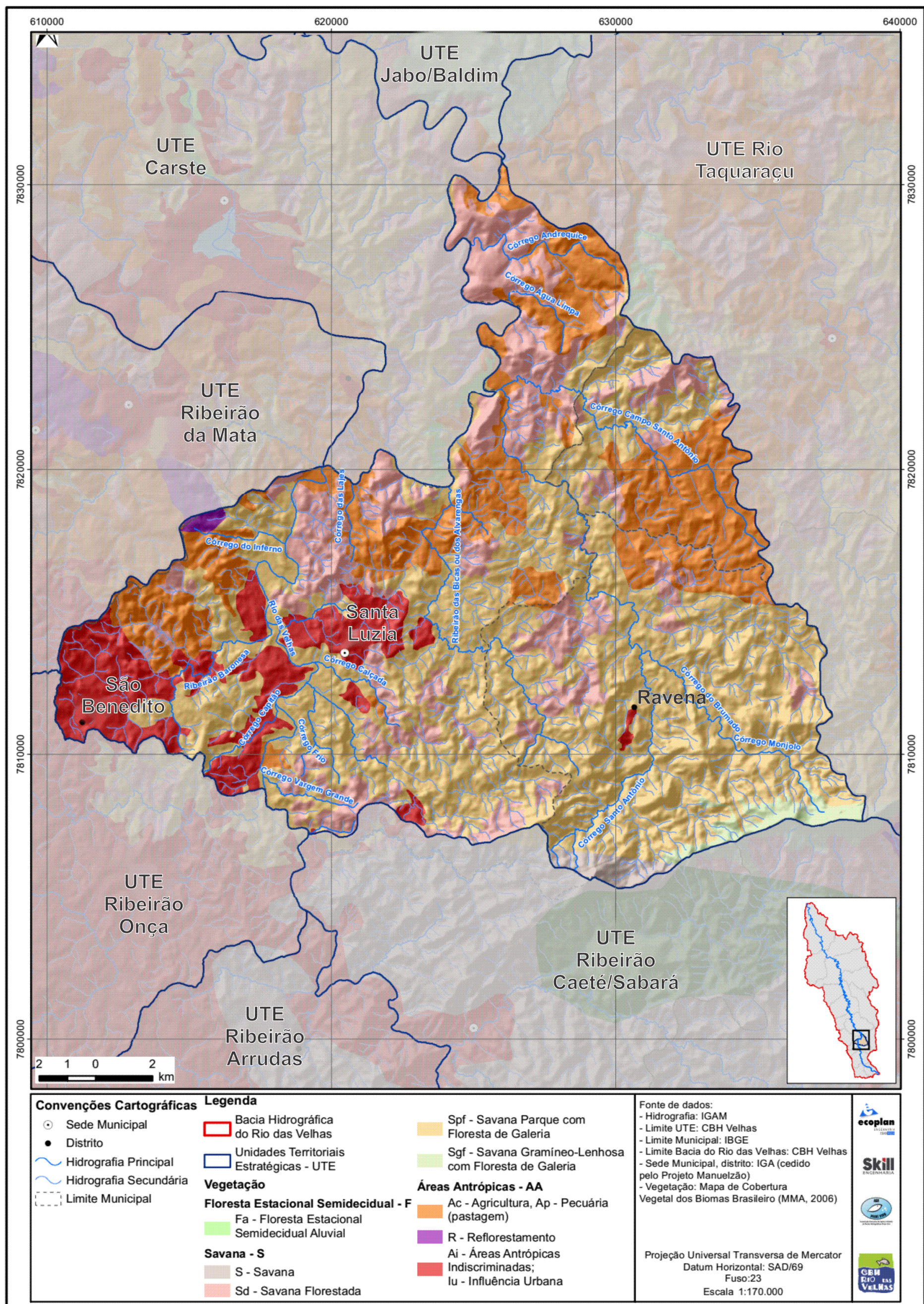


Figura 13. Mapa de Vegetação da UTE Poderoso Vermelho
Fonte: Ecoplan-Skill (2014)

A Tabela 6 apresenta algumas características das Unidades de Conservação (UCs) localizadas na área de abrangência da UTE Poderoso Vermelho, a saber: Monumento do Santuário Serra da Piedade, Refúgio de Vida Silvestre (RVIS) Macaúbas, Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) - Fazenda dos Cordeiros e RPPN - Mata da Copaíba.

Tabela 6. Unidades de Conservação na UTE Poderoso Vermelho

Áreas Protegidas	Adm.	Área Total da UC (ha)	Área da UC inserida na UTE (ha)	Área da UC inserida na UTE (%)	Representação da UC na área da UTE (%)	Tipo de Cobertura	Situação das Coberturas da UC (%)
Monumento do Santuário Serra da Piedade	Estadual	1.950,35	225,46	11,56	0,63	Natural	100,0
Refúgio de Vida Silvestre (RVIS) - Macaúbas	Estadual	2.281,80	1.421,89	62,33	3,94	Natural	91,08
						Antrópico	8,92
Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) - Fazenda dos Cordeiros	Estadual	24,77	24,77	100	0,07	Natural	100,0
Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) - Mata da Copaíba	Estadual	4,98	4,98	100	0,01	Natural	100,0

Fonte: Adaptado de EcoPlan-Skill (2014)

Conforme apresentando na Tabela 6, a Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) - Fazenda dos Cordeiros e a RPPN - Mata da Copaíba estão inseridas 100% na área da UTE Poderoso Vermelho e com a situação da cobertura totalmente natural.

Com relação ao Monumento do Santuário Serra da Piedade, este possui 11,56 % de área da UC está inserida na UTE Poderoso Vermelho, com a cobertura totalmente natural. Já o Refúgio de Vida Silvestre (RVIS) - Macaúbas apresenta 62,33% de área da UC, com cobertura Natural e Antrópica correspondendo a 91,08 % e 8,92%, respectivamente.

O mapa de Áreas Prioritárias para Conservação (Figura 14) mostra as áreas protegidas, e o mapa da Situação das Unidades de Conservação da UTE Poderoso Vermelho (Figura 15) apresenta a situação das unidades.

Execução



Apoio Técnico



Realização



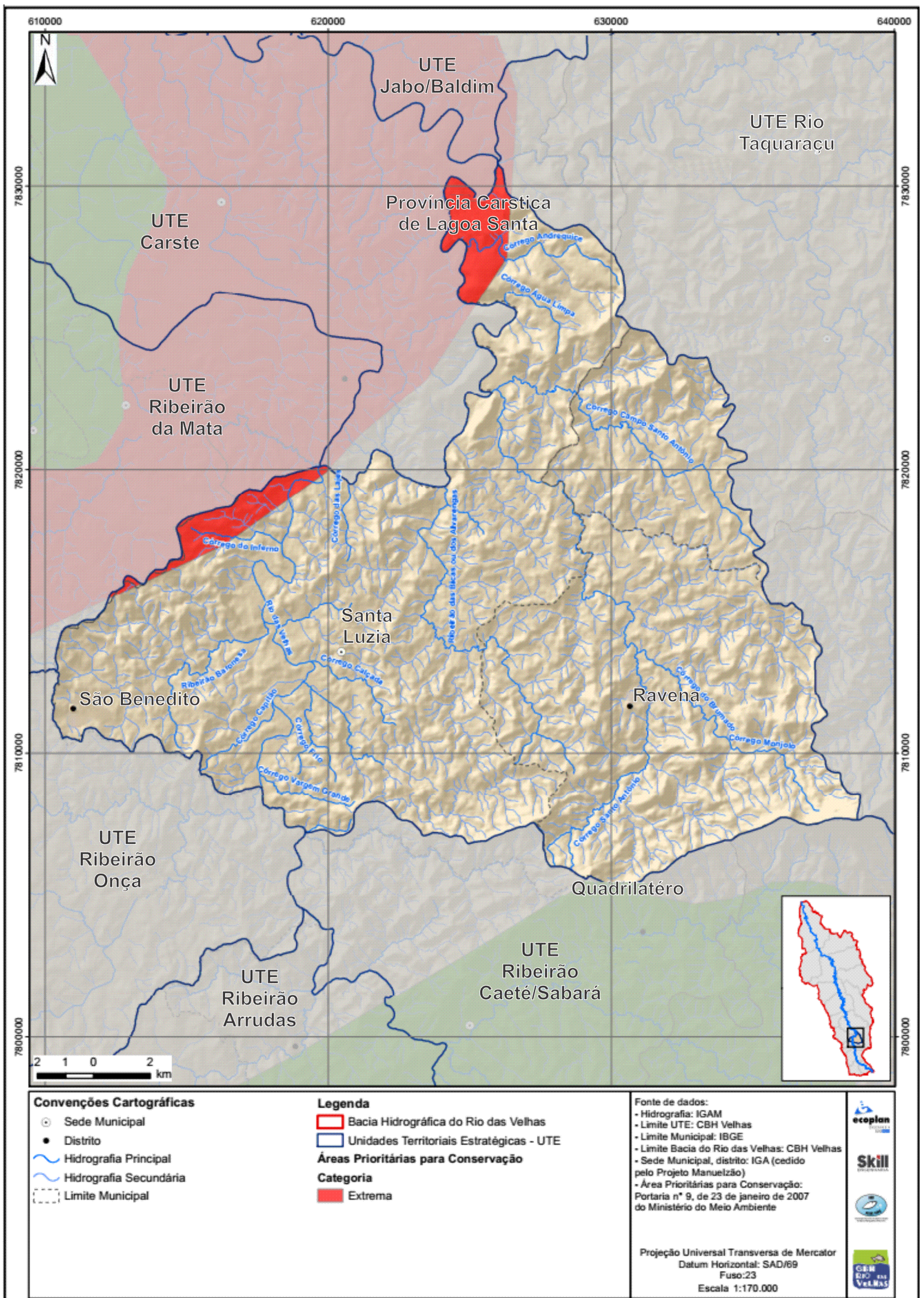


Figura 14. Mapa das Áreas Prioritárias para Conservação na UTE Poderoso Vermelho
Fonte: Ecoplan-Skill (2014)

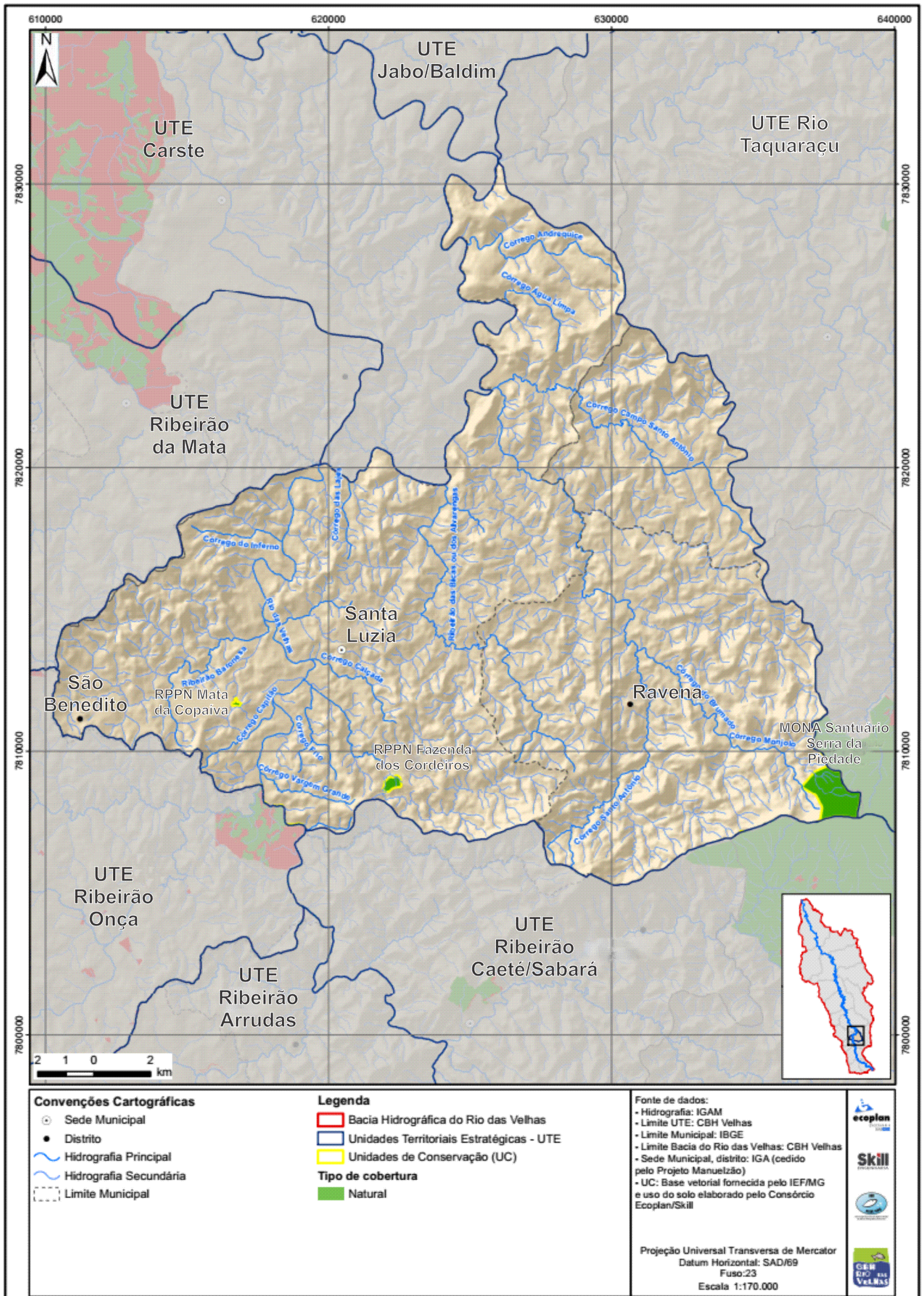


Figura 15. Mapa da Situação das Unidades de Conservação da UTE Poderoso Vermelho
Fonte: Ecoplan-Skill (2014)

Segundo o Diagnóstico Específico das UTEs (ECOPLAN-SKILL, 2014), a área prioritária para conservação na UTE Poderoso Vermelho é a Província Cárstica de Lagoa Santa, com uma área total de 1.345,0 ha, representando 3% da UTE, como apresentado na Figura 14.

Cabe destacar a extrema relevância da proteção ambiental da Província Cárstica de Lagoa Santa inserida na região da UTE Poderoso Vermelho, pois a área Cárstica de Lagoa Santa é considerada uma das regiões brasileiras mais importantes em termos de paisagem cárstica carbonática.

De acordo com Rosa (2012), a região Cárstica de Lagoa Santa apresenta uma geomorfologia cárstica típica e diversificada, com grande quantidade de dolinas em variedade de tamanhos, formas e padrões genéticos, muitas vezes limitadas por paredões calcários lineares. Além disso, apresenta uma riqueza ambiental em termos paisagísticos, de fauna e flora, de riquezas subterrâneas cênicas, minerais e fossilíferas, em aspectos históricos, pré-históricos, culturais e nas particularidades de seu sistema hídrico.

5.8. Socioeconomia

A socioeconomia envolve levantamentos e estudos sobre as populações residentes em uma determinada área, com a caracterização das principais atividades econômicas desenvolvidas e estudos sobre hábitos, história e cultura local (ECÓTONUS, 2012). Deste modo, as informações contidas nos tópicos subsequentes compõem uma síntese estatística de indicadores que retratam a situação socioeconômica da UTE Poderoso Vermelho.

5.8.1. Atividades econômicas

Segundo Ferraz e Santos (2009), o Produto Interno Bruto (PIB) é um medidor econômico que indica a totalidade da renda obtida internamente em uma determinada região. O PIB se relaciona diretamente com o Valor Adicional Bruto (VAB), que indica a totalidade da renda obtida internamente por setor.

Os dados do PIB e VAB (Tabela 7) referem-se ao ano de 2015, sendo disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Para efeitos de cálculo, o PIB dos municípios foi distribuído de acordo com a área territorial dos municípios de Sabará, Santa Luzia e Taquaraçu de Minas, inseridos na UTE Poderoso Vermelho, oferecendo uma aproximação de sua distribuição efetiva em cada território e por setor de atividade em serviços, administração pública, indústria, agropecuário e valor impostos (IBGE, 2015).

Tabela 7. Valor estimado (x 1000 R\$) do PIB municipal e VAB por setor

Nome do Município	VAB Agropecuária	VAB Indústria	VAB Serviços	VAB Administração Pública	VAB Impostos	PIB	PIB per capita
Sabará	1.897,90	728.215,49	817.507,18	463.387,22	186.447,98	2.197.455,77	16.352,31
Santa Luzia	2.782,09	932.439,09	1.236.861,92	655.735,97	417.073,60	3.244.892,68	15.005,01
Taquaraçu de Minas	4.606,98	4.168,84	15.105,82	19.694,58	2.449,87	46.026,08	11.420,86
UTE Poderoso Vermelho	9.286,97	1.664.823,42	2.069.474,92	1.138.817,77	605.971,45	5.488.374,53	42.778,18

Fonte: IBGE (2015)

Execução



Apoio Técnico



Realização



Como pode ser verificado na Tabela 7, o município de Santa Luzia apresentou melhor classificação no PIB em relação aos demais municípios da UTE Poderoso Vermelho. Sendo assim, pode ser considerado o município de maiores índices de consumo, investimentos e potencial para atividades relacionadas ao comércio da UTE. Porém, se avaliado o PIB per capita - produto interno bruto dividido pelo número de habitantes - considerado indicador de qualidade de vida da população, o município de Santa Luzia apresentou a segunda melhor posição, atrás do município de Sabará.

A Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) trata de um importante mecanismo de coleta de dados e informações socioeconômicas criados para controlar as atividades trabalhistas existentes no país. A Tabela 8 apresenta o RAIS da UTE Poderoso Vermelho, representando a quantificação dos estabelecimentos por municípios e por tipo de atividade econômica.

O município de Santa Luzia possui o maior número de estabelecimentos, sobretudo no setor comercial e de prestação de serviços, o que faz com que o PIB local seja maior em comparação aos demais. Observa-se que o município de Taquaraçu de Minas apresenta o menor número de estabelecimentos, conseqüentemente, o menor PIB da UTE.

Verifica-se, de forma geral, que na UTE Poderoso Vermelho há predominância de estabelecimentos do setor terciário, dentre os quais, empreendimentos comerciais e de prestação de serviços, que contribuem significativamente no valor final do PIB da região.

Destaca-se que não foram encontrados dados mais recentes do RAIS a respeito dos municípios da UTE Poderoso Vermelho.

Tabela 8. Número de estabelecimentos por municípios e por tipo de atividade econômica na UTE Poderoso Vermelho

Unidade Territorial	Extrativa Mineral	Indústria de Transformação	Serviços Industriais de Utilidade Pública	Construção Civil	Comércio	Serviços	Administração Pública	Agropecuária, Extração Vegetal, Caça e Pesca	Total
Sabará	8	149	5	98	435	370	2	16	1.083
Santa Luzia	8	270	2	197	950	603	4	54	2.088
Taquaraçu de Minas	3	3	0	2	8	9	2	24	51
UTE Poderoso Vermelho	19	422	7	297	1.393	982	8	94	3.222

Fonte: RAIS (2011)

5.8.2. Estrutura fundiária

A UTE Poderoso Vermelho apresenta uma estrutura fundiária, ao nível de município, baseada na distribuição de terras. Os últimos dados registrados acerca do assunto foram disponibilizados pelo Censo Agropecuário de 2006 do IBGE. Segundo Silveira (2017), um novo Censo Agropecuário foi iniciado em 2017, com previsão de divulgação dos novos dados pelo IBGE a partir de maio de 2018. Diante disso, os dados discorridos nesse tópico foram baseados no ano de 2006.

A Figura 16 apresenta a distribuição em porcentagem das áreas das propriedades rurais segundo faixas de tamanho das propriedades.

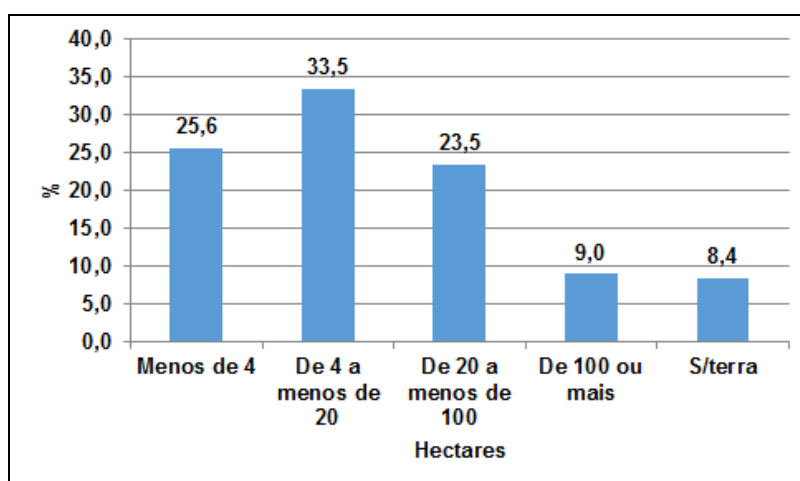


Figura 16. Distribuição percentual das propriedades rurais da UTE Poderoso Vermelho, de acordo com o tamanho
Fonte: Ecoplan-Skill (2014)

Como pode ser observado na Figura 16, em relação ao percentual mais representativo de distribuição de área na UTE Poderoso Vermelho, as propriedades que possuem de 4 a 20 hectares representam cerca de 33,5% das áreas agricultáveis da UTE. Também pode ser considerado significativo o percentual de propriedades com menos de 4 hectares, que representam 25,6%.

Na Figura 17 pode-se verificar a distribuição, em porcentagem, da utilização das terras das propriedades rurais dos municípios da UTE em relação à matas e florestas naturais; matas e florestas naturais em área de preservação permanente (APP); pastagem plantadas boas; pastagens plantadas degradadas; pastagens naturais; lavouras temporárias e permanentes.

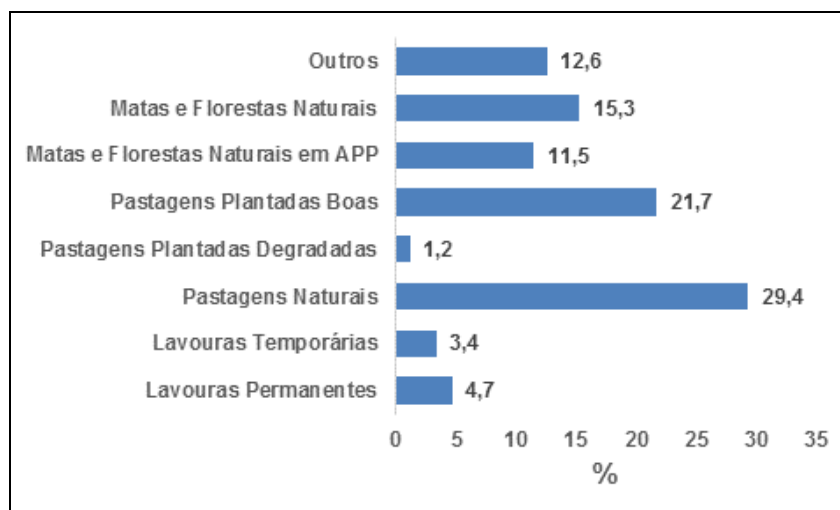


Figura 17. Distribuição (%) da utilização das terras das propriedades rurais dos municípios da UTE Poderoso Vermelho
Fonte: Ecoplan-Skill (2014)

Verifica-se, conforme os dados apresentados na Figura 17, a predominância de pastagens naturais, representando 29,4% da utilização das terras das propriedades rurais dos municípios da UTE, seguido por 21,7% de pastagens plantadas em boas condições. Em contrapartida, a menor porcentagem detectada foi para pastagens plantadas degradadas, equivalente a 1,2%.

5.8.3. Atividades agrícolas e pecuárias

A agropecuária é uma das principais atividades econômicas e consiste na exploração do espaço rural por meio do plantio e da criação de animais de corte em larga escala, sendo o Brasil um dos principais produtores agrícolas do mundo (CASTRO, 2014).

A produção agrícola da UTE Poderoso Vermelho foi analisada com base nos dados da Produção Agrícola Municipal (PAM) que investiga, anualmente, um conjunto de produtos das lavouras temporárias e permanentes do País (IBGE, 2016).

Os dados pesquisados relativos às culturas permanentes e temporárias dos municípios que compõem a UTE Poderoso Vermelho estão apresentados nas Tabelas subsequentes (Tabela 9, Tabela 10 e Tabela 11).

Tabela 9. Produção agrícola - Lavoura Permanente e Temporária dos municípios da UTE Poderoso Vermelho (2016)

Municípios	Lavouras Permanentes			Lavouras Temporárias			Totais		
	Quant. (t)	Área (ha)	% (Área)	Quant. (t)	Área (ha)	% (Área)	Quant. (t)	Área (ha)	% (Área)
Sabará	1.200	120	62,83	668	71	37,17	1.868	191	100
Santa Luzia	600	50	37,59	126	83	62,41	726	133	100
Taquaraçu de Minas	1735	162	57,65	1394	119	42,35	3129	281	100
UTE Poderoso Vermelho	3.535	332	54,88	2188	273	45,12	5.723	605	100

Fonte: IBGE (2016)

Tabela 10. Descrição das culturas permanentes dos municípios da UTE Poderoso Vermelho (2016)

Município	Produção Agrícola - Lavoura Permanente (2016)							
	Abacate		Banana		Limão		Pimenta-do-Reino	
	Quant. (t)	Área (ha)	Quant. (t)	Área (ha)	Quant. (t)	Área (ha)	Quant. (t)	Área (ha)
Sabará	-	-	1200	120	-	-	-	-
Santa Luzia	-	-	600	50	-	-	-	-
Taquaraçu de Minas	20	2	1650	150	50	5	15	5
UTE Poderoso Vermelho	20	2	3450	320	50	5	15	5

Fonte: IBGE (2016)

Tabela 11. Descrição das culturas temporárias dos municípios da UTE Poderoso Vermelho (2016)

Município	Produção Agrícola - Lavoura Temporária (2016)											
	Tomate		Milho		Alho		Cana-de-açúcar		Feijão		Mandioca	
	Quant. (t)	Área (ha)	Quant. (t)	Área (ha)	Quant. (t)	Área (ha)	Quant. (t)	Área (ha)	Quant. (t)	Área (ha)	Quant. (t)	Área (ha)
Sabará	55	1	150	50	-	-	320	8	3	5	140	7
Santa Luzia	-	-	-	-	30	3	-	-	96	80	-	-
Taquaraçu de Minas	-	-	280	80	-	-	960	24	4	5	150	10
UTE Poderoso Vermelho	55	1	430	130	30	3	1280	32	103	90	290	17

Fonte: IBGE (2016)

Conforme apresentado na Tabela 9, a área plantada de lavoura permanente no conjunto de municípios que integram a UTE Poderoso Vermelho foi de 332 ha em 2016. O principal cultivo permanente (Tabela 10) foi a banana (320 ha), cultivada em ambos os municípios, correspondendo a 96% hectares da área total destinada as culturas.

A Figura 18 apresenta a série histórica da área destinada ao cultivo de banana nos anos de 2004 a 2016 dos municípios que compõem a UTE. Verifica-se que em 2006 Sabará era o maior produtor, decaindo a produção a partir de 2008. Desde 2012, Taquaraçu de Minas vem sendo o maior produtor de banana, seguido por Sabará e Santa Luzia.

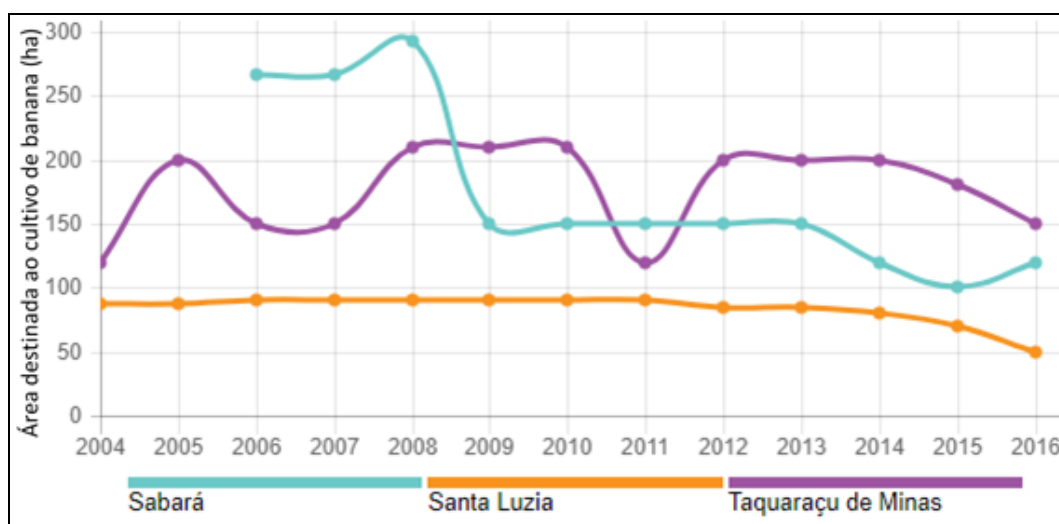


Figura 18. Série histórica da área destinada ao cultivo da banana dos Municípios da UTE Poderoso Vermelho - 2004/2016
Fonte: IBGE (2016)

Com relação à lavoura temporária, a UTE registrou 273 hectares de área plantada, tendo como principais culturas o milho (130 ha), o feijão (90 ha), a cana-de-açúcar (32 ha), a mandioca (17 ha), o alho (3 ha) e o tomate (1 ha), conforme Tabela 9.

O feijão foi a cultura temporária em comum dos municípios que compõem a UTE no ano de 2016. A Figura 19 apresenta a série histórica da área destinada ao cultivo do feijão dos anos de 2004 a 2016. Verifica-se que no período compreendido entre 2013 e 2016 o município de Santa Luzia não produziu feijão, sendo que, em 2016, a maior área destinada a este cultivo foi deste município.

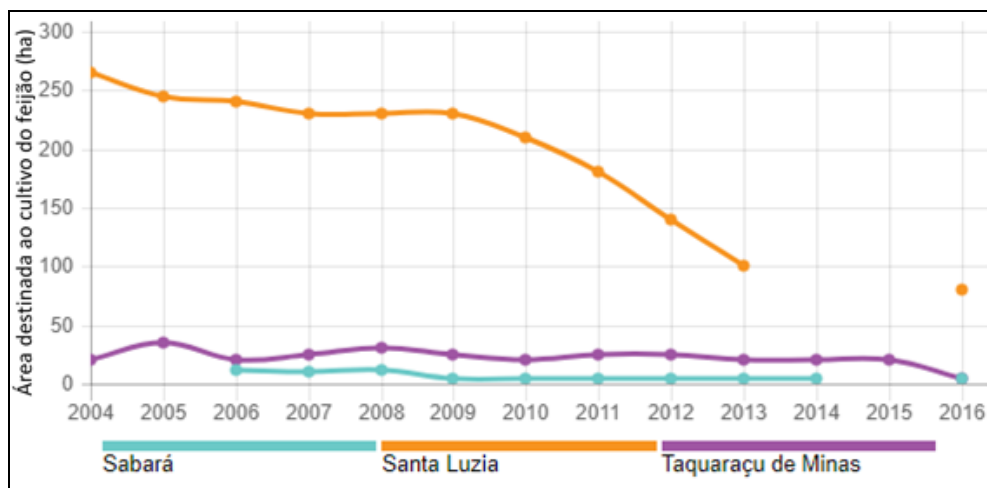


Figura 19. Série histórica da área destinada ao cultivo do feijão dos Municípios da UTE Poderoso Vermelho - 2004/2016
 Fonte: IBGE (2016)

Quanto à pecuária, a Tabela 12 apresenta a Produção Pecuária Municipal (PPM) dos municípios que compõem a UTE Poderoso Vermelho no ano de 2016.

Tabela 12. Produção Pecuária Municipal (PPM) dos municípios da UTE Poderoso Vermelho (2016)

Pecuária (2016)							
Municípios	Cabeças						
	Bovino	Bubalino	Caprino	Equino	Galináceo	Ovino	Suíno
Sabará	1.982	10	15	185	9.200	10	3.512
Santa Luzia	4.576	13	50	745	-	80	750
Taquaraçu de Minas	7.484	-	35	410	300	175	480
UTE Poderoso Vermelho	14.042	23	100	1.340	9.500	265	4.742

Fonte: IBGE (2016)

Verifica-se, conforme a Tabela 12, que o principal rebanho da UTE Poderoso Vermelho foi o de bovinos, compreendendo a 14.042 cabeças, tendo como principal produtor, em 2016, o município de Taquaraçu de Minas (7.484 cabeças), seguido por Santa Luzia (4.576 cabeças) e Sabará (1.982 cabeças).

Analisando a série histórica do efetivo rebanho bovino nos anos de 2004 a 2016 dos municípios que compõem a UTE (Figura 20), verifica-se que o município de Taquaraçu de Minas vem sendo o maior produtor bovino em relação aos demais municípios da UTE.

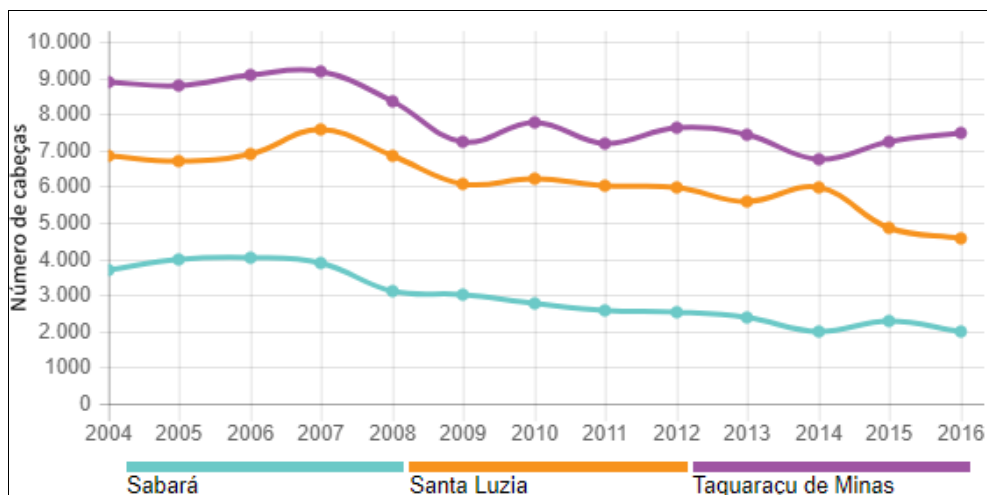


Figura 20. Série histórica do efetivo rebanho bovino dos Municípios da UTE Poderoso Vermelho - 2004/2016
 Fonte: IBGE (2016)

Ainda segundo a Tabela 12, o segundo maior rebanho registrado na UTE foi o galináceo, com 9.500 cabeças, tendo o município de Sabará como o maior produtor (9.200 cabeças). Sabará também foi o maior produtor de suínos (3.512 cabeças), contribuindo com 74% da produção total de suínos da UTE Poderoso Vermelho, que foi de 4.742 cabeças.

5.9. Saneamento Ambiental

O saneamento básico foi definido pela Lei Federal nº 11.445/2007 como o conjunto de serviços, infra-estruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais. Trata-se de serviços que podem ser prestados por empresas públicas ou, em regime de concessão, por empresas privadas, sendo esses serviços considerados essenciais, tendo em vista a necessidade imperiosa destes por parte da população, além da sua importância para a saúde de toda a sociedade e para o meio ambiente (TRATABRASIL, 2012).

Com a finalidade de diminuir o impacto ambiental, promover o aumento da qualidade de vida da população e a prevenção de doenças, o saneamento básico é um direito assegurado pela Constituição e definido pela Lei Federal nº. 11.445 de 2007, que determina a obrigatoriedade por parte dos municípios de elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico, bem como estabelece as diretrizes para Política Nacional de Saneamento Básico.

O Plano Municipal de Saneamento Básico é um instrumento de planejamento para a prestação dos serviços públicos de saneamento básico que tem como um de seus objetivos determinar as diretrizes para a prestação de serviços, as obrigações do titular, as condições para delegação dos serviços, as regras para as relações entre o titular e os prestadores de serviços e as condições para a retomada dos serviços, quando for o caso.

Todos os municípios inseridos na UTE Poderoso Vermelho possuem Plano Municipal de Saneamento Básico. Nos tópicos subsequentes estão descritos informações sobre a situação da prestação dos serviços de saneamento nesses municípios.

5.9.1. Abastecimento de Água

Os serviços de abastecimento de água dos municípios de abrangência da UTE Poderoso Vermelho são prestados pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA). Contudo, a COPASA é responsável pelos sistemas coletivos somente nas sedes dos municípios, atendendo a população urbana. Nas demais localidades, como distritos e comunidades rurais, há sistemas individuais.

Conforme o Relatório Anual de Qualidade de Água (COPASA, 2017), o tratamento da água bruta das captações superficiais dos municípios é realizado em Estações de Tratamento de Água (ETAs) do tipo convencionais. Para os sistemas com captações subterrâneas, o tratamento da água é realizado por simples desinfecção e fluoretação.

Ainda de acordo com o Relatório Anual de Qualidade da Água (COPASA, 2017), os mananciais do sistema de abastecimento de água (SAA) são permanentemente monitorados por análises físico-químicas, bacteriológicas e hidrobiológicas. Os resultados das análises de qualidade de água realizadas durante o ano de 2017, em todos os municípios, atenderam à Portaria do Ministério da Saúde nº 2.914/2011 que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

A Tabela 13 apresenta as principais informações sobre os SAA dos municípios que compõem a UTE Poderoso Vermelho.

Tabela 13. Características do sistema de abastecimento de água (SAA) dos municípios da UTE Poderoso Vermelho

Nome do Município	Prestador do Serviço	Manancial	População Urbana atendida com abastecimento de água (Habitantes)	Índice de atendimento urbano de água (%)	Extensão da rede de água (km)	Volume de água produzido (1.000 m ³ /ano)	Volume de água tratada em ETAs (1.000 m ³ /ano)	Volume de água consumido (1.000 m ³ /ano)	Índice de consumo de água (%)	Consumo médio <i>per capita</i> de água (L/hab./dia)
Sabará	COPASA	Superficial e Subterrâneo	112.821	85,61	475,62	12.335,77	12.335,77	5.428,02	44,22	130
Santa Luzia	COPASA	Superficial e Subterrâneo	180.823	83,33	764,19	15.563,16	15.563,16	8.206,71	53	123,62
Taquaraçu de Minas	COPASA	Superficial e Subterrâneo	1.875	100	20,44	231,4	181,47	153,37	66,61	194,4

Fonte: Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS (2016)

Da Figura 21 a Figura 25 estão apresentados os croquis representativos dos SAA existentes nos municípios de Sabará, Santa Luzia e Taquaraçu de Minas. Os croquis foram obtidos do Atlas de Abastecimento de Água da Agência Nacional das Águas (ANA, 2010), com a descrição esquemática das principais características das unidades.

Ressalta-se que o sistema integrado de abastecimento de água da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH) abrange os municípios de Belo Horizonte, Betim, Contagem, Ibirité, Igarapé, Juatuba, Mário Campos, Mateus Leme, Nova Lima, Raposos, Pedro Leopoldo, Ribeirão das Neves, Sabará, Santa Luzia, São Joaquim de Bicas e Sarzedo. A integração do sistema se refere ao conjunto de unidades operacionais interligadas, que compreendem as bacias do Rio Paraopeba e do Rio das Velhas, para garantia do abastecimento da RMBH (ARSAE, 2013).

Execução



Apoio Técnico



Realização



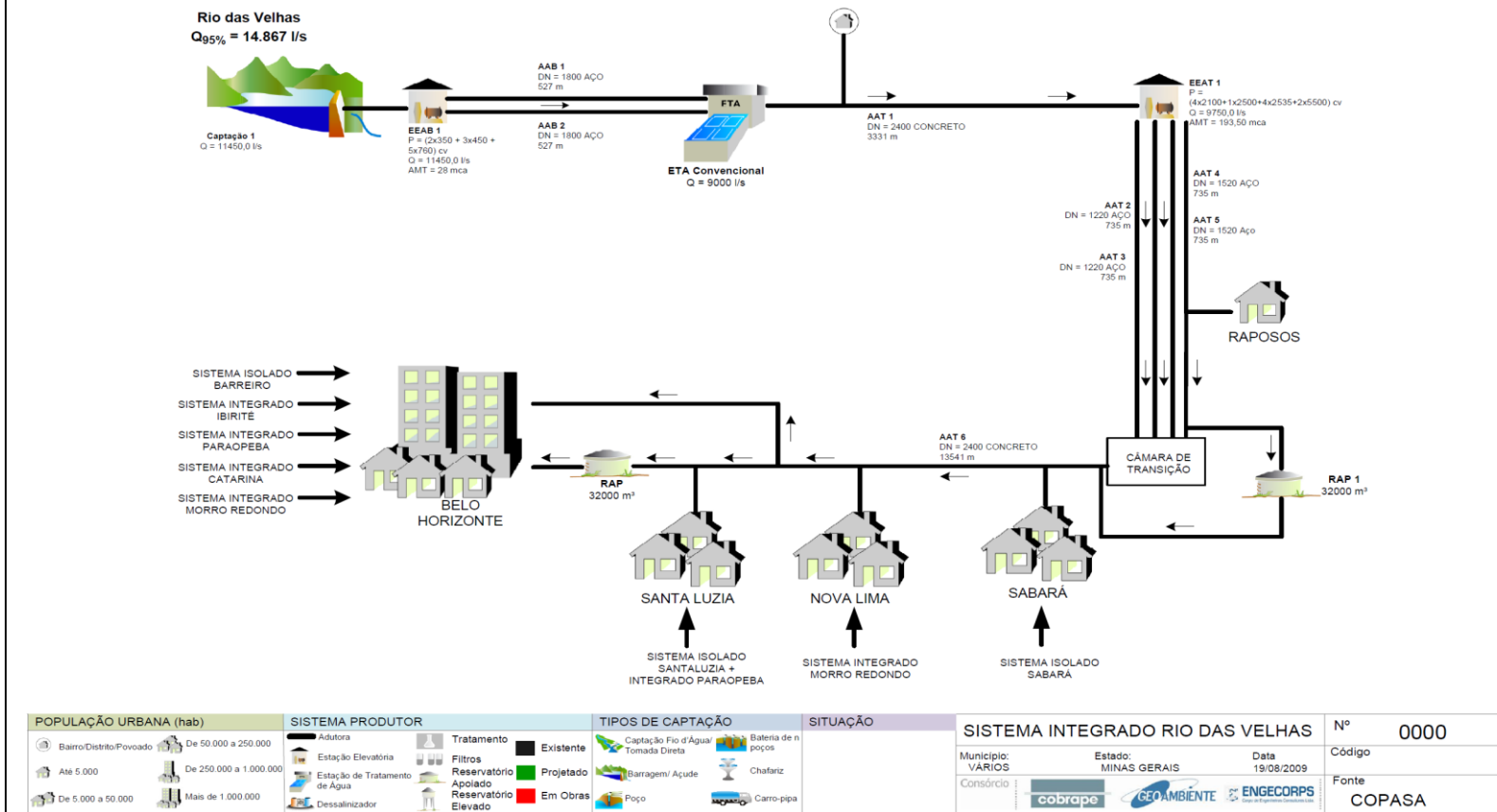
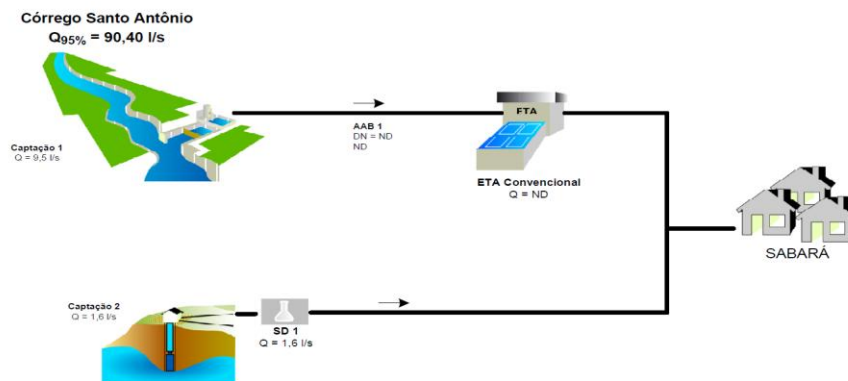
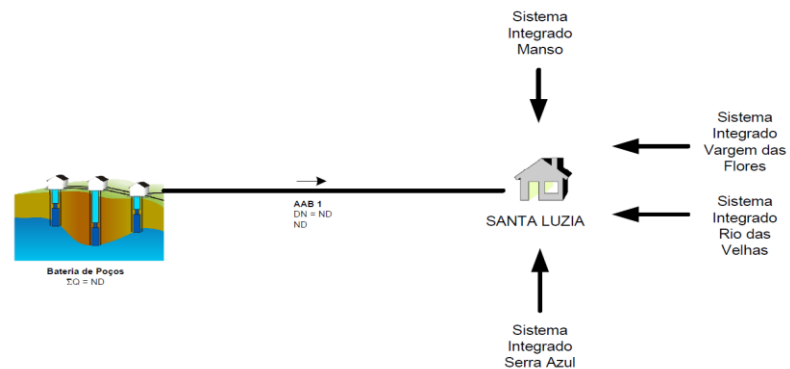


Figura 21. Sistema Integrado de abastecimento da RMBH
 Fonte: ANA (2010)



POPULAÇÃO URBANA (hab)	SISTEMA PRODUTOR	TIPOS DE CAPTAÇÃO	SITUAÇÃO	SISTEMA ISOLADO SABARÁ	Nº
<ul style="list-style-type: none"> Bairro/Distrito/Povoado De 50.000 a 250.000 Até 5.000 De 250.000 a 1.000.000 De 5.000 a 50.000 Mais de 1.000.000 	<ul style="list-style-type: none"> Adutora Estação Elevatória Estação de Tratamento de Água Dessalinizador Filtros Reservatório Apoiado Reservatório Elevado 	<ul style="list-style-type: none"> Captação Fio d'Água/Tomada Direta Barragem/ Açude Poço Bateria de n poços Chafariz Carro-pipa 	<ul style="list-style-type: none"> Existente Projetado Em Obras 	<p>SISTEMA ISOLADO SABARÁ</p> <p>Município: SABARÁ Estado: MINAS GERAIS Data: 26/03/2009</p> <p>Consórcio: </p>	<p>0000</p> <p>Código</p> <p>Fonte: COPASA</p>

Figura 22. Sistema Isolado de Sabará
Fonte: ANA (2010)



POPULAÇÃO URBANA (hab)	SISTEMA PRODUTOR	TIPOS DE CAPTAÇÃO	SITUAÇÃO	SISTEMA ISOLADO SANTA LUZIA	Nº
Bairro/Distrito/Povoado De 50.000 a 250.000 Até 5.000 De 250.000 a 1.000.000 De 5.000 a 50.000 Mais de 1.000.000	Adutora Estação Elevatória Estação de Tratamento de Água Dessalinizador Tratamento Reservatório Apoiado Reservatório Elevado	Captação Fio d'Água Tomada Direta Barragem/ Açude Poço Bateria de n poços Charizir Carro-pipa	Existente Projetado Em Obras	Município: SANTA LUZIA Estado: MINAS GERAIS Data: 26/03/2009 Consórcio:	0000 Código Fonte: COPASA

Figura 23. Sistema Isolado de Santa Luzia
 Fonte: ANA (2010)

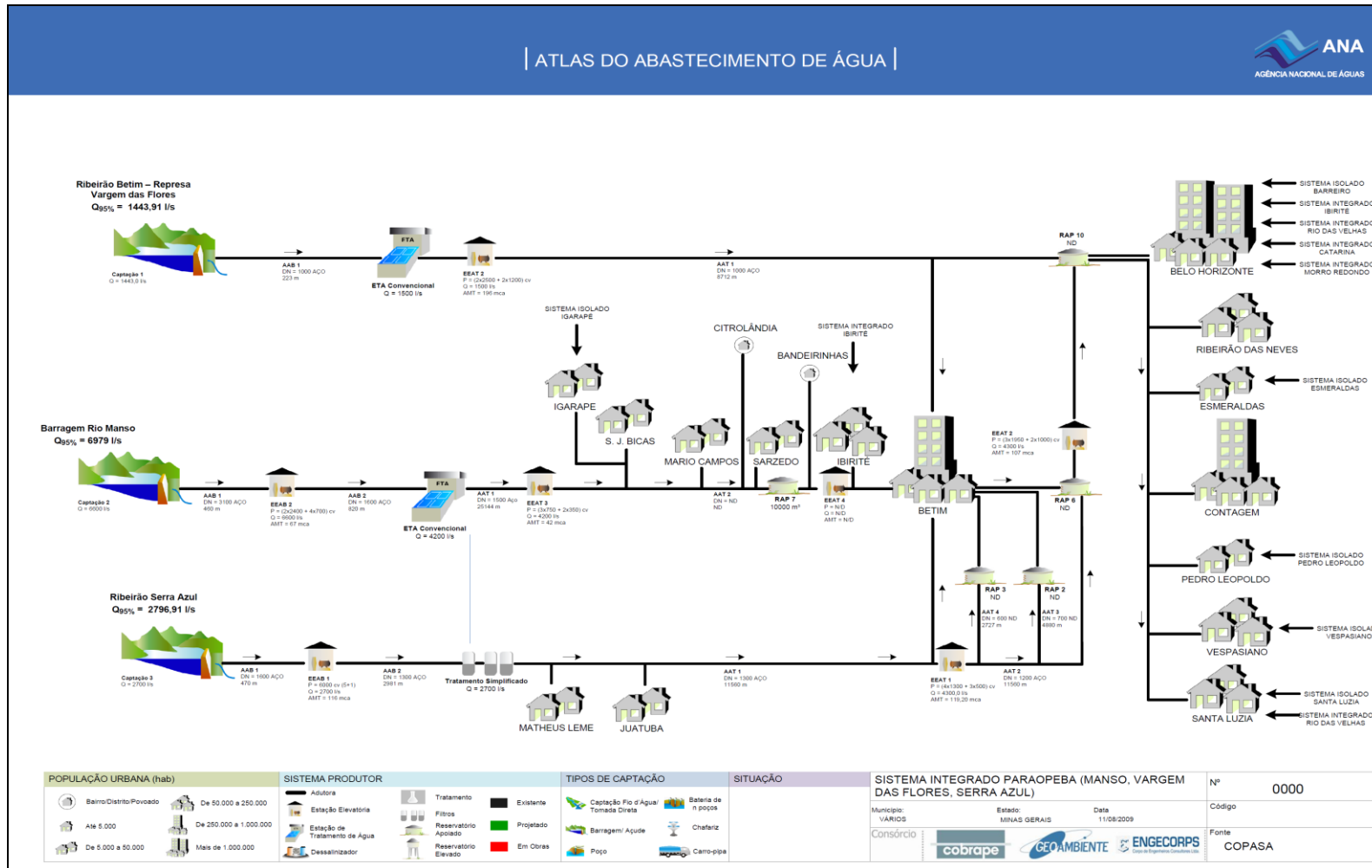
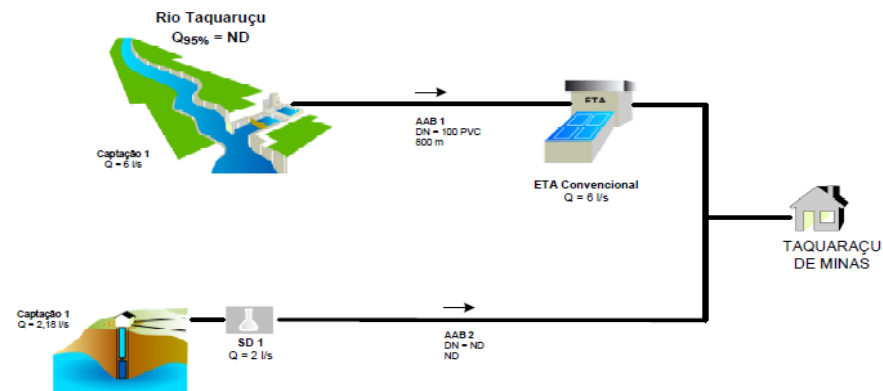


Figura 24. Sistema Integrado Paraopeba (Manso, Vargem das Flores, Serra Azul)
Fonte: ANA (2010)



POPULAÇÃO URBANA (hab)	SISTEMA PRODUTOR	TIPOS DE CAPTAÇÃO	SITUAÇÃO	SISTEMA ISOLADO TAQUARAÇU DE MINAS	Nº
Bairro/Distrito/Povoado De 50.000 a 250.000 Até 5.000 De 250.000 a 1.000.000 De 5.000 a 50.000 Mais de 1.000.000	Adutora Estação Elevatória Estação de Tratamento de Água Dessalinizador Tratamento Filtros Reservatório Aposado Reservatório Elevado	Existente Projetado Em Obras Captação Rio d'Água Tomada Direta Barragem/Agude Poço Bateria de n poços Chafariz Carro-pipa		Município: TAQUARAÇU DE MINAS Estado: MINAS GERAIS Data: 18/08/2009 Consórcio:   	0000 Código Fonte: COPASA

Figura 25. Sistema Isolado de Taquaraçu de Minas
 Fonte: ANA (2010)

5.9.2. Esgotamento Sanitário

Os serviços de esgotamento sanitário dos municípios de Sabará, Santa Luzia e Taquaraçu de Minas são prestados pela COPASA.

As características dos sistemas de esgotamento sanitário existentes nos municípios que compõem a UTE Poderoso Vermelho estão descritas na Tabela 14, segundo o Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS, 2017), referente ao ano de 2016.

Tabela 14. Dados a sobre o sistema de esgotamento sanitário dos municípios da UTE Poderoso Vermelho

Nome do Município	Prestador de Serviço	População total atendida com esgotamento sanitário (Habitantes)	Extensão da rede de esgotos (km)	Volume de esgoto coletado (1.000 m ³ /ano)	Índice de coleta de esgoto (%)	Volume de esgotos tratado (1.000 m ³ /ano)	Índice de tratamento de esgoto (%)
Sabará	COPASA	86.594	290,6	3.259,88	60,06	0	0
Santa Luzia	COPASA	145.608	351,74	5.159,82	62,87	4.367,52	84,64
Taquaraçu de Minas	COPASA	833	6,4	38,7	25,23	0	0

Fonte: SNIS (2017)

Os dados acerca do índice de atendimento por coleta e tratamento de esgoto dos municípios estão apresentados nas Figura 26, Figura 27 e Figura 28, segundo informações do Atlas de Despoluição de Bacias Hidrográficas - Atlas Esgotos (ANA, 2017).

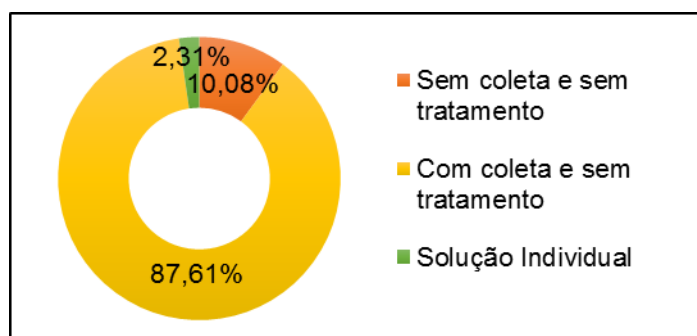


Figura 26. Percentual de atendimento pelo sistema de esgotamento sanitário do município de Sabará

Fonte: Atlas Esgotos da ANA (2017)

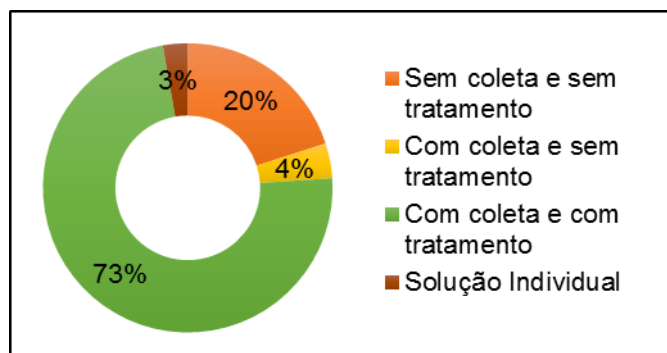


Figura 27. Percentual de atendimento pelo sistema de esgotamento sanitário do município de Santa Luzia
 Fonte: Atlas Esgotos da ANA (2017)

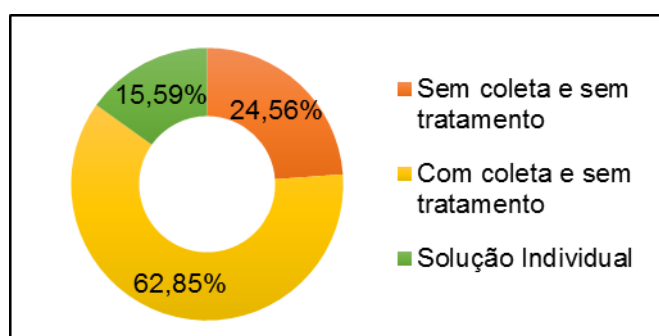


Figura 28. Percentual de atendimento pelo sistema de esgotamento sanitário do município de Taquaraçu de Minas
 Fonte: Atlas Esgotos da ANA (2017)

Verifica-se que há tratamento de esgoto somente em Santa Luzia, e, neste cenário, apresentam-se na Tabela 15 as características das estações de tratamento de efluentes (ETEs) em funcionamento no município, de acordo com o Atlas de Esgotos da ANA (2017).

Tabela 15. Características das ETEs localizadas no Município de Santa Luzia

Estação de Tratamento (ETE)	Processo de tratamento	Vazão afluente (L/s)	Eficiência de remoção de DBO (%)	Corpo receptor
ETE Cristina	Lagoa aerada	104,3	79,3	Rio das Velhas
ETE Bom Destino Norte	Reator anaeróbio	1,4	86,9	Córrego Quarta-feira ou da Cachoeira do Maquiné
ETE Bom Destino Sul	Reator anaeróbio	1,6	73,5	Córrego das Lajes
Santa Luzia	Reator anaeróbio seguido por filtro aeróbio e decantador	49,74	88,9	Rio das Velhas

Fonte: Atlas Esgoto da ANA (2017)

Pode-se inferir que as ETEs do município de Santa Luzia tem atendido a eficiência mínima de remoção de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) preconizada pela Deliberação Normativa Conjunta do Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM) / Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Minas Gerais (CERH-MG) nº 01, de 05 de Maio de 2008, que estabelece como eficiência de redução de DBO, o valor mínimo de 60% e média anual igual ou superior a 70% para sistemas de esgotamento sanitários.

A Figura 29, Figura 30 e Figura 31 apresentam croquis representativos dos sistemas de esgotamento sanitário existente nos municípios da UTE Poderoso Vermelho. Vale salientar que estes croquis foram obtidos através do Atlas Esgotos da ANA (2017).

Execução

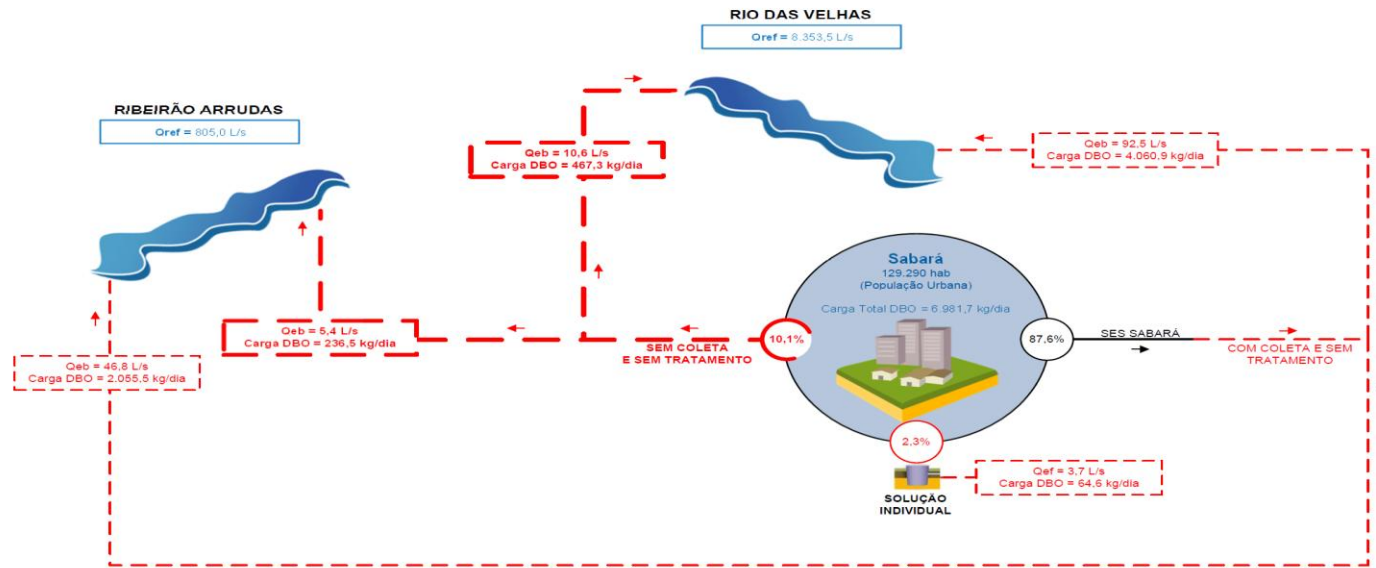


Apoio Técnico



Realização





POPULAÇÃO URBANA (hab)	SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO				NOTAS	SITUAÇÃO	SISTEMA SABARÁ	
	Fossa Séptica Fossa-Filtro Físico-Químico MBBR Decantador Primário	Reator Aeróbio Reator Anaeróbio / UASB Filtro Aeróbio Filtro Anaeróbio Filtro Ascado Submerso	Valo de Oxidação Lagoas de Estabilização Terras Úmidas Fluxo Subsuperficial Desagumamento (filtro-prensa/centrífuga) Decantador Secundário	Leito de Secagem de Lodo ETE's de Pequeno Porte Estação de Bombasamento de Esgoto Corpo Receptor (Lago) Corpo Receptor (Rio)	Córrego Emissário Submarino Esgoto Remanescente Sistema Existente Sistema Planejado ETE / Sistema Desativado	<p>Obs.: Tratamento preliminar já considerado nas ETE's</p> <p>Qaf = vazão afluente</p> <p>Qef = vazão efluente</p> <p>Qproj = vazão de projeto</p> <p>Qeb = vazão de esgoto bruto</p> <p>Qref = vazão de referência</p> <p>Efnd = eficiência adotada (projeto, operação ou literatura)</p> <p>ETE = estação de tratamento de esgoto</p> <p>DBO = demanda bioquímica de oxigênio</p> <p>População urbana: fonte SNTS 2013</p> <p>Sol. Individual: remoção adotada = 80%</p> <p>(%) = parcela do esgoto total produzido</p>		<p>Município: Sabará</p> <p>Estado: Minas Gerais</p> <p>Operador: COPASA</p> <p>Data: Janeiro/2016</p>

Figura 29. Sistema de esgotamento sanitário existente em Sabará
 Fonte: Atlas Esgotos da ANA (2017)

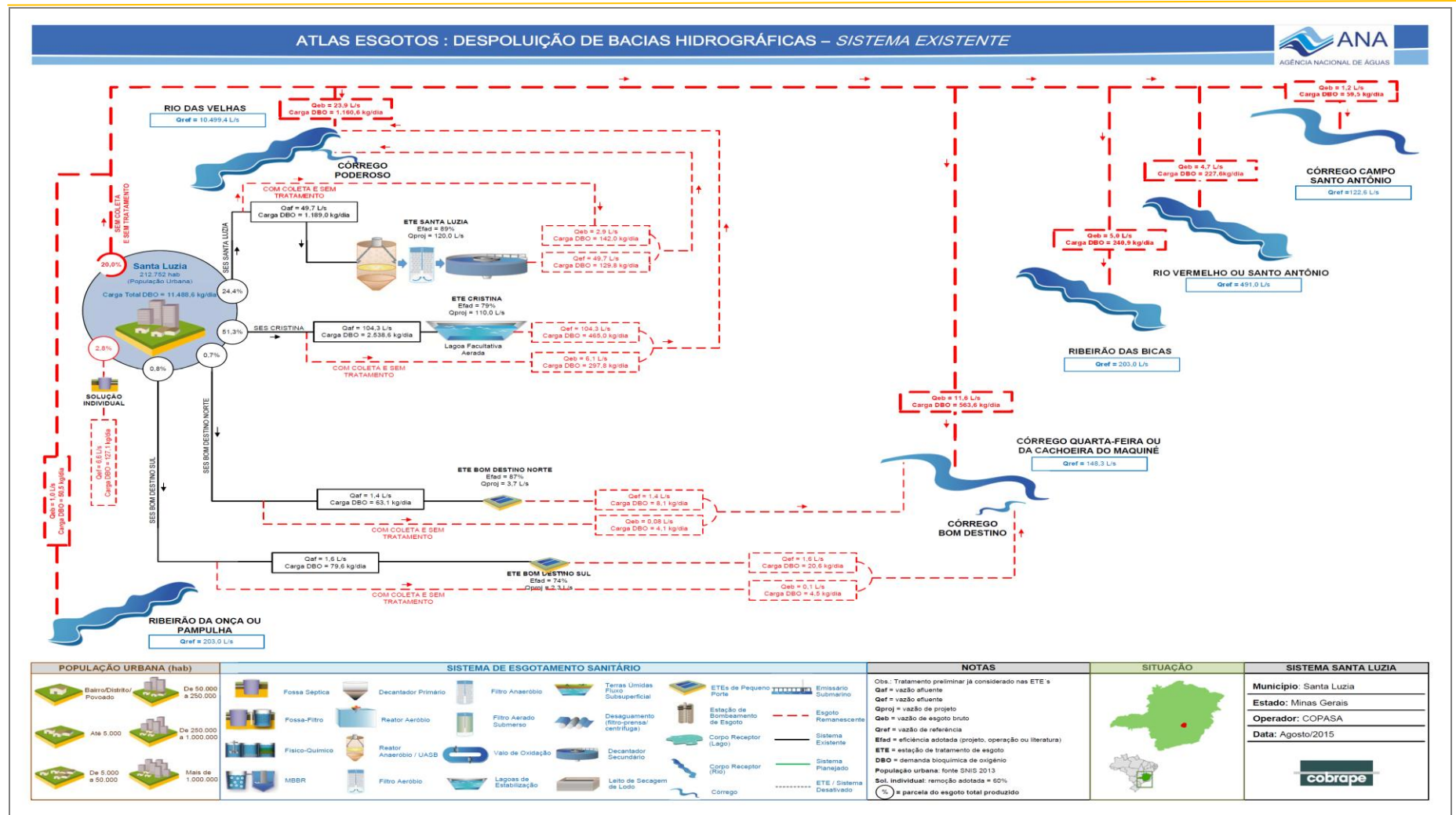
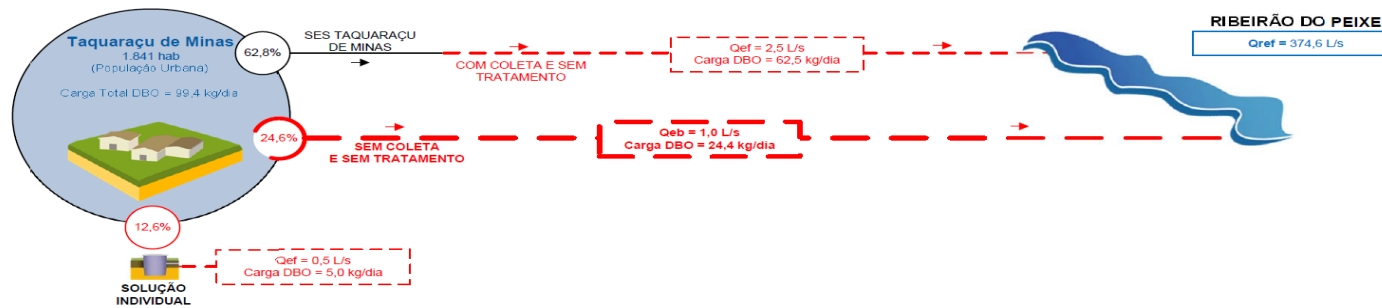


Figura 30. Sistema de esgotamento sanitário existente em Santa Luzia
Fonte: Atlas Esgotos da ANA (2017)



POPULAÇÃO URBANA (hab)	SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO						NOTAS	SITUAÇÃO	SISTEMA TAQUARAÇU DE MINAS
	Fossa Séptica Fossa-Filtro Físico-Químico MBBR Decantador Primário	Reator Aeróbio Reator Anaeróbio / UASB Filtro Aeróbio Filtro Anaeróbio Filtro Aerado Submerso	Valo de Oxidação Lagoas de Estabilização Terras Úmidas Fluxo Subsuperficial Desaguamento (filtro-gramma/centrífuga) Decantador Secundário	Leito de Secagem de Lodo ETEs de Pequeno Porte Estação de Bombeamento de Esgoto Corpo Receptor (Lago) Corpo Receptor (Rio)	Córrego Emissário Submarino Esgoto Remanescente Sistema Existente Sistema Planejado ETE / Sistema Desativado	Obs.: Tratamento preliminar já considerado nas ETE's Qaf = vazão afluente Qproj = vazão de projeto Qeb = vazão de esgoto bruto Qref = vazão de referência Efad = eficiência adotada (projeto, operação ou literatura) ETE = estação de tratamento de esgoto DBO = demanda bioquímica de oxigênio População urbana: fonte SNIS 2013 Sol. individual: remoção adotada = 60% % = parcela do esgoto total produzido		Município: Taquaraçu de Minas Estado: Minas Gerais Operador: COPASA Data: Novembro/2015 	

Figura 31. Sistema de esgotamento sanitário existente em Taquaraçu de Minas
 Fonte: Atlas Esgotos da ANA (2017)

5.9.3. Limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos

O serviço público de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos do Município de Sabará é de responsabilidade da empresa terceirizada Viasolo Engenharia Ambiental. Em Santa Luzia e Taquaraçu de Minas, a Prefeitura Municipal de cada município é responsável pelo gerenciamento desses serviços.

A Tabela 16 apresenta informações do fluxo de resíduos para as unidades de destinação final dos municípios que compõem a UTE Poderoso Vermelho. Estes dados foram obtidos através do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) para o ano de 2016.

Tabela 16. Informações sobre o fluxo de resíduos para as unidades de destinação final dos municípios da UTE Poderoso Vermelho

Nome do Município	Unidade de destinação	Quantidade de resíduos recebidos (tonelada)	Dom+Pub (tonelada)	Entulho (tonelada)
Sabará	Aterro Sanitário	23.853	23.853	0,0
Santa Luzia	Aterro Controlado	121.812	55.770	66.042
Taquaraçu de Minas	Lixão	NI	NI	NI

NI- Não Informado

Fonte: SNIS (2017)

Verifica-se que somente o município de Sabará realiza a disposição adequada dos resíduos sólidos, atendendo à Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Os demais municípios fazem uso de sistemas inadequados, sem qualquer tipo ou modalidade de controle sobre a destinação final dos resíduos, constituindo um passivo ambiental.

A Tabela 17 apresenta os dados quantitativos referentes aos indicadores sobre coleta de resíduos sólidos urbanos em Sabará, segundo o SNIS (2017).

Tabela 17. Indicadores sobre coleta de resíduos sólidos em Sabará

Tx cobertura da coleta RDO em relação à pop. total (%)	Tx cobertura da coleta RDO em relação à pop. Urbana (%)	Massa [RDO+RPU] coletada per capita em relação à pop. urbana [Kg/(hab./dia)]	Massa [RDO+RPU] coletada per capita em relação à população total atendida (Kg/dia)
99,12	100,00	0,50	0,49

*Resíduos sólidos domiciliares (RDO) + Resíduos sólidos públicos (RPU) – Destinação final dos resíduos domiciliares + Destinação final dos resíduos públicos

Fonte: SNIS (2017)

Com relação aos indicadores sobre coleta de resíduos de saúde, pode-se verificar que a massa coletada foi de 1,68 Kg/(1000hab.dia) e a taxa de resíduos de saúde sobre a taxa de resíduos sólidos domiciliares e públicos de 0,34%.

Quanto aos serviços de reciclagem, em Sabará existe a Cooperativa de Reciclagem de Produção Artesanal dos Aposentados de Sabará e Cidades de Minas Gerais (UNIAPOMG), que tem como objetivo principal a produção artesanal de produtos através do reaproveitamento de resíduos sólidos plásticos, produzindo vassouras ecológicas (GESOIS-BRASIL AMBIENTAL, 2014).

A Tabela 18 apresenta os dados quantitativos referentes aos indicadores sobre coleta de resíduos sólidos urbanos em Santa Luzia, conforme dados do SNIS para o ano de 2016.

Tabela 18. Indicadores sobre coleta de resíduos sólidos em Santa Luzia

Tx cobertura da coleta RDO em relação à pop. total (%)	Tx cobertura da coleta RDO em relação à pop. urbana (%)	Massa [RDO+RPU] coletada per capita em relação à pop. urbana Kg/(hab./dia)	Massa RDO coletada per capita em relação à pop. total atendida Kg/(hab./dia)	Relação: quantidades coletadas de RPU por RDO Kg/(hab./dia)	Massa [RDO+RPU] coletada per capita em relação à população total atendida (Kg/dia)
99	99,28	0,60	0,70	26,22	0,71

*RDO + RPU – Destinação final dos resíduos domiciliares + Destinação final dos resíduos públicos

Fonte: SNIS (2017)

Com relação aos indicadores sobre coleta de resíduos de saúde, pode-se verificar que a massa coletada foi de 0,61Kg/(1000hab.dia) e a taxa de resíduos de saúde sobre a taxa de resíduos sólidos domiciliares e públicos de 0,09%.

Destaca-se que não foram encontrados dados disponíveis no SNIS sobre os resíduos sólidos em pesquisa dos anos de 2002 a 2016 para o município de Taquaraçu de Minas.

5.9.4. Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais

A Prefeitura de Sabará, por meio da Secretaria de Obras, é a responsável pelos serviços de drenagem do município. A macrodrenagem da sede do município é composta pela malha de drenagem natural formada pelos cursos d'água que se localizam nos talwegues e fundos de vales, além de trechos canalizados desses córregos, bem como pela implantação de dispositivos hidráulicos, tais como bueiros e pontes nas travessias viárias. O principal curso d'água inserido no perímetro urbano de Sabará é o Ribeirão Sabará (GESOIS-BRASIL AMBIENTAL, 2014).

Ainda de acordo com o Plano Municipal, poucos elementos de microdrenagem foram identificados, sendo que o escoamento é, preferencialmente, do tipo superficial.

O município de Santa Luzia apresenta drenagem urbana do tipo subterrânea, mas possui áreas de risco no perímetro urbano que demandam drenagem especial. As áreas com maiores riscos de inundações no município situam-se ao longo do rio das Velhas (GESOIS-BRASIL AMBIENTAL, 2014).

Conforme o Plano Municipal de Saneamento Básico de Santa Luzia (GESOIS-BRASIL AMBIENTAL, 2014), para minimizar os efeitos de enchentes e inundações e melhorar a qualidade das águas pluviais, é necessária a execução de obras e serviços de drenagem, execução de outros itens necessários e elaboração de plano diretor de manejo de águas pluviais.

A Prefeitura Municipal, por meio da Secretaria de Obras, também é a responsável pelos serviços de drenagem do município de Taquaraçu de Minas. Nesse município, o sistema de macrodrenagem é composto basicamente por guias, sarjetas, grelhas e bueiros de estradas vicinais na sede do município. A maior parte dos corpos hídricos que adentra a zona urbana apresentam assoreamento em sua calha por sedimentos

trazidos de montante, bem como do lançamento ilegal de resíduos diversos nos leitos e margens dos corpos d'água, contribuindo para aumentar as inundações juntamente (GESOIS-BRASIL AMBIENTAL, 2014).

5.10 Eventos hidrológicos críticos

Os eventos hidrológicos críticos são os extremos de enchente e de seca. Tratam-se de eventos que, embora estejam relacionados a fatos naturais, são previsíveis e poderiam ser evitados, mitigados e prevenidos, visto que em sua maioria derivam da ação humana, como, por exemplo, a ocupação desordenada do solo (ZUFFO, 2017).

A compilação dos eventos hidrológicos críticos que foram registrados pela Defesa Civil, no período de 2000 a 2012, nos municípios localizados na UTE Poderoso Vermelho está apresentada na Tabela 19.

Tabela 19. Eventos hidrológicos críticos registrados nos municípios da UTE Poderoso Vermelho no período de 2000 a 2012

Nome do Município	Alagamento	Enchente ou Inundação Gradual	Enxurrada ou Inundação Brusca	Estiagem	Seca	Soma Eventos de Excesso Hídrico	Soma Eventos de Déficit Hídrico
Sabará	0	1	1	0	0	2	0
Santa Luzia	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI
Taquaraçu de Minas	0	1	0	0	0	1	0
UTE Poderoso Vermelho	0	2	1	0	0	3	0

*NI – Não Informado.

Fonte: Ecoplan-Skill (2015)

Em análise dos dados disponibilizados pelo Sistema Integrado de Informações sobre desastres (S2ID) para os anos de 2012 a 2016, constatou-se que, somente em 2014, o município de Sabará declarou Situação de Emergência (SE) quanto a ocorrência de chuvas intensas. Não foram encontrados dados para os demais municípios da UTE Poderoso Vermelho.

5.11. Disponibilidade Hídrica

Um sistema hídrico, como uma bacia hidrográfica, tem uma área definida topograficamente e drenada por um curso de água ou um sistema conectado de cursos de água, sendo que toda vazão efluente é descarregada por uma única saída (TUCCI, 2009). Assim, a disponibilidade hídrica pode ser entendida como o total desta vazão, sendo que parte da mesma é utilizada pela sociedade para seus múltiplos usos e outra mantida para a navegação, recreação ou conservação da integridade do sistema ambiental (CRUZ, 2001).

Dentre os principais fatores que afetam a disponibilidade hídrica de uma região, a precipitação, entendida em hidrologia como toda a água proveniente do meio atmosférico que atinge a superfície terrestre, é preponderante na formação de cheias ou aumento de vazões dos cursos de água (ALENCAR, 2006). Portanto, para entender os regimes de precipitação torna-se imprescindível a avaliação da disponibilidade hídrica de uma região. Nesse sentido, destaca-se que, os municípios de Sabará, Santa Luzia e Taquaraçu de Minas apresentam pluviosidade média anual de 1370 mm, 1364 mm e 1394 mm, respectivamente (CLIMATEMPO, 2018).

Assim, a gestão compartilhada, descentralizada e participativa dos recursos hídricos é de grande importância para assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água, trazendo a compreensão do papel conjunto no uso e conservação de recursos hídricos, necessários para aproveitamento dos mesmos.

5.11.1. Disponibilidade hídrica Superficial

De acordo com o PDRH Rio das Velhas (ECOPLAN-SKILL, 2015), o conhecimento da disponibilidade hídrica superficial dos rios é insumo para o desenvolvimento de projetos dos diferentes tipos de uso que se faz da água da bacia, tais como irrigação, transporte aquaviário, geração de energia hidrelétrica, saneamento e aquicultura. Para tanto, o monitoramento fluviométrico, cuja finalidade é a medição do nível de água, velocidades e vazões nos rios, permite prever e organizar ações de defesa contra eventos extremos, como enchentes e secas.

Deste modo, o estudo de disponibilidade hídrica superficial aqui apresentado teve como referência as séries de vazões mensais de postos fluviométricos do Sistema Nacional de Informações Hidrológicas, operado pela ANA, o *Hidroweb*.

Para cada posto fluviométrico, foram determinadas (i) a vazão mínima de sete dias de duração e 10 anos de tempo de retorno ($Q_{7,10}$), (ii) as vazões mínimas com permanências de 90 e 95% e (iii) a vazão média de longo período (Q_{mlp}).

Os cálculos das vazões $Q_{7,10}$, Q_{90} e Q_{60} são importantes para verificar o comportamento da estiagem em uma bacia hidrográfica, enquanto o cálculo da Q_{mlp} corresponde a síntese de todas as vazões ao longo do tempo, sendo relevantes para estabelecimento e compreensão da viabilidade de usos atuais e futuros para os cursos hídricos em questão, de modo que haja o atendimento satisfatório aos múltiplos usos da água.

A Tabela 20 apresenta a disponibilidade hídrica da UTE Poderoso Vermelho e a Tabela 21 apresenta os usos da água demandadas por cada setor de usuário.

Tabela 20. Disponibilidade Hídrica Superficial da UTE Poderoso Vermelho

UTE	Área (km ²)	Q_{mlp}		Q_{90}		Q_{95}		$Q_{7,10}$	
		m ³ /s	l/s.km ²	m ³ /s	l/s.km ²	m ³ /s	l/s.km ²	m ³ /s	l/s.km ²
Poderoso Vermelho	360,48	8,36	23,18	4,17	11,57	3,31	9,19	2,38	6,59

Fonte: Ecoplan-Skill (2014)

Tabela 21. Demanda de água por setor usuário da UTE Poderoso Vermelho

UTE	Vazões retiradas (m ³ /s)						
	Urbano	Rural	Animal	Industrial	Irrigação	Mineração	Total
Poderoso Vermelho	0,0160	0,0028	0,0051	0,0722	0,0396	0,0000	0,1357

Fonte: Ecoplan-Skill (2015)

Segundo o PDRH Rio da Velhas (ECOPLAN-SKILL, 2015), os dados de demanda de água foram calculados a partir das vazões outorgáveis regularizadas juntamente ao Órgão Ambiental que fiscaliza as outorgas nos municípios inseridos na UTE Poderoso Vermelho, no caso, a Superintendência Regional do Meio Ambiente – SUPRAM.

Como a vazão $Q_{7,10}$ foi de 2,38 m³/s, considerando-se 30% deste valor, tem-se uma vazão outorgável de 0,714 m³/s. Sendo assim, a vazão retirada de 0,1357 m³/s é inferior à outorgável, permitindo o atendimento satisfatório dos setores usuários da UTE Poderoso Vermelho.

Contudo, ressalta-se que como qualquer outra área, requer mecanismos conservacionistas de nascentes e de áreas de preservação permanente (APPs), na tentativa de garantir que haja um volume de água disponível para o atendimento das demandas atuais e futuras no que se refere ao abastecimento humano, dessedentação animal, irrigação, dentre outros.

5.11.2. Disponibilidade Hídrica Subterrânea

De acordo com o Diagnóstico Específico das UTEs (ECOPLAN-SKILL, 2014), na UTE Poderoso Vermelho, predomina o aquífero fraturado instalado em granitos, pertencente ao Complexo Belo Horizonte, que ocupa cerca de 80% da área total da UTE. Este tipo de aquífero não apresenta contribuição expressiva em se tratando de produção de água. Contudo, as águas subterrâneas provenientes de aquíferos fissurados instalados em rochas graníticas constituem numa relevante fonte de abastecimento, em especial para pequenas demandas em povoados ou empreendimentos. Ainda, em geral, possuem água de boa qualidade.

A Tabela 22 e Tabela 23 mostram a distribuição dos sistemas aquíferos na região, o número de poços cadastrados e a contribuição hídrica esperada para as captações existentes na UTE, segundo o Diagnóstico Específico das UTEs (ECOPLAN-SKILL, 2014).

Tabela 22. Aquíferos e captações na UTE Poderoso Vermelho

Aquífero	Granular em Aluviões	Cárstico	Cárstico Fissurado	Fraturado/Fissurado		
				Quartzitos	Xistos	Granitos
Área em km ²	2,35	28,93	8,23	22,53	10,79	287,65
Número de Poços	–	1	–	–	1	28

Fonte: EcoPLAN-Skill (2014)

Tabela 23. Parâmetros hidrodinâmicos da UTE Poderoso Vermelho

Vazão Específica Máxima ¹ (m ³ /h/m)	Vazão Específica Mínima ² (m ³ /h/m)	Vazão Específica Média ³ (m ³ /h/m)	Vazão Estabilizada Máxima ⁴ (m ³ /h)	Vazão Estabilizada Mínima ⁵ (m ³ /h)	Vazão Estabilizada Média ⁶ (m ³ /h)
8,411	0,081	1,167	72,000	3,310	15,257

Fonte: Ecoplan-Skill (2014)

A Tabela 24 mostra a situação das reservas explotáveis da UTE Poderoso Vermelho. Na coluna volume outorgado, foram considerados os dados informados até dezembro de 2012, conforme Diagnóstico Específico das UTEs (ECOPLAN-SKILL, 2014). Ressalta-se que os usos ou as captações reais são sempre superiores às outorgadas, o que leva à observação de que tais dados podem ser variáveis. Neste sentido, destaca-se que o Produto nº 04 do presente projeto, Relatório de Evolução das outorgas superficiais e subterrâneas na UTE Poderoso Vermelho, serão verificadas e analisadas as outorgas de toda a UTE.

Tabela 24. Reservas Explotáveis e Volumes Outorgados na UTE Poderoso Vermelho

Volumes subterrâneos (m ³ /ano)		
Reserva Renovável	Reserva Explotável	Volume Outorgado
8,56E+07	3,42E+07	4,67E+07

Fonte: Ecoplan-Skill (2014)

Verifica-se, conforme a Tabela 24, que o volume outorgado na UTE Poderoso Vermelho é inferior ao da reserva renovável - volume que se pode retirar do aquífero sem que ocorra prejuízo ou risco de seu esgotamento. No entanto, esse volume outorgado é superior ao da reserva explotável, que se trata do percentual da reserva

¹Corresponde a vazão máxima extraída para cada unidade de rebaixamento do nível de água, indicando a potencialidade do poço como produtor de água.

²Corresponde a vazão mínima extraída para cada unidade de rebaixamento do nível de água, indicando a potencialidade do poço como produtor de água.

³Corresponde a vazão média extraída para cada unidade de rebaixamento do nível de água, indicando a potencialidade do poço como produtor de água.

⁴Corresponde a vazão máxima obtida no final do teste de bombeamento do poço.

⁵Corresponde a vazão mínima obtida no final do teste de bombeamento do poço.

⁶Corresponde a vazão média obtida no final do teste de bombeamento do poço.

renovável, ou volume real, que pode ser retirado do aquífero sem prejuízo para o meio ambiente como um todo, inclusive as restituições para os cursos d'água superficiais, a preservação das culturas implantadas e outras demandas dependentes desse potencial.

De acordo com Oliveira *et al.* (2016), não há no Brasil uma deliberação legal sobre a reserva explotável, que vem sendo considerada ou estudada como o percentual entre 30% da reserva renovável, conforme a Agência Nacional de Água (ANA) e 50% segundo o Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH).et

Portanto, pode-se inferir que a captação subterrânea tem sido superior a ideal na UTE Poderoso Vermelho, requerendo mecanismos conservacionistas para garantia de volume possível de atendimento atuais e futuros. No entanto, os critérios para cálculo das outorgas devem ser revistos para um diagnóstico da real situação da disponibilidade hídrica subterrânea da UTE Poderoso Vermelho.

5.12. Qualidade da Água

O monitoramento das águas superficiais no estado de Minas Gerais é realizado pelo IGAM, através do Projeto Águas de Minas. Em execução há 20 (vinte) anos, este monitoramento vem permitindo identificar alterações na qualidade das águas, refletidas em tendências observadas.

Segundo informações do IGAM, rede básica ou macro rede é uma rede composta por pontos de monitoramento de abrangência regional para acompanhamento da evolução da qualidade das águas, identificação de tendências e apoio a elaboração de diagnósticos. Já as redes dirigidas são implantadas em regiões onde predominam pressões ambientais específicas decorrentes de atividades industriais, minerárias e de infraestrutura, exigindo, portanto, uma caracterização mais particularizada da qualidade das águas.

A UTE Poderoso Vermelho atualmente é contemplada com 04 (quatro) estações de monitoramento operadas pelo IGAM, no âmbito da rede básica (PDRH Rio das Velhas, 2015).

As localizações das estações estão descritas de acordo com a Tabela 25.

Tabela 25. Descrição das Estações de Amostragem Monitoradas pelo IGAM na UTE Poderoso Vermelho

Estação	Data da implantação	Descrição	Latitude	Longitude
BV105	01/03/1979	Rio das Velhas logo a jusante do Ribeirão do Onça	-19°47'56,1"	-43°52'33,5"
SC14	04/07/2005	Ribeirão Poderoso a jusante da ETE Cristina em Santa Luzia (MG)	-19°46'49,5"	-43°54'26,1"
BV153	21/01/1994	Rio das Velhas a jusante do Ribeirão da Mata	-19°42'49,5"	-43°50'41,6"
SC16	04/07/2005	Rio das Velhas a jusante do aterro sanitário de Santa Luzia (MG)	-19°42'59,5"	-43°49'14,4"

Fonte: IGAM (2017)

A Figura 32 apresenta o mapa de localização das estações de monitoramento operadas pelo IGAM na UTE Poderoso Vermelho.

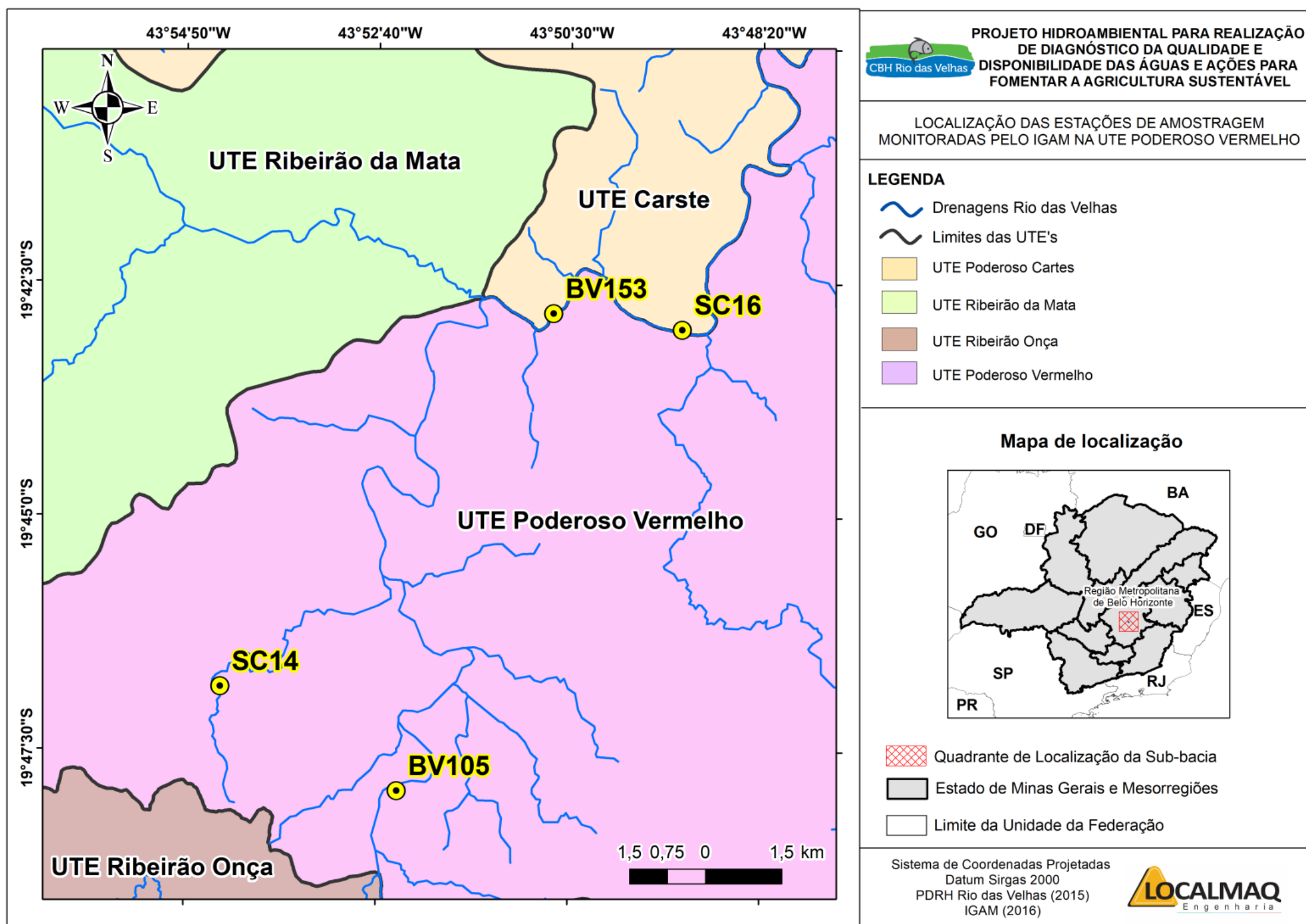


Figura 32. Localização das Estações de Monitoramento Operadas pelo IGAM na UTE Poderoso Vermelho
 Fonte: CBH Rio das Velhas; LOCALMAQ Engenharia (2018)

Para avaliação da qualidade das águas no estado de Minas Gerais, no âmbito do Projeto Águas de Minas, o IGAM utiliza os limites estabelecidos na Deliberação Normativa (DN) Conjunta do Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM) e do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH-MG) Nº 01 de 05 de maio de 2008, que é a legislação estadual vigente.

Segundo o CBH Rio das Velhas, os principais rios da UTE Poderoso Vermelho são o Ribeirão Vermelho, Ribeirão Poderoso, Ribeirão das Bicas e Córrego Santo Antônio.

As águas na UTE Poderoso Vermelho, conforme o Artigo 1º da Deliberação Normativa Nº 20, de 24 de junho de 1997⁷, que dispõe sobre o enquadramento das águas da Bacia do Rio das Velhas, são enquadradas da seguinte maneira:

- Item 1 (Rio das Velhas – Leito Principal): Trecho 4 - Rio das Velhas, da confluência com o Ribeirão Sabará até a confluência com o Rio Jaboticatubas: Classe 3;
- Item 24 (sub-Bacia do Ribeirão das Bicas): Trecho 67 - Ribeirão das Bicas, das nascentes até a confluência com o Rio das Velhas: Classe 2. Inclui-se o Córrego Santa Helena;
- Item 25 (sub-Bacia do Ribeirão Vermelho): Trecho 68 - Ribeirão Vermelho/Córrego Santo Antônio, das nascentes até a confluência com o Rio das Velhas: Classe 1. Inclui-se o Córrego Campo Santo Antônio; Trecho 69 - Córrego da Praia, das nascentes até a captação d'água para o abastecimento doméstico do município de Sabará: Classe 2
- As águas do Ribeirão Poderoso não estão enquadradas pela DN nº 20/1997, entretanto, segundo a DN Conjunta COPAM/CERH Nº 01/2008 (Art. 37: *“Enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente”*), sendo assim o Ribeirão Poderoso é considerado como Classe 2.

Dessa forma, os resultados obtidos nas análises realizadas para caracterização da qualidade das águas na UTE Poderoso Vermelho, são comparados tendo como

⁷ Informações consultadas pelo site do Sistema Integrado de Informação Ambiental (SIAM): www.siam.mg.gov.br/sia/download.pdf?idNorma=115

base os limites legais estabelecidos para o respectivo enquadramento. De acordo com o IGAM, as campanhas de amostragens são trimestrais para a maioria das estações de monitoramento, inclusive as localizadas na UTE Poderoso Vermelho, foco desse estudo, com um total anual de quatro campanhas. Para as estações localizadas na calha do Rio das Velhas as campanhas são mensais (IGAM, 2017).

São realizadas dois tipos de campanhas: completas e intermediárias. Nas campanhas completas, realizadas em janeiro/fevereiro/março e em julho/agosto/setembro, classificados climatologicamente como períodos de chuva e estiagem, respectivamente, são analisados 51 parâmetros comuns ao conjunto de pontos de amostragem. Nas campanhas intermediárias, realizadas nos meses abril/maio/junho e outubro/novembro/dezembro, considerados períodos de transição, são analisados 19 parâmetros genéricos em todos os pontos, além daqueles característicos das fontes poluidoras que contribuem para a área de drenagem da estação de coleta. Em alguns pontos de monitoramento são analisados ainda os parâmetros nitrogênio orgânico, densidade de cianobactérias, cianotoxinas, ensaios de toxicidade crônica e macro invertebrados bentônicos, sendo que para este último a frequência é anual (IGAM, 2017). Na Tabela 26 são apresentados os parâmetros de qualidade de água analisados no estado de Minas Gerais.

Salienta-se que o parâmetro *Escherichia coli* passou a ser avaliado em contrapartida aos coliformes termotolerantes, a partir da primeira campanha de 2013. Esse fato se deve a estudos atuais que vem mostrando a espécie *Escherichia coli* como sendo a única indicadora inequívoca de contaminação fecal, humana ou animal, uma vez que foram identificadas algumas poucas espécies de coliformes termotolerantes habitando ambientes naturais apresentando, portanto, limitações como indicadores de contaminação fecal.

Execução



Apoio Técnico



Realização



Tabela 26. Relação dos Parâmetros de Qualidade de Água Avaliados nas Estações de Amostragem do Programa Águas de Minas - IGAM

Parâmetros			
Alcalinidade Bicarbonato	Coliformes Totais*	Feofitina*	pH <i>in loco</i> *
Alcalinidade Total	Condutividade Elétrica <i>in loco</i> *	Ferro Dissolvido	Potássio
Alumínio Dissolvido	Cor Verdadeira	Fósforo Total*	Selênio Total
Arsênio Total	Cromo Total	Macro invertebrados bentônicos #	Sódio
Bário Total	Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO*	Magnésio Total	Sólidos Dissolvidos*
Boro Total	Demanda Química de Oxigênio – DQO*	Manganês Total	Sólidos em Suspensão*
Cádmio Total	Densidade de Cianobactérias #	Mercúrio Total	Sólidos Totais*
Cálcio	Dureza (Cálcio)	Níquel Total	Substâncias tensoativas
Chumbo Total	Dureza (Magnésio)	Nitrato*	Sulfatos
Cianeto Livre	Dureza Total	Nitrito	Sulfetos
Cianotoxinas #	Ensaio de Toxicidade Crônica #	Nitrogênio Amoniacal Total*	Temperatura da Água*
Cloreto Total*	<i>Escherichia coli</i> *	Nitrogênio Orgânico	Temperatura do Ar*
Clorofila a*	<i>Streptococos Fecais</i>	Óleos e Graxas	Turbidez*
Cobre Dissolvido	Fenóis Totais	Oxigênio Dissolvido – OD*	Zinco Total

* Parâmetros comuns a todos os pontos nas campanhas intermediárias.

Parâmetros analisados apenas em pontos específicos.

Fonte: IGAM (2017)

Execução



Apoio Técnico



Realização



Em relação ao monitoramento de qualidade das águas superficiais do Estado de Minas Gerais, realizado no âmbito do Projeto Águas de Minas, ao longo de seus 20 (vinte) anos, tem-se identificado os principais fatores de pressão das bacias hidrográficas mineiras. No Alto Médio curso do Rio das Velhas, onde localiza-se a UTE Poderoso Vermelho, observaram-se desconformidades em relação ao parâmetro coliformes termotolerantes/*E. coli* nas estações monitoradas ao longo da série histórica do IGAM, reflexo dos lançamentos de esgotos domésticos sem tratamento nos corpos de água e das atividades agrossilvopastoris desenvolvidas na região.

Verifica-se, dessa forma, a necessidade de melhoria na eficiência das ETEs já existentes e a implantação de novas ETEs ao longo da UTE Poderoso Vermelho. Outra ação necessária seria a capacitação de produtores rurais visando o manejo adequado do solo, seja para culturas ou para criação de animais.

Em relação às atividades econômicas desenvolvidas na UTE, destacam-se a mineração e extração de minerais metálicos, areia e cascalho, abatedouros, frigoríficos, fabricação de estruturas metálicas, laticínios, fabricação de cimento, cerâmicas, usinagem, torrefação e moagem de grãos, fabricação de sabão e detergente, fabricação de móveis, fabricação de papel, galvanoplastia, fabricação de tintas, etc. As atividades agrossilvopastoris, e ainda os serviços e comércios licenciados na região também merecem destaque. Estas atividades, principalmente quando mau conduzidas, refletem diretamente nas desconformidades dos parâmetros de qualidade das águas monitoradas.

A respeito dos índices monitorados pelo IGAM nas estações da UTE Poderoso Vermelho, principalmente o Índice de Qualidade Das Águas (IQA) e o Índice Do Estado Trófico (IET) apresentam, de maneira geral, níveis ruins de qualidade de água, visto a predominância de IQA Ruim e IET Hipereutrófico nos corpos de água analisados na UTE.

De acordo com IGAM (2012), o IQA com classificação Ruim, indica que as águas são impróprias para tratamento convencional visando o abastecimento público, sendo necessários tratamentos mais avançados para o consumo.

O IET classificado como Hipereutrófico, segundo a CETESB (2007), indica que os corpos d'água são afetados significativamente pelas elevadas concentrações de matéria orgânica e nutrientes. Além disso, ocorre o comprometimento acentuado nos seus usos, associado a episódios de florações de algas ou mortandades de peixes, com consequências indesejáveis para seus múltiplos usos, inclusive sobre as atividades pecuárias nas regiões ribeirinhas.

A Figura 33 apresenta o Panorama da Qualidade das Águas Superficiais da região do Médio Rio das Velhas no 3º trimestre de 2017 do IGAM, com destaque (em amarelo) para as estações monitoradas na UTE Poderoso Vermelho.

Vale destacar ainda que as estações monitoradas na UTE Poderoso Vermelho apresentaram resultados semelhantes com algumas estações do Médio Rio das Velhas, especialmente no Ribeirão das Neves e no Ribeirão da Mata.

Execução



Apoio Técnico



Realização



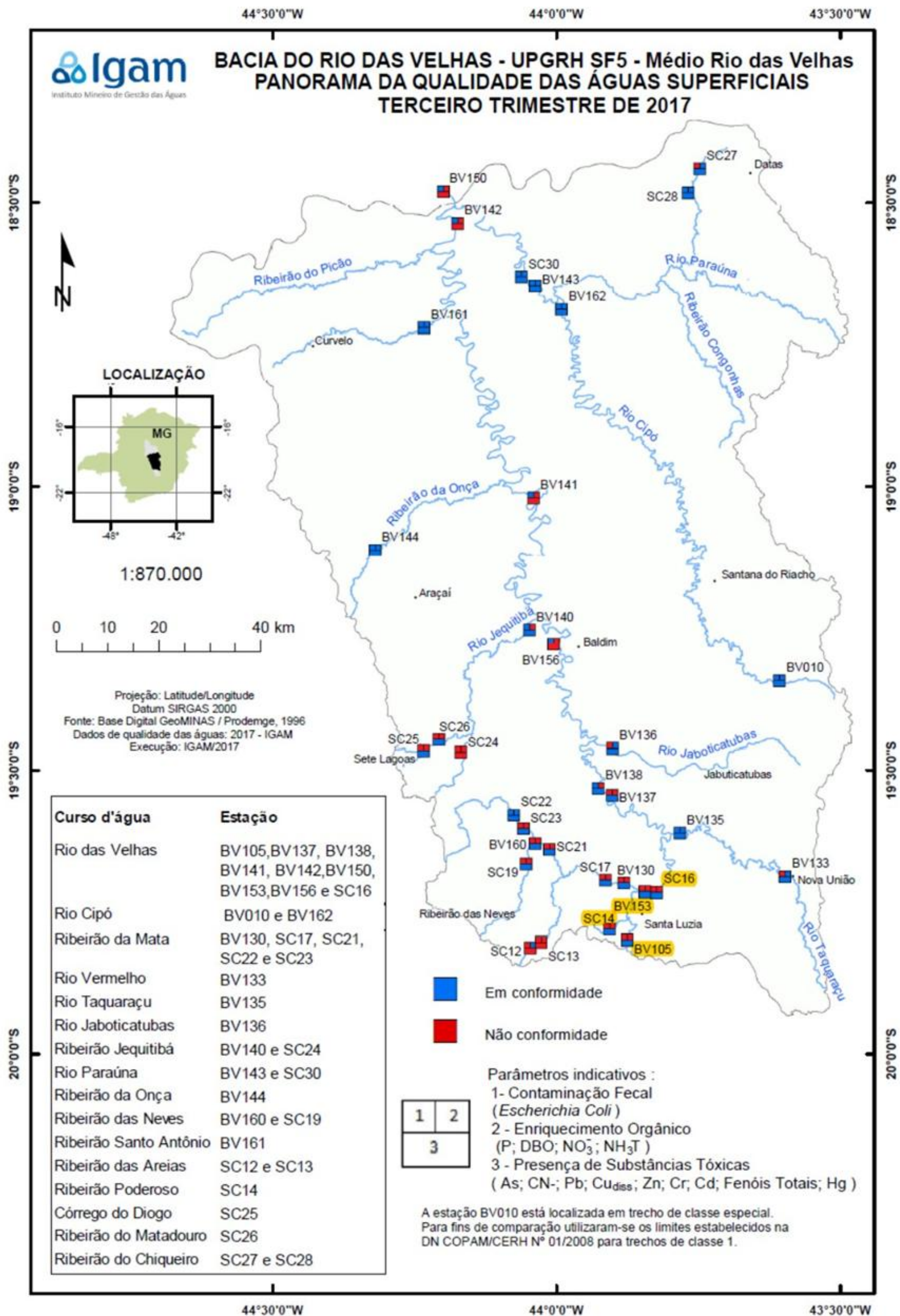


Figura 33 – Panorama da Qualidade das Águas Superficiais no Médio Rio das Velhas no 3º Trimestre de 2017, com destaque em amarelo para as estações monitoradas na UTE Poderoso Vermelho
Fonte: IGAM (2017)

Cabe salientar que o Diagnóstico de Qualidade das Águas Superficiais, Produto nº 03 do Projeto para Melhoria Hidroambiental na UTE Poderoso Vermelho, apresentará com melhor detalhamento o levantamento de dados referentes aos resultados dos últimos 10 (dez) anos de monitoramento de qualidade das águas na área de abrangência da UTE.

Para tanto, esta avaliação da evolução do monitoramento de qualidade das águas superficiais na UTE Poderoso Vermelho, proporcionará a identificação de possíveis fatores de pressão ambiental que afetam a qualidade de água ao longo da UTE.

5.13. Balanço Hídrico: Disponibilidade x Demandas

O balanço hídrico é utilizado para definir a relação entre a oferta de água e as demandas quantitativas e qualitativas por este recurso.

Na Tabela 27 encontra-se a relação entre a demanda de água e as disponibilidades hídricas, de acordo com o PDRH - Rio das Velhas (ECOPLAN-SKILL, 2014), representadas pela Q_{MLP} , $Q_{7,10}$, Q_{95} e Q_{90} . No balanço hídrico realizado com base na Q_{MLP} , considerou-se todas as vazões captadas, uma vez que a Q_{MLP} representa a disponibilidade hídrica potencial. Desse modo, a retirada de água subterrânea interfere diretamente nesta disponibilidade, à medida que promove uma diminuição da quantidade de água que atinge a hidrografia.

Em relação ao balanço hídrico relativo às vazões mínimas, o mesmo foi realizado considerando somente as vazões superficiais captadas. Esse procedimento foi utilizado pelo fato das vazões mínimas, evidenciadas em um período específico de estiagem não refletirem de forma tão direta as retiradas de água subterrânea, à medida que existe uma defasagem temporal, diretamente associada à transmissividade e às condições do aquífero, entre o momento de retirada da água dos poços e o impacto na hidrografia.

Tabela 27. Relação entre a demanda de água e as disponibilidades hídricas, representadas pela Q_{MLP} , $Q_{7,10}$, Q_{95} e Q_{90}

Demanda Média Anual Total/ Disponibilidade Média Anual (%)	Demanda Média Anual Superficial/ Disponibilidade Mín. Anual (Q_{90}) (%)	Demanda Média Anual Superficial/ Disponibilidade Mín. Anual (Q_{95}) (%)	Demanda Média Anual Superficial/ Disponibilidade Mín. Anual ($Q_{7,10}$) (%)
1,62	2,59	3,26	4,55

Fonte: Ecoplan-Skill (2014)

A situação da UTE Poderoso Vermelho em termos de disponibilidade hídrica é considerada satisfatória, segundo o Diagnóstico Específico das UTEs (ECOPLAN-SKILL, 2014), uma vez que a vazão média de retirada representa 1,62% da Q_{MLP} . Em relação às vazões mínimas, esse percentual chega a 4,55% quando considerada a $Q_{7,10}$, vazão mais restritiva entre as analisadas.

Pelo critério de concessão de outorga adotado por Minas Gerais, ainda seria possível permitir a retirada de água na UTE. A Portaria IGAM nº 49/2010 determina o percentual de 30% da $Q_{7,10}$ como o limite máximo de derivações consuntivas a serem outorgadas em cada seção da bacia hidrográfica considerada.

Outra forma de comparação entre as disponibilidades hídricas, consumos e demandas hídricas pode ser observada a partir dos dados apresentados na Figura 34, na qual pode-se verificar que mesmo no mês de maior demanda, a vazão necessária para consumo é inferior a vazão mínima de referência.

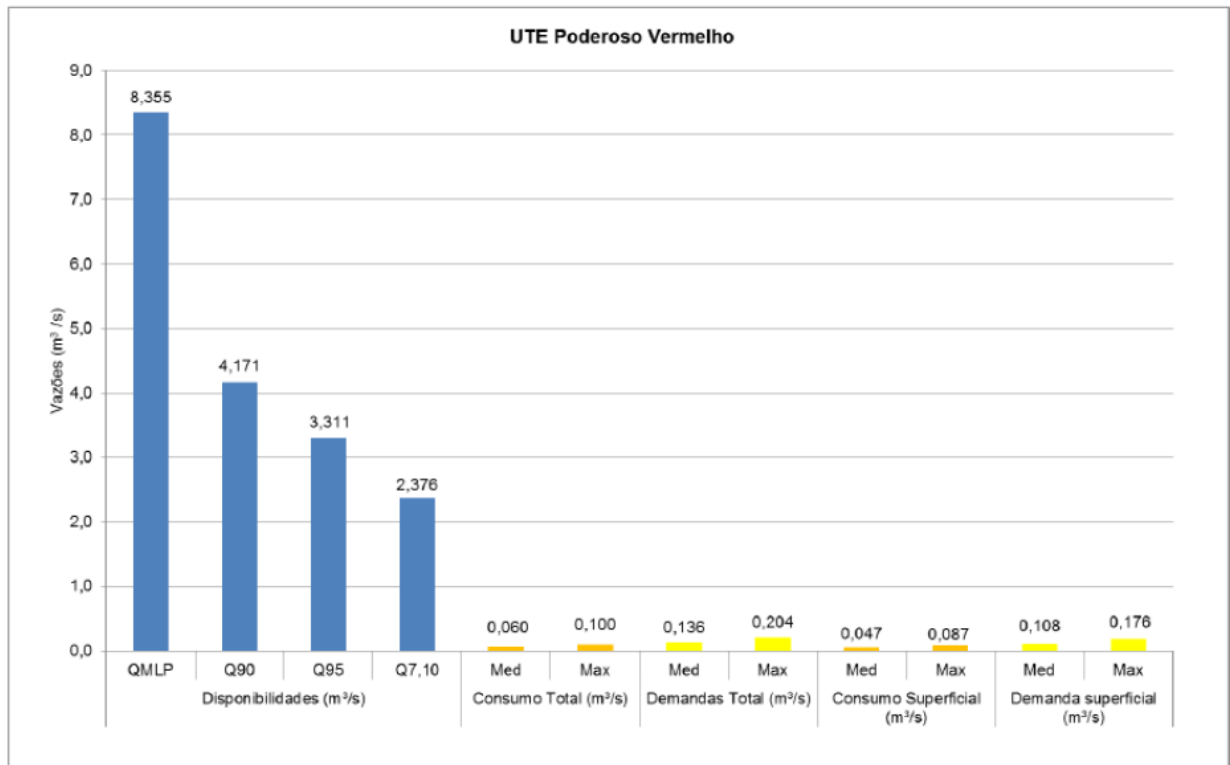


Figura 34. Disponibilidades hídricas, consumos e demandas hídricas (média e no mês de maior demanda) para a UTE Poderoso Vermelho
 Fonte: Diagnóstico Específico das UTEs (2014)

Ressalta-se que essas são observações gerais para se ter um panorama da situação da UTE Poderoso vermelho, sendo necessários estudos específicos para inferir outras conclusões acerca deste tema.

6. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA SUB-BACIA DO CÓRREGO BRUMADO

A seguir será apresentado o diagnóstico ambiental da sub-bacia do Córrego Brumado. O levantamento dos dados para desenvolvimento do presente trabalho foi realizado através de visitas a campo e do auxílio de geotecnologias, cujos procedimentos metodológicos encontram-se devidamente descritos no Item 6.2. Este levantamento possibilitou a coleta de informações sobre o uso e ocupação do solo bem como dos fatores de pressão ambiental predominantes na região.

Por meio das geotecnologias, sensoriamento remoto e Sistemas de Informações Geográficas (SIG's), foi possível extrair informações das áreas de interesse e elaborar, com base nestas informações, um diagnóstico ambiental. O processamento das imagens de satélite de alta resolução permitiu a obtenção de uma visão integrada de toda a sub-bacia do Córrego Brumado cujos parâmetros coletados podem servir como orientação para futuras intervenções ambientais, a fim de contribuir para a revitalização da sub-bacia.

6.1. Área de abrangência

Esse estudo foi realizado na área da sub-bacia do Córrego Brumado que abrange uma área de, aproximadamente, 24 km², tendo como ponto de referência para a localização da área as coordenadas 43°42'48.47"O; 19°47'25.25"S no município de Sabará, inserido na Região Metropolitana de Belo Horizonte, do Estado de Minas Gerais (Figura 35 e Figura 36).

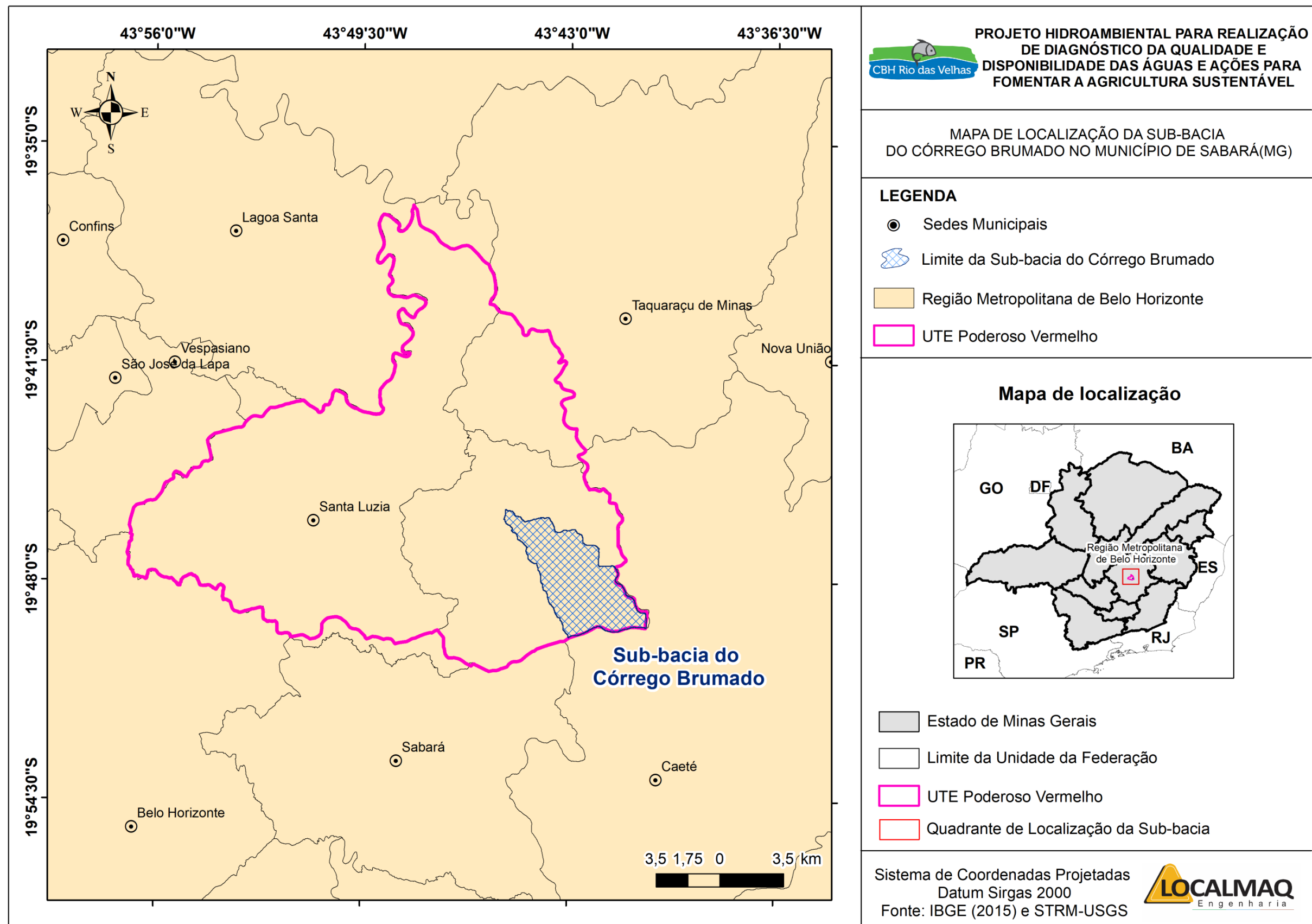


Figura 35. Mapa de localização da sub-bacia do Córrego Brumado.
 Fonte: LOCALMAQ (2017)

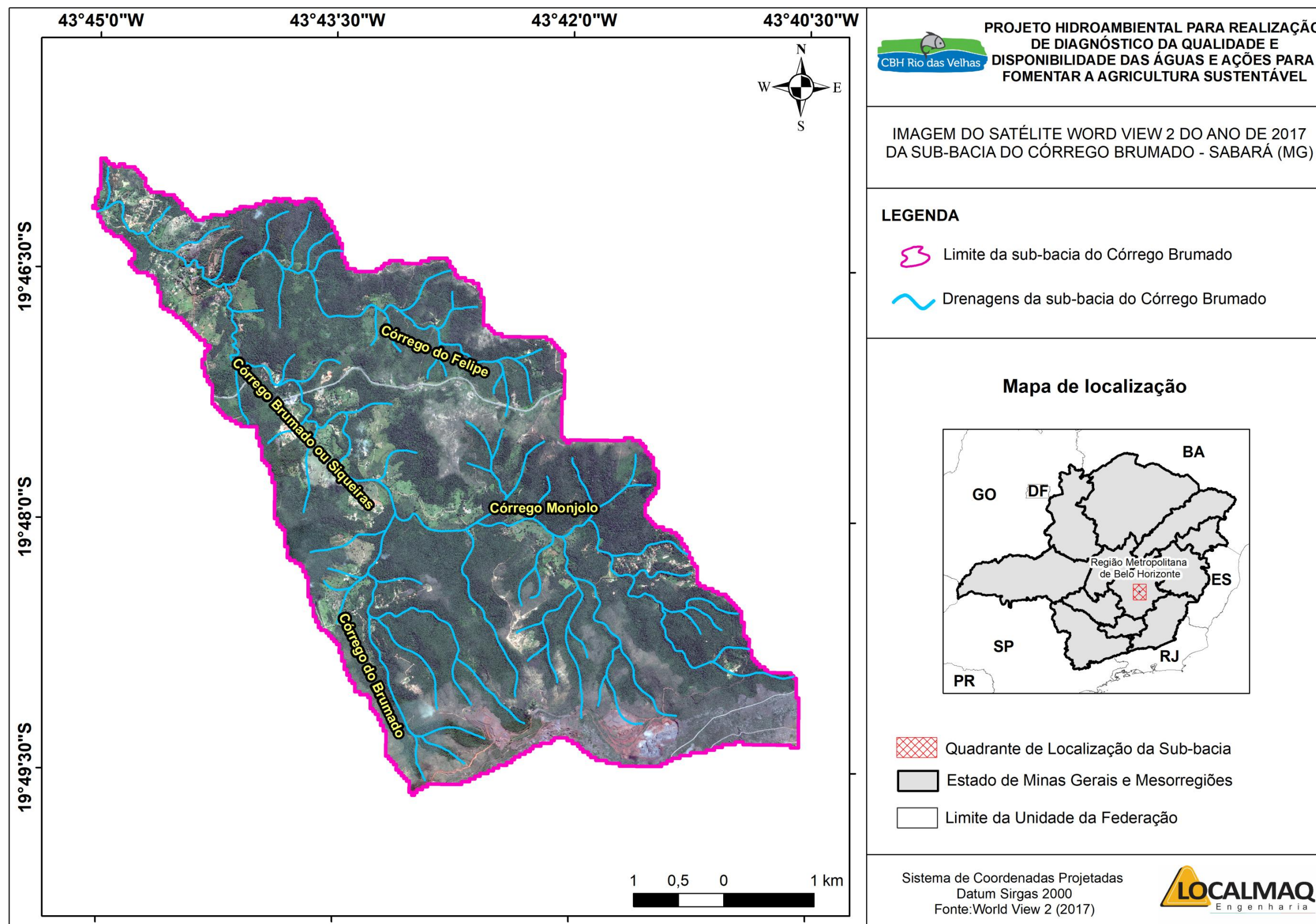


Figura 36. Imagem do satélite World View 2 da sub-bacia do Córrego Brumado
Fonte: LOCALMAQ (2017)

6.2. Materiais e Métodos

Para desenvolvimento do diagnóstico de uso e ocupação do solo, foram realizadas visitas de campo, coleta de dados de plataformas virtuais e posterior processamento juntamente com as imagens de satélite de alta resolução.

A fim de possibilitar a obtenção de informações necessárias para o desenvolvimento do presente projeto, foram adquiridos produtos e utilizadas técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto, as quais serão descritas a seguir:

- Cena SE-23-Z-C do radar Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), disponível no site do serviço geológico dos EUA;
- Imagens do satélite LANDSAT 05, sensor TM, órbita/ponto 218/73 dos anos de 1987 e 2006, disponíveis no sítio do Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE);
- Mosaico de imagens de satélite Word View II, adquiridas pelas LOCALMAQ Engenharia.

As imagens georreferenciadas se encontram em formato Geotiff (*.tif) e, após o tratamento das imagens, foi gerada a composição multiespectral com as bandas azul, verde, vermelho e infravermelho (R, G, B e NIR-1). Todas as imagens de satélite Word View II usadas estavam ortoretificadas com resolução espacial de 0,70 metros e resolução radiométrica de 16 bits. O sistema geodésico utilizado foi o SIRGAS 2000 e o ano de geração destas imagens foi de 2017. Além das imagens anteriormente citadas, também foram utilizados os seguintes produtos:

- Base vetorial da hidrografia de Minas Gerais, do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM);
- Mapa temático da litoestratificação com escala 1:1.000.000 (Base de dados do Serviço Geológico do Brasil - CPRM, 2004).
- Mapa Geológico Caeté Folha Parcial de: SE.23-Z-C-VI-4. CODEMIG, 2005.

- Mapa de Solos do Estado de Minas Gerais na escala de 1:500.000 (UFV, CETEC, UFLA, FEAM, 2010);
- Mapa do Zoneamento Ecológico Econômico de Minas Gerais na escala de 1:250.000 (ZEE/MG, 2009);
- Base Cartográfica Oficial da Mineração no Brasil (Sistema de Informações Geográficas da Mineração - SIGMINE, 2017).

Os produtos digitais citados anteriormente auxiliaram a elaboração dos mapas temáticos, fornecendo diferentes informações da sub-bacia do córrego Siqueiras ou Brumado. Durante o processamento desses produtos, foram realizados registros por meio da Base vetorial da hidrografia de Minas Gerais, do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM). A base vetorial da hidrografia de Minas Gerais do IGAM também foi adotada como layout no geoprocessamento para determinação dos eixos de drenagem da sub-bacia. Todos os procedimentos operacionais do sensoriamento remoto e processamento de imagens foram realizados no software ArcGIS 10.2, licenciado para o Laboratório de Geoprocessamento da UNIMONTES.

Para a aquisição dos dados topográficos e hidrológicos da sub-bacia, foi necessária a utilização das imagens do radar SRTM, da cena SE-23-Z-C. Esse produto permitiu a extração automática da área representativa da sub-bacia em estudo, a partir de algoritmos contidos na extensão *spatialanalyst (Hidrology)*. Nesse momento, foi obtida a imagem com o fluxo de direção, o fluxo de acumulação e o condicionamento da rede de drenagem, permitindo, assim, extrair o limite da bacia. A partir do polígono da sub-bacia do Córrego Brumado, foram obtidos diferentes dados relacionados à área de abrangência da mesma.

As imagens dos satélites LANDSAT 05, sensor TM, órbita/ponto 218/74, dos anos de 1987 e 2006, com resolução espacial de 30 m, e do satélite Word View II, de resolução espacial igual a 0,7 m e resolução espectral igual a 16 bits, foram utilizadas para a análise dos fatores de pressão na sub-bacia através da análise do uso e ocupação do solo. A composição colorida para as imagens do satélite LANDSAT 5 foram resultantes da banda 3, no verde, a banda 4, no

vermelho e a banda 5, no azul. Já a imagem do satélite imagem Word View II, teve como resolução colorida resultante a Pansharpened 4 (composição das bandas R, G, B e NIR).

Para a classificação dessas imagens, foram escolhidas as seguintes classes de uso e ocupação do solo: Vegetação nativa, Mineração, Vegetação ciliar e Outros. Nesta última, foram englobadas as classes de pastagem, pastagem degradada, solo e solo exposto, uma vez que apresentaram um alto grau de confusão entre esses tipos de usos, não permitindo distinguir as áreas ocupadas por cada uma delas.

É válido destacar que as imagens provenientes do satélite LANDSAT 5, para os anos de 1987 e 2006, possuem uma resolução espacial de 30 m, valor este inferior a do satélite World View II, de resolução igual a 0,7 m. Desta forma, o poder de detalhamento das classes pastagem, solo exposto, culturas, vias de tráfego, pavimentadas e não pavimentadas para o satélite LANDSAT 5, ao contrário das imagens do satélite World View 2, fica prejudicado, tornando distinguível apenas as classes predominantes como, corpos hídricos, ocupação humana, eucalipto, vegetação nativa, vegetação ciliar e a classe outros.

Para o processo de classificação do uso do solo das imagens, tanto do satélite LANDSAT 5 como Word View 2, em vista da área de estudo apresentar relativamente pequenas dimensões (inferior a 30km²), optou-se por empregar principalmente a classificação visual (vetorização) como mecanismo de identificação das classes, observando que particularmente nos casos de Solo Exposto e/ou Pastagem, empregou-se de forma auxiliar os comprimentos de onda do Vermelho (*red*) e Infravermelho Próximo (*NIR*). Efetuado tais procedimentos, os cálculos finais de áreas foram realizados no ambiente do Microsoft Office Excel.

Após classificação, para a imagem do satélite Word View II, utilizou-se a estatística Kappa para avaliar a concordância entre os resultados observados e classificados. A utilização deste índice é de suma importância para avaliação da acurácia do mapeamento do uso e ocupação do solo, uma vez que está diretamente relacionado com a qualidade do mapeamento. A partir da coleta

Execução



Apoio Técnico



Realização



das amostras de coordenadas de diferentes tipos de uso e ocupação do solo conhecidos, com o auxílio de um GPS em campo, foi possível realizar a comparação entre os dados reais e os classificados.

De acordo com Guptill e Morrison (1995), o valor mínimo necessário para uma classificação ser aceitável é de 85% em relação à exatidão global. A Tabela 28 apresenta a qualidade da classificação associada aos valores do índice Kappa, conforme Richards (2013).

Tabela 28. Qualidade da Classificação Associada aos Valores do Índice Kappa

Índice Kappa	Qualidade
0,00	Péssima
0,01 a 0,20	Ruim
0,21 a 0,40	Razoável
0,41 a 0,60	Boa
0,61 a 0,80	Muito Boa
0,81 a 1,00	Excelente

Fonte: LOCALMAQ (2017)

Depois da pré-classificação do uso da terra, foi realizado trabalho de campo na área de estudo, com a finalidade de coletar pontos de controle, usando aparelho receptor de sistema de posicionamento global (GPS). A primeira visita a campo (Figura 37) foi realizada no período de 13 a 16 de setembro pelo engenheiro responsável técnico Rafael Alexandre Sá e analista ambiental Kamilla Nunes Froes, essa visita iniciou na secretaria municipal de meio ambiente do município de Sabará-MG, onde se falou de forma breve sobre o projeto e seus objetivos para o então secretário Richardson de Oliveira Silva e os representantes do subcomitê Poderoso Vermelho Sr. Júlio César Bernades e Isaque Roberto Oliveira.

Após esse momento, partiu-se para campo acompanhado pelo Sr. Júlio, que auxiliou na chegada aos pontos de interesse já mapeados na pré-classificação. Essas atividades *in loco* proporcionaram ampliação dos conhecimentos sobre a dinâmica do uso do solo na bacia. Logo, foi possível fazer uma análise mais efetiva na classificação e no mapeamento do uso do solo. A segunda visita

ocorreu nos dias 20 e 21 de outubro de 2017 para validação de alguns usos em pontos mapeados da sub-bacia



Figura 37. Visita a Campo
Fonte: LOCALMAQ (2017)

6.3. Caracterização Física

6.3.1. Geomorfologia

Os estudos geomorfológicos da sub-bacia do Córrego Brumado possibilitaram a caracterização dos seus atributos físicos através da aplicação das análises morfométricas. Os estudos morfométricos são importantes, pois permitem realizar a caracterização hidrológica e do relevo de uma bacia hidrográfica. Os parâmetros obtidos nesse tipo de análise são muito utilizados em atividades de planejamento ambiental. Além disso, este tipo de estudo auxilia a explicação da dinâmica pedológica, na gestão dos recursos hídricos, nos processos de uso e ocupação da terra, das estruturas geológicas e dos diferentes substratos vegetativos (SANTOS *et al.*, 2014).

Na Figura 38, é apresentada a delimitação da sub-bacia do Córrego Brumado, obtida a partir do processamento da imagem do radar SRTM, da cena SE-23-Z-C, e a rede de drenagem obtida a partir da base vetorial da hidrografia de Minas Gerais do IGAM. Na Tabela 29 é apresentado o resumo das características físicas da sub-bacia que foram obtidas pelo processamento da imagem.

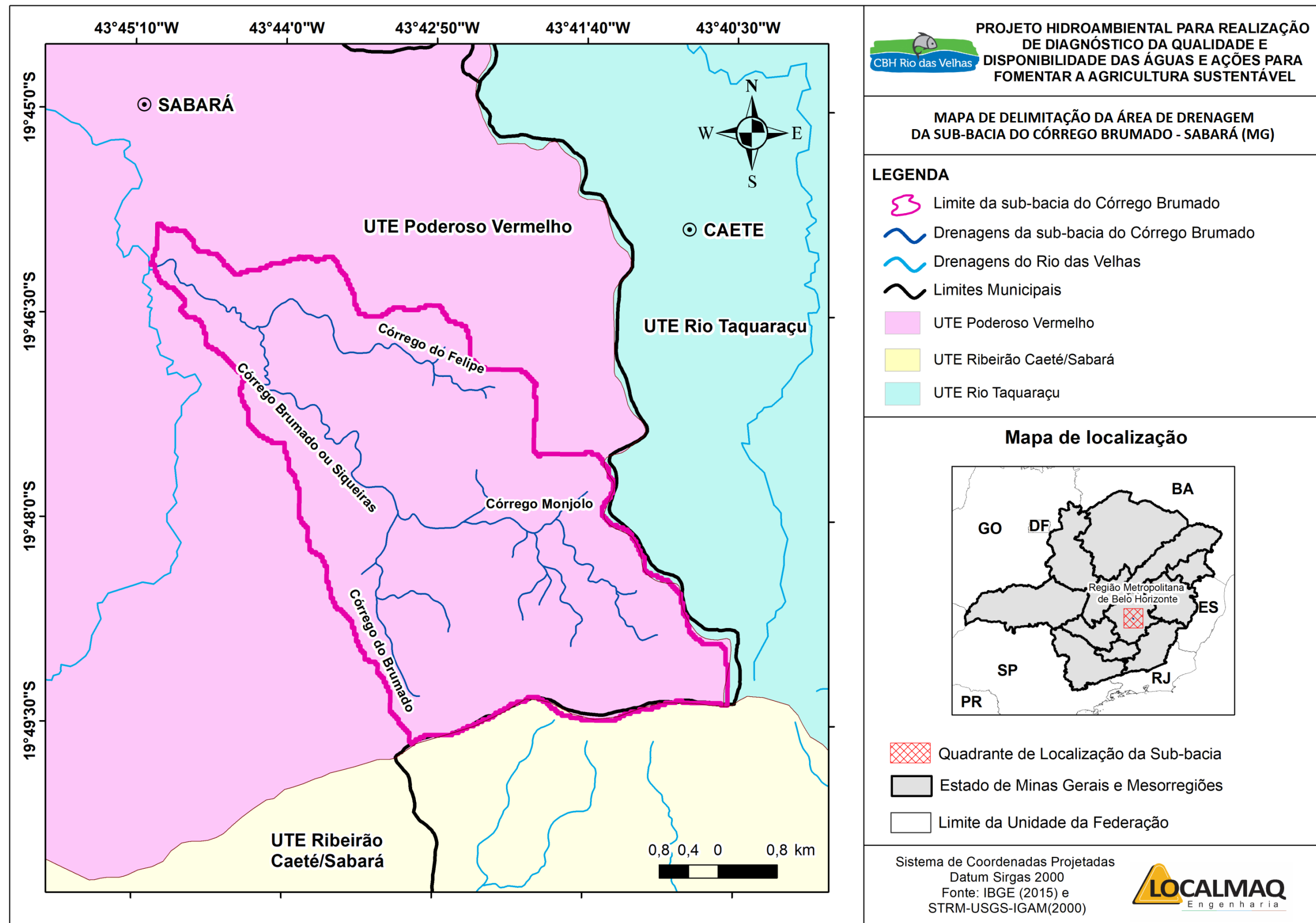


Figura 38. Delimitação e Rede de Drenagem da sub-bacia do Córrego Brumado
Elaborado por: LOCALMAQ (2017)

Tabela 29. Parâmetros físicos da sub-bacia do Córrego Brumado

Parâmetros físicos da sub-bacia do Córrego Brumado	
Área (km ²)	24,79
Perímetro (km)	32,40
Comprimento de Canal Principal (km)	12,93
Comprimento total dos canais (km)	64,94
Comprimento axial (km)	9,57
Altitude máxima (m)	1407,62
Altitude mínima (m)	798,43
Altitude média (m)	1103,03
Fator de forma	0,27
Coefficiente de compacidade (kc)	1,82
Densidade de drenagem (km/km-2)	2,62
Declividade média do canal principal	4,71%
Padrão de drenagem	Dentrítica
Ordem	4 ^a

Fonte: LOCALMAQ (2017)

Após análise dos parâmetros físicos e de acordo com a classificação de Silva & Mello (2008), pode-se constatar que a sub-bacia não está propensa a grandes enchentes, uma vez que apresenta valores de coeficientes de compacidade superiores a 1,5 e fator de forma inferior a 0,5. É possível observar também que a sub-bacia apresenta densidade de drenagem alta, uma vez que o seu valor é superior a 2,01 km/km⁻², conforme faixas de densidade de drenagem sugeridas por Beltrame (1994).

Na geomorfologia, o estudo do relevo tem grande influência sobre os fatores meteorológicos e hidrológicos, tendo em vista que a velocidade do escoamento superficial se condiciona pela declividade do terreno. Variáveis como a temperatura, a precipitação e a evaporação modificam-se em função da variação da altitude da bacia (SANTOS *et al.*, 2012).

A seguir, são apresentados os mapas com dados sobre o comportamento da hipsometria (Figura 39) e da declividade (Figura 40) ao longo da área em estudo.

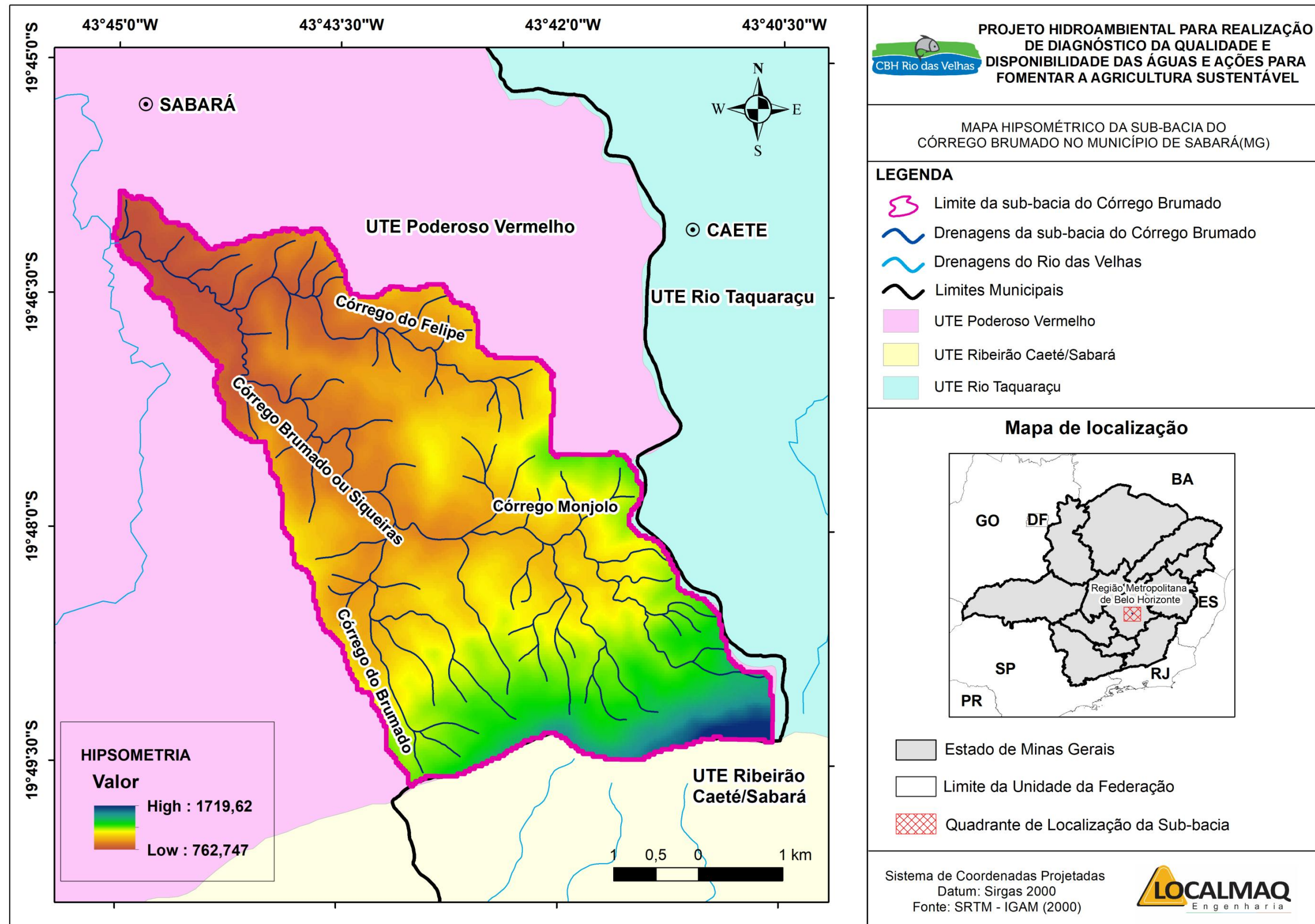


Figura 39. Hipsometria da sub-bacia do Córrego Brumado
Elaborado por: LOCALMAQ (2017)

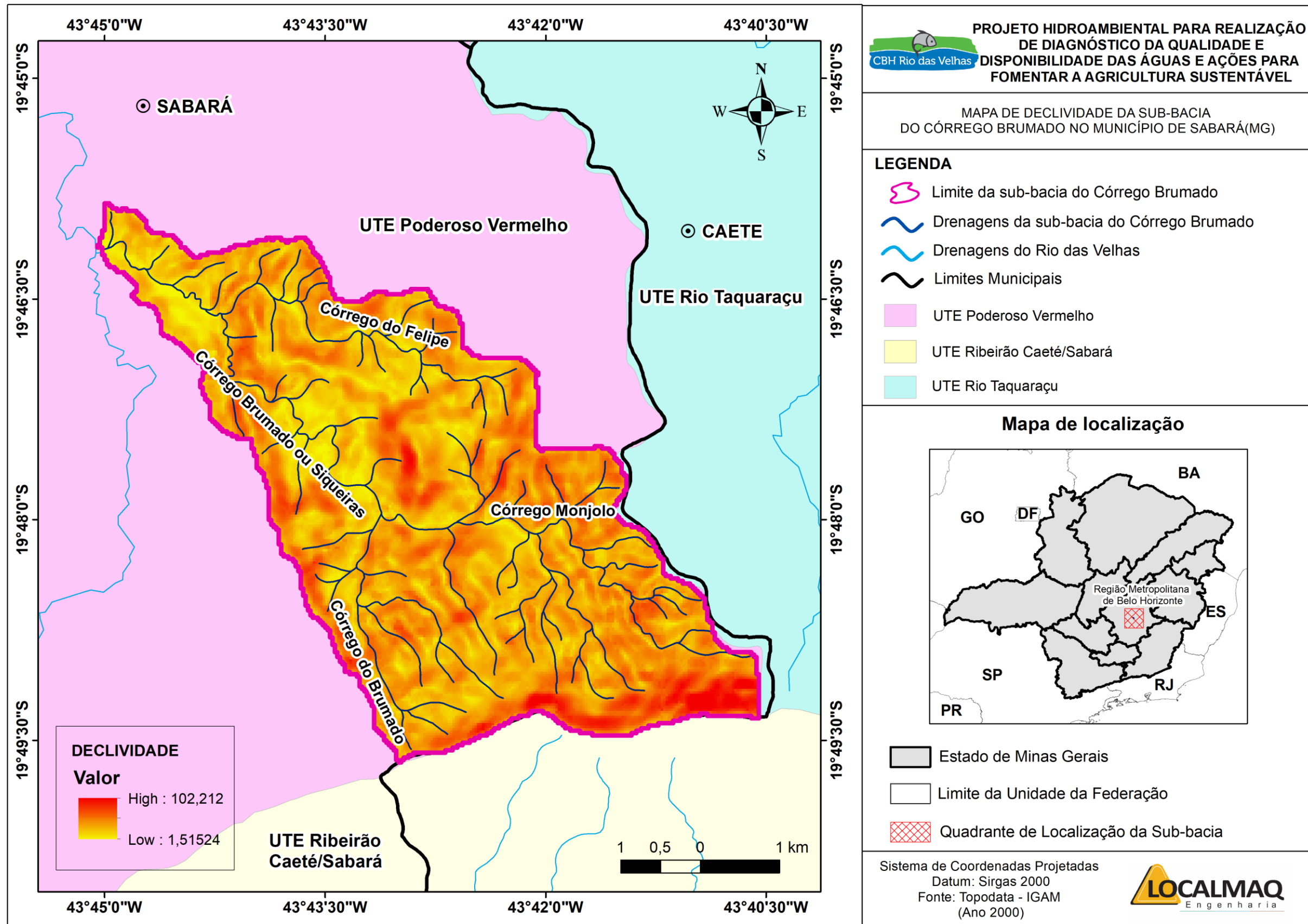


Figura 40. Declividade da sub-bacia do Córrego Brumado
 Elaborado por: LOCALMAQ (2017)

A sub-bacia do Córrego Brumado apresenta uma amplitude altimétrica de, aproximadamente, 609 metros, com o predomínio de menores declividades na porção média baixa da bacia. Já as áreas com maior declividade estão concentradas à montante das nascentes, próximo ao Santuário Serra da Piedade e das áreas de rejeito da Mineradora AVG. Este empreendimento adquiriu a área e seus passivos ambientais da empresa Brumaffer que, após décadas de exploração da mina, paralisou suas atividades em janeiro de 2006. Atualmente, a AVG tem realizado a remoção das pilhas de rejeitos localizadas nessa região, cujo posicionamento tem sido um motivo de preocupação aos moradores da região com relação à possível alteração da qualidade dos recursos hídricos desta bacia.

A preocupação da população local fundamenta-se na possibilidade de carreamento do material inerte das pilhas pelas águas das chuvas, o que promoveria o assoreamento das nascentes e poluição das águas. É importante destacar que essa região da sub-bacia do Córrego Brumado apresenta as maiores amplitudes altimétricas e declividade, tal fato promove o aumento da velocidade de escoamento superficial e conseqüente carreamento de sedimentos, podendo estes chegarem até as partes mais baixas da sub-bacia, caso não exista algum dispositivo de contenção e quebra de energia cisalhante pelo escoamento pluvial. Entretanto, áreas preservadas com vegetação nativa tendem a diminuir essa energia do escoamento naturalmente, funcionando como barreira natural do solo. A sub-bacia do Córrego Brumado possui grande percentual de vegetação nativa, e as áreas próximas às atividades de mineração apresentam remanescentes florestais expressivos, como pode ser observado nas imagens do satélite Word View2 do ano de 2017 (Figura 36).

Logo, os dados primários que serão obtidos com as análises de qualidade das águas do Córrego Brumado, servirão de base para confirmarmos se o fator declividade sobressai sobre a barreira natural da vegetação nativa, propiciando alterações na qualidade das águas da sub-bacia. Esses serão apresentados no Relatório de Monitoramento da Qualidade da Água da sub-bacia do Córrego Brumado (Produto 5) desse mesmo projeto.

6.4. Geologia

A área de estudos está localizada na porção extremo norte do Quadrilátero Ferrífero, próximo à Serra da Piedade, inseridas no contexto geológico de uma zona de contato entre dois litotipos distintos, a saber, o Complexo Belo Horizonte e rochas pertencentes ao Supergrupo Minas, aflorando ainda rochas do Grupo Nova Lima. Na Figura 41 está apresentada a área do Quadrilátero Ferrífero próxima a Serra da Piedade, com destaque para a região da sub-bacia do Córrego Brumado.

Execução



Apoio Técnico



Realização



UNIDADES GEOLÓGICAS PRÓXIMAS DA ÁREA DA SUB-BACIA DO CÓRREGO BRUMADO

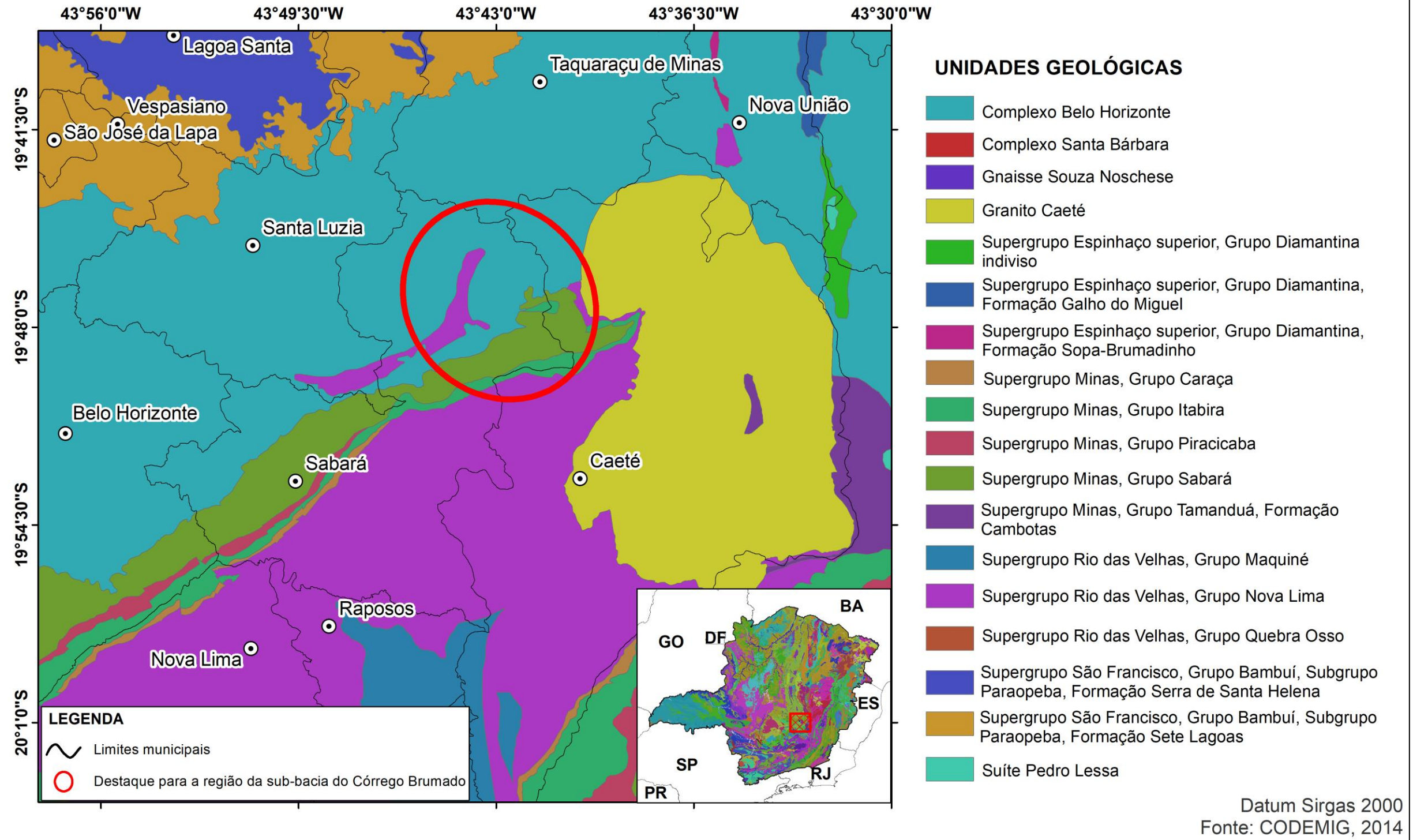


Figura 41. Unidades Geológicas próximas as áreas da sub-bacia do Córrego Brumado
Adaptado de: CODEMIG (2014)

Segundo DOOR, (1969) o Quadrilátero Ferrífero ocupa uma área de aproximadamente 7,000 km² e está localizado no extremo sul do Cráton São Francisco, porção central do Estado de Minas Gerais. Consiste em uma estrutura geológica compartimentada em dois grandes supergrupos: o Supergrupo Rio das Velhas (base), representante de um *greenstonebelt* arqueano; e o Supergrupo Minas (topo), formado por rochas metassedimentares paleoproterozóicas (topo). Ambos os supergrupos foram deformados pelos orógenos Transamazônico (2,1-2,0 Ga) e Brasileiro (0,65-0,50) (ALMEIDA *et al.*, 1981). Afloram ainda como embasamento rochas do Complexo Belo Horizonte.

Na Figura 42 é possível observar a geologia regional da área de estudo baseada no documento “Mapa Geológico Caeté Folha Parcial / Folha SE.23-Z-C-VI-4”, referente ao Projeto Geologia do Quadrilátero Ferrífero (CODEMIG, GOVERNO DE MINAS GERAIS E UFMG).

Execução



Apoio Técnico



Realização



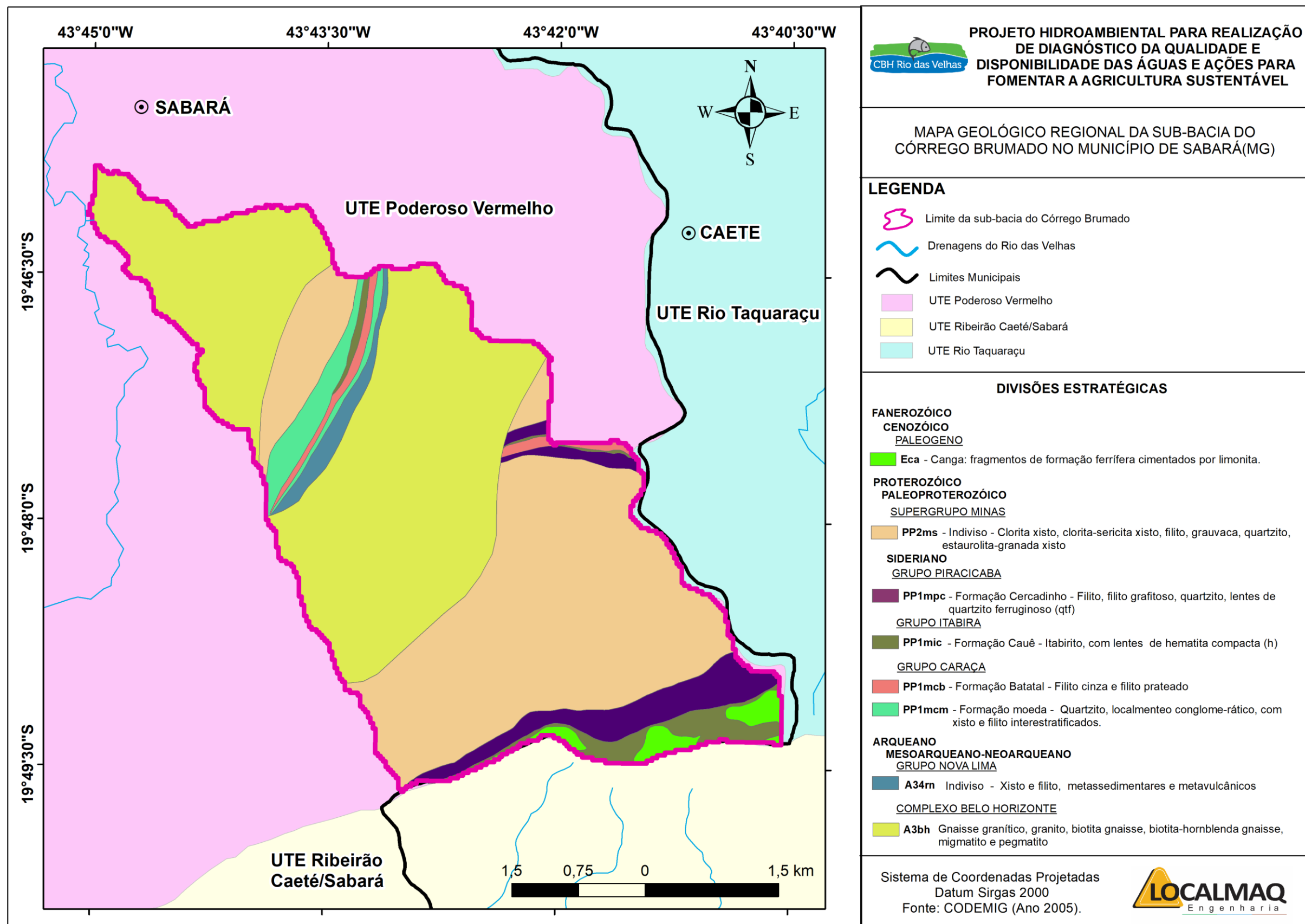


Figura 42. Mapa geológico regional
 Elaborado por: LOCALMAQ (2018)

A seguir, são descritos os principais litotipos que afloram na sub-bacia do Córrego Brumado.

- **Embasamento – Complexo Belo Horizonte**

Consiste na região mais antiga, tendo sua formação dada do Arqueano ao Neoproterozoico, aproximadamente 3.2 - 2.8 Ga (TEIXEIRA, 1985, 1993; MACHADO & CARNEIRO, 1992; CARNEIRO *et al.*, 1995), composta, principalmente, por gnaisses de composição TTG e intrusões de granitóides mais potássicos (2.6 Ga). Foram responsáveis pela estabilização final do cráton (ROMANO *et al.* 2013), cuja parte significativa permanece não deformada desde sua cristalização, correspondendo aos núcleos do Cráton São Francisco.

Correspondem a ortognaisses de alto grau metamórfico regional, dentro de escalas variáveis, podendo ser encontrado na forma de granitoides, milonitos e migmatitos, com composição mineralógica predominante em biotita, quartzo e feldspato. O embasamento é exposto, na escala quilométrica, em forma de domos (e.g. Teixeira *et al.* 2000), sendo uma das formações do embasamento o complexo Santa Bárbara, localizado na parte leste, o qual deixa bem claro a composição característica citada. Além do Santa Bárbara, é possível salientar outros domos que estão presentes no embasamento, distribuídos ao longo do Quadrilátero, como os Complexos Bonfim, Bação e Belo Horizonte.

- **Supergrupo Rio das Velhas – Grupo Nova Lima**

Acima do embasamento cristalino, está o Supergrupo Rio das Velhas que corresponde às formações do tipo greenstonebelts, geradas por derrames basálticos, de rochas máficas e ultramáficas, formando estruturas como pillow lavas, intercaladas por sequências sedimentares, sendo essa fase representada por carbonatos e pela Formação Ferrífera Bandada. A deposição do Supergrupo Rio das Velhas aconteceu entre 3.0–2.6 Ga (MACHADO *et al.*, 1992; NOCE *et al.*, 1998, 2005). Um dos componentes desse supergrupo é o grupo Nova Lima.

As litologias correspondentes ao supergrupo são rochas de protólitosmáficos e ultramáficos com baixo grau metamórfico. As rochas vulcânicas e metasedimentares do Supergrupo Rio das Velhas, de uma típica sequência

greenstonebelt, são caracterizadas pela associação entre rochas máficas e ultramáficas, rochas vulcanoclásticas e sedimentos clásticos imaturos (DORR, 1969). As pillow lavas indicam um ambiente marinho com efusão de magma ultramáfico. No grupo Nova Lima, encontram-se jazidas de ouro formadas pelas percolações de fluidos hidrotermais enriquecidos em sulfetos e óxidos.

- **Supergrupo Minas**

De formação Paleoproterozóica, foi subdividido, dentro do trabalho de DorrDorr II *et al.* (1957), em duas sequências separadas por uma discordância regional. Uma parte é dada pela sequência basal, que pode ser interpretada como parte do desenvolvimento de uma margem passiva, e a segunda seria os turbiditos do grupo Sabará. O início da fase de rifteamento é marcado pela deposição do grupo Tamanduá, pela formação Moeda (3.8 Ga – 2.6 Ga) (HARTMANN *et al.* (2006), Koglin *et al.* (2014), Martinez Dopico (in prep.)) e pelo grupo Caraça, caracterizados por litologias de quartzitos com protólitos de quartzo-arenitos. Posteriormente, tem-se o Grupo Itabira, marcado, principalmente, pelas formações ferríferas bandadas, Formação Cauê (2.6 Ga) (CABRAL *et al.*, 2012) , os quais são recobertos pelos mármorees da Formação Gandarela (2.4 Ga) (BABINSKI *et al.*, 1995), sendo essa a parte mais jovem do grupo Itabira. Os carbonatos da formação Gandarela estão em contato com quartzitos/metarenitos de mar profundo e pelitos/metapelitos do Grupo Piracicaba (DORR, 1969), sendo esse grupo dividido nas formações Cercadinho, Fecho do Funil, Taboões e Barreiro. Por último, o grupo mais jovem do supergrupo Minas, o grupo Sabará, com aproximadamente 2.1 Ga (BRUECKENER *et al.*, 2000), caracterizado por sucessões de rochas metassedimentares, intercalando metaconglomerados, filitos/pelitos, grauvacas e diamictitos. Essa formação é interpretada como representante de um turbidito, de um depósito submarino eólico formado durante a inversão da margem passiva do Supergrupo Minas durante o Transamazônico (ALKMIM E MARTINS-NETO, 2012). Destaca-se o fato de a camada de itabiritos ser uma camada guia ao longo do quadrilátero ferrífero.

- **Formação Moeda**

A Formação Moeda constitui as cristas e as escarpas da Serra da Moeda e é, predominantemente, composta por quartzitos, quartzitos conglomeráticos e localmente lentes de filito. A espessura da Formação Moeda varia, no flanco leste do

Sinclinal Moeda, de 135 a 180m (ALKMIM, 1996; LAZARIM, 1999), e sua deposição deve ser da mesma idade ou mais jovem que os últimos eventos de granitogênese arcaica, representada pelo Granito Salto do Paraopeba (2612±5 Ma.) (NOCE 1994).

- **Formação Batatal**

A Formação Batatal, constituída por filitos (DORR, 1969) puros que se apresentam morfológicamente nos altos topográficos, é sustentada pela camada de quartzitos da Formação Moeda. Sobrepõe, concordantemente, à Formação Moeda e mostra uma passagem gradacional para a Formação Cauê imediatamente sobreposta.

- **Formação Cauê**

A Formação Cauê é representada, predominantemente, por uma formação ferrífera do tipo lago superior e, subordinadamente, por itabiritos dolomíticos e anfibolíticos com pequenas lentes de filitos e margas e alguns horizontes manganésíferos.

- **Formação Cercadinho**

A Formação Cercadinho é composta por quartzito, quartzito ferruginoso, filito, filito dolomítico e ferruginoso, além de lentes de dolomito e conglomerado basal (Simmons, 1968). Segundo Dorretal (1959 in SILVA *et al*, 2005), a espessura média da formação gira em torno de 100 metros e esta assenta-se, discordantemente, a Formação Gandarela. Essas rochas metassedimentares afloram nas cidades de Caeté, Nova Lima e Sabará.

Além dos materiais supracitados, aflora-se, em alguns pontos da área de estudo, canga laterítica de formação ferrífera cimentada por limonita e material transportado por gravidade, colúvio com fragmentos de rocha.

Conhecer as diferentes litologias presentes na sub-bacia do Córrego Brumado se faz importante, visto que, rochas diferentes apresentam comportamentos distintos frente aos processos de intemperismo, dando, portanto, origem a materiais de cobertura variados. Estes, em função de suas características particulares, podem potencializar os processos erosivos, de movimentos de massa e de inundação, que, por sua vez, afetam diretamente as características hidroambientais da sub-bacia. Os estudos

geológicos também influenciarão na escolha das medidas mitigadoras na busca pelo reequilíbrio dos ecossistemas do Córrego Brumado.

6.5. Pedologia

O estudo pedológico permite avaliar o potencial de vulnerabilidade do solo em razão de suas características físicas relacionadas às estruturas de formação e aos fatores que interferem nessas características como relevo, clima, textura, matéria orgânica, entre outros.

Para identificação das unidades de mapeamento do solo, utilizou-se a base de dados do Mapa de Solos do Estado de Minas Gerais (UFV-CETEC-UFLA-FEAM, 2010) na escala de 1:500.000, de onde foram extraídas as unidades de mapeamento dos solos da sub-bacia (Figura 43) por meio de ferramentas do software ArcGIS 10.2, licenciado para o Laboratório de Geoprocessamento da UNIMONTES.

Após a elaboração do mapa temático foram extraídas as informações, presentes na Tabela 30, Tabela 31 e Tabela 32, referentes ao percentual de cada classe identificada, suas características gerais, físico hídricas e da saturação dos solos, a fim de subsidiar o desenvolvimento do diagnóstico ambiental. Estas informações foram encontradas na própria legenda expandida do Mapa de Solos do Estado de Minas Gerais e em materiais da EMBRAPA.

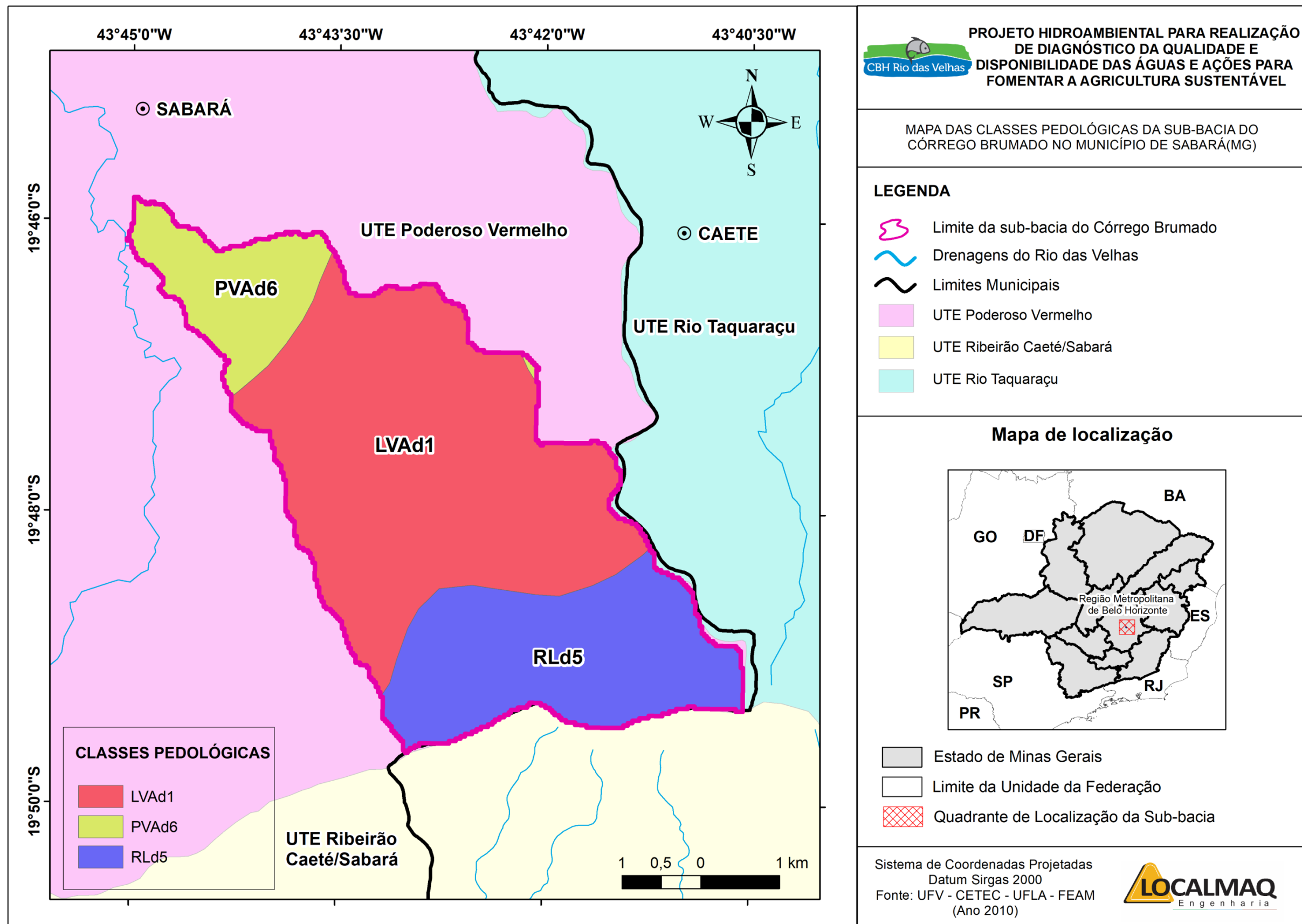


Figura 43. Classes Pedológicas da sub-bacia do Córrego Brumado
Elaborado por: LOCALMAQ (2017)

Tabela 30. Classes pedológicas da sub-bacia e suas Características Gerais

Classes	sub-bacia do Córrego Brumado		
	km ²	%	Características
LVA _{d1}	14,54	58,65	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico típico A moderado - textura argilosa; fase cerrado, relevo plano e suave ondulado.
PVA _{d6}	3,10	12,50	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico típico A moderado - textura argilosa, cascalhento/não cascalhento + CAMBISSOLO HÁPLICO distrófico típico e léptico A moderado - textura siltosa/argilosa + NEOSSOLO LITÓLICO distrófico típico A fraco; ambos fase floresta subcaducifólia, relevo suave ondulado e ondulado.
RL _{d5}	7,15	28,86	NEOSSOLO LITÓLICO distrófico típico A fraco/moderado + CAMBISSOLO HÁPLICO distrófico típico e léptico - textura siltosa/argilosa + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico típico A moderado - textura argilosa; ambos fase campo cerrado, relevo suave ondulado e forte ondulado.
Total	24,79	100	

Adaptado de: UFV-CETEC-UFLA-FEAM

A Tabela 31 apresenta algumas características físico-hídricas das Unidades de Mapeamento Pedológicas encontradas na área da sub-bacia do Córrego Brumado.

Tabela 31. Características Físico-hídricas dos Solos da sub-bacia do Córrego Brumado

Classe	Características
Argissolos PVA	São de profundidade variável, desde forte a imperfeitamente drenados, de cores avermelhadas ou amareladas, e mais raramente, brunadas ou acinzentadas. A textura varia de arenosa a argilosa no horizonte A e de média a muito argilosa no horizonte Bt, sempre havendo aumento de argila daquele para este.
Cambissolos CX	Devido à heterogeneidade do material de origem, das formas de relevo e das condições climáticas, as características destes solos variam muito de um local para outro. Assim, a classe comporta desde solos fortemente até imperfeitamente drenados, de rasos a profundos, de cor bruna ou bruno-amarelada até vermelho escuro, e de alta a baixa saturação por bases e atividade química da fração argila.
Latossolos LVA/LV	São solos normalmente muito profundos, em avançado estágio de intemperização, muito evoluídos, como resultado de enérgicas transformações no material constitutivo. Variam de fortemente a bem drenados, embora ocorram solos que têm cores pálidas, de drenagem moderada ou até mesmo imperfeitamente drenada, indicativa de formação em condições atuais ou pretéritas, com certo grau de gleização.
Neossolos NX/RL/RU	Compreende solos constituídos por material mineral, ou por material orgânico pouco espesso, que não apresentam alterações expressivas em relação ao material originário devido à baixa intensidade de atuação dos processos pedogenéticos, seja em razão de características inerentes ao próprio material de origem, com maior resistência a intemperismo ou composição químico-mineralógica, ou por influência dos demais fatores de formação (clima, relevo ou tempo), que podem impedir ou limitar a evolução dos solos.

Fonte: EMBRAPA (2006)

A Tabela 32, evidencia as características de saturação das Subordens das Classes Pedológicas encontradas nas áreas da sub-bacia do Córrego Brumado.

Tabela 32. Características de Saturação dos Solos da sub-bacia

Classe	Características de fertilidade
Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico	Solos distróficos (saturação por bases < 50 %) na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA).
Cambissolos Háplicos Distróficos e Léptico	Solos com argila de atividade alta e saturação por bases baixa ($V < 50 \%$), ambas na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA). Além disso, são solos com contato lítico entre 50 cm e 100 cm da superfície do solo.
Neossolos Litólicos Distróficos	Solos com saturação por bases baixa ($V < 50 \%$).
Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos	Solos com saturação por bases baixa ($V < 50 \%$) na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA).

Fonte: EMBRAPA (2013)

Dentre as unidades de mapeamento extraídas no mapa pedológico da sub-bacia do Córrego Brumado a que ocupa o maior território é o Latossolo Vermelho Amarelo distrófico. Dentre as características apresentadas por esta classe, destaca-se a fertilidade reduzida devido à baixa saturação por bases. No entanto, é preciso ressaltar que este tipo de solo, quando bem manejado, possui características favoráveis à agricultura e à pecuária, como a profundidade efetiva, horizontes “A” e “B” estruturados, boa drenagem, relevo plano ou suave ondulado concentrada na porção central da bacia, o que favorece a mecanização e produção agrícola e implantação de pastagem. Nesses solos se concentram a produção agropecuária na sub-bacia como será demonstrado no item uso e ocupação do solo.

O neossolo litólicos é a segunda classe mais expressiva na sub-bacia. Em razão de suas deficiências de fertilidade e impedimentos físicos, como pequena profundidade e pedregosidade, o uso para a agricultura torna-se bastante limitado. Concentra-se na parte alta da sub-bacia próximo a Serra da Piedade. Seguindo o sentido da declividade do terreno, apresenta-se o cambissolo nas áreas de declividade mais acentuada e, para a transição do relevo mais suave, inicia-se o latossolo.

O cambissolo, por sua vez, tem como principal fator limitante à agricultura a declividade acentuada, o que favorece sua vulnerabilidade à erosão e o dificulta a mecanização agrícola.

O argissolo apesar da deficiência de fertilidade apresenta boas condições físicas para implantação de pastagens. Concentra-se na porção baixa da bacia em transição ao latossolo a montante.

A seguir apresentam-se as características de aptidão agrícola dos solos na sub-bacia na Tabela 33.

Execução



Apoio Técnico



Realização



Tabela 33. Características de Aptidão Agrícola dos Solos na sub-bacia do Córrego Brumado

Características	Latossolo Vermelho-Amarelo	Cambissolos	Neossolo Litólico
Ambiente de ocorrência	Ocorrem em maior proporção nos ambientes relacionados às rochas cristalinas das superfícies que antecedem o Planalto da Borborema, em áreas com clima menos úmido, sob florestasubcaducifólia e variação significativa de relevo.	São identificados em diversos ambientes, estando normalmente associados a áreas de relevos muito movimentados (ondulados a montanhosos) podendo, no entanto, ocorrer em áreas planas (baixadas) fora da influência do lençol freático.	Abrangem diversos ambientes climáticos, associados desde áreas de relevos muito movimentados (ondulados a montanhosos) até as áreas planas, sob a influência do lençol freático (figura 2). Quanto ao material de origem, variam desde sedimentos aluviais até materiais provenientes da decomposição de rochas do cristalino (pré-cambriano).
Potencialidades e limitações	São solos com muito baixa a média fertilidade natural, apresentando como principal restrição aqueles que ocorrem em ambientes com relevos movimentados, relacionados aos ambientes de rochas cristalinas. Nos Tabuleiros Costeiros, estes solos necessitam de corretivos e fertilizantes, para se obter uma boa produtividade das culturas, necessitando do uso de matéria orgânica no horizonte superficial, principalmente nos solos de textura arenosa.	Em áreas mais planas, os Cambissolos, principalmente os de maior fertilidade natural, argila de atividade baixa e de maior profundidade, apresentam potencial para o uso agrícola. Já em ambientes de relevos mais declivosos, os Cambissolos mais rasos apresentam fortes limitações para o uso agrícolas relacionadas à mecanização e à alta suscetibilidade aos processos erosivos.	Em áreas mais planas, os Neossolos, principalmente os de maior fertilidade natural (eutróficos) e de maior profundidade, apresentam potencial para o uso agrícola. Os solos de baixa fertilidade natural (distróficos) e mais ácidos são mais dependentes do uso de adubação e de calagem para correção da acidez. Os Neossolos de textura arenosa (areia) apresentam restrição causada pela baixa retenção de umidade. O uso destes solos deve ser restringido quando estiverem próximos aos cursos d'água, por ser área de preservação das matas ciliares. Já em ambientes de relevos mais declivosos, os Neossolos mais rasos apresentam fortes limitações para o uso agrícola relacionadas à restrição a mecanização e à forte suscetibilidade aos processos erosivos.
Manejo	Para o seu aproveitamento racional necessitam de adubação e calagem, por serem solos de fertilidade natural baixa, nas áreas de domínio de rochas cristalinas sob florestasubcaducifólia o uso destes solos é mais diversificado, como manga, coco, pastagens, entre outras.	O manejo adequado dos Cambissolos implica a adoção de correção da acidez e de teores nocivos de alumínio à maioria das plantas, além de adubação de acordo com a necessidade da cultura. Para os Cambissolos das encostas, além destas, há necessidade das práticas conservacionistas devido a maior suscetibilidade aos processos erosivos.	O manejo adequado dos Neossolos de áreas mais planas, em geral, requer correção de acidez e de teores nocivos de alumínio para a maioria das plantas e de adubação de acordo com a necessidade da cultura. Para os Neossolos de encostas, além destas, há necessidade do uso de práticas conservacionistas devido à forte suscetibilidade aos processos erosivos.

Fonte: EMBRAPA (2013)

Diante desse contexto, é importante destacarmos a relação estreita existente entre a agroecologia e a avaliação da aptidão agrícola das terras, como norteadoras para o desenvolvimento da agricultura sustentável. Conhecer a aptidão agrícola de um solo é de grande importância, uma vez que o uso de terra em desarmonia ou sem considerar o seu verdadeiro potencial agrícola, pode resultar em problemas de degradação de agrossistemas, com perda de produção e produtividade, além de comprometimento dos recursos naturais, como, por exemplo, processos erosivos, assoreamento dos mananciais e consequente perda da qualidade e disponibilidade de água (PEREIRA e SILVEIRA 2006).

A caracterização das classes pedológicas da sub-bacia do Córrego Brumado, presentes nas tabelas anteriores, auxiliaram na identificação de classes com maior aptidão agrícola, sendo elas LVAd1 e PVAd6. Desta forma, as terras com pouca ou nenhuma aptidão agrícola devem ser classificadas como de preservação da flora e fauna, onde, no caso desta sub-bacia, dar-se destaque às áreas com a presença das classes neossolos litólicos e cambissolos (RLd5). Estas áreas possuem alta fragilidade/limitação de uso agrícola, sendo mais indicado o uso preservacionista. Todavia, não há impedimento que outras áreas de elevada aptidão, possam ser destinadas também a este tipo de uso (PEREIRA, 2006).

6.6. Biomas

A sub-bacia do Córrego Brumado está inserida no domínio do Bioma Cerrado, sua vegetação apresenta fitofisionomias que englobam formações florestais, savânicas e campestres. As florestas são áreas com predominância de espécies arbóreas, com a formação de um dossel contínuo. A savana são as áreas que apresentam árvores e arbustos espalhados sobre um estrato gramíneo, sem a formação de dossel contínuo, já as áreas de campos são caracterizadas pelas áreas com predomínio de espécies herbáceas e algumas arbustivas.

Para identificação das fitofisionomias encontradas na área da sub-bacia, foi utilizada a base de dados do Projeto Zoneamento Ecológico Econômico do Estado de Minas Gerais (ZEE-MG). Este estudo classifica a flora nativa do estado dentro dos seguintes domínios: campo, campo cerrado, campo rupestre, cerrado, cerradão, floresta estacional decidual montana, floresta estacional decidual sub montana, floresta estacional semidecidual montana, floresta estacional semidecidual sub

Execução



Apoio Técnico



Realização



montana, floresta ombrófila alto montana, floresta ombrófila montana, floresta ombrófila sub montana e vereda.

O mapa temático com a classificação das fitofisionomias (Figura 44) foi elaborado a partir do recorte das classes inseridas na área de drenagem da sub-bacia do Córrego Brumado a partir da base dados do ZEE-MG. Após a elaboração do mapa temático foi feita a extração das informações da área Tabela 34.

Execução



Apoio Técnico



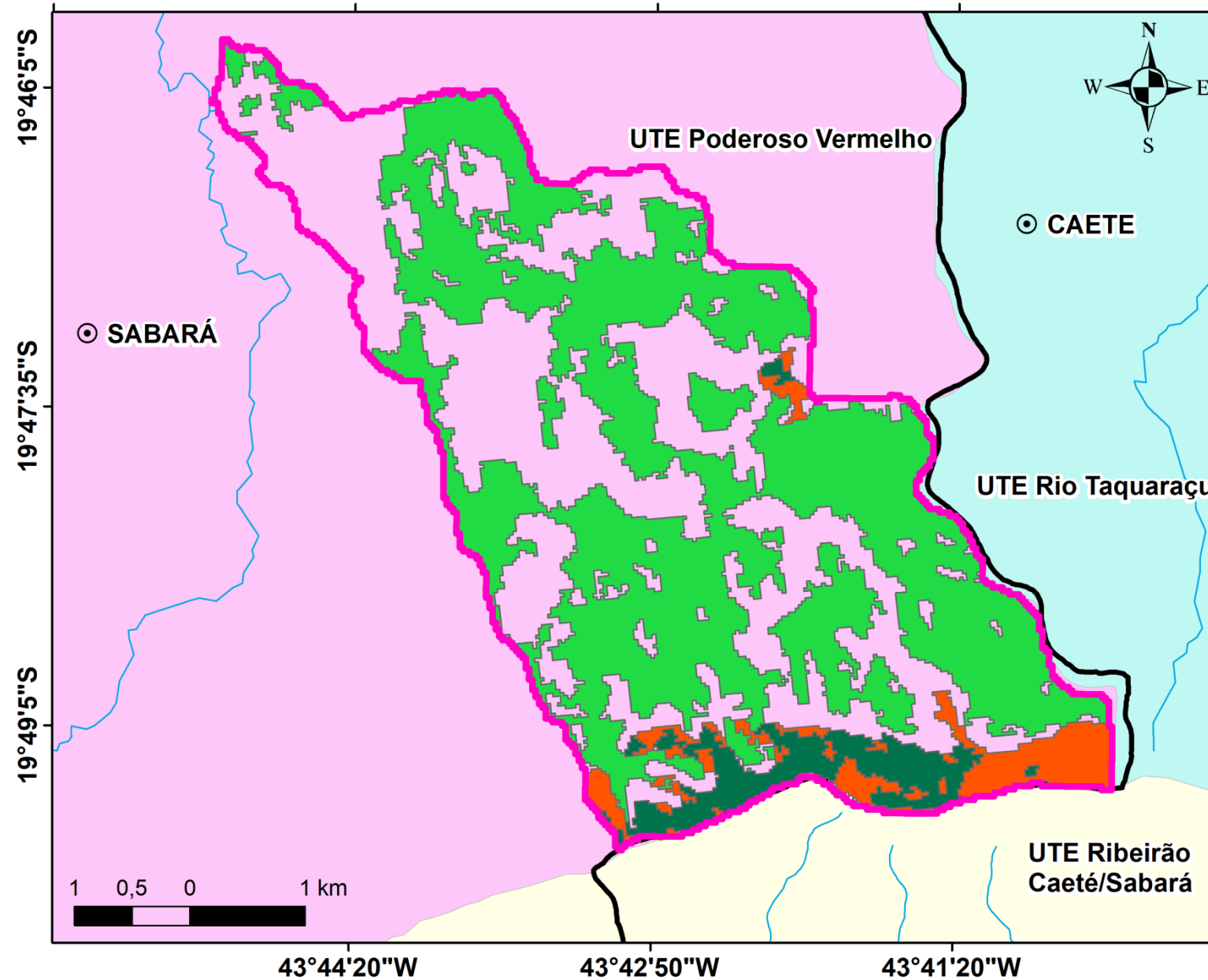
Realização





PROJETO HIDROAMBIENTAL PARA REALIZAÇÃO DE DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE E DISPONIBILIDADE DAS ÁGUAS E AÇÕES PARA FOMENTAR A AGRICULTURA SUSTENTÁVEL

MAPEAMENTO DA COBERTURA VEGETAL DO ANO DE 2009



LEGENDA

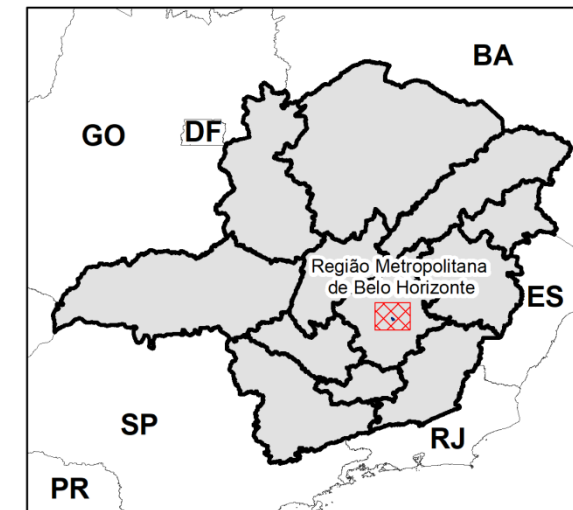
- Limite da sub-bacia do Córrego Brumado
- Drenagens do Rio das Velhas
- Limites Municipais

- UTE Poderoso Vermelho
- UTE Ribeirão Caeté/Sabará
- UTE Rio Taquaraçu

FITOFISIONOMIAS DO CERRADO

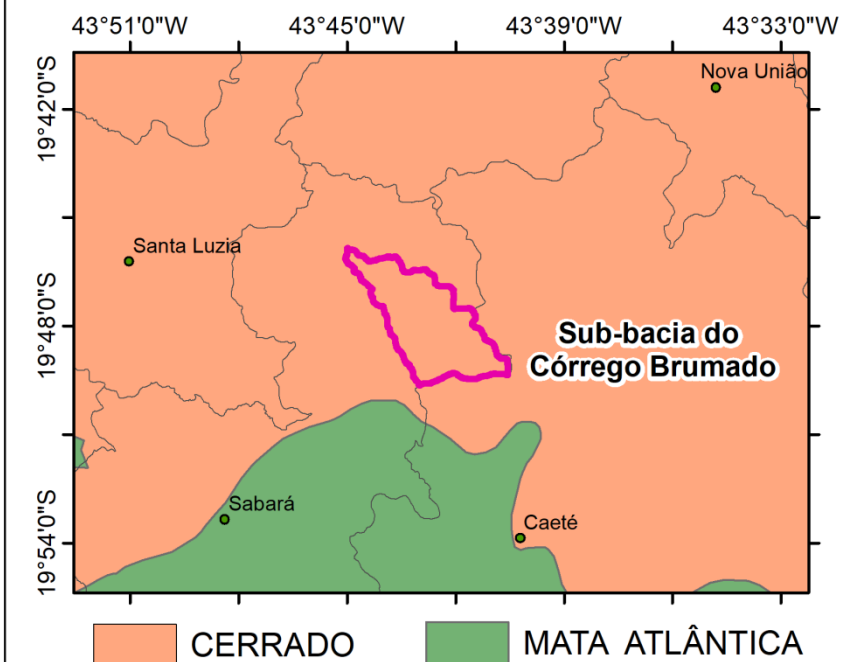
- Campo
- Campo rupestre
- Floresta estacional semidecidual montana

Mapa de localização



- Estado de Minas Gerais
- Limite da Unidade da Federação
- Quadrante de Localização da Sub-bacia

Biomos



- CERRADO
- MATA ATLÂNTICA

Sistema de Coordenadas Projetadas
Datum Sirgas 2000
Fonte: - Inventário Florestal de Minas Gerais
(Ano 2009)



Figura 44. Fitofisionomias do Cerrado na sub-bacia do Córrego Brumado
Elaborado por: LOCALMAQ (2017)

Tabela 34. Fitofisionomias do Cerrado identificadas na área da sub-bacia do Córrego Brumado

Fitofisionomias	Características	Km ²	%
Floresta Estacional Semidecidual	Está distribuída por praticamente todo o Estado de Minas Gerais, ocupa, muitas vezes, áreas úmidas e acompanham cursos d'água, tendo relevância também na forma de proteção de recursos hídricos. As árvores regulam seu balanço hídrico, perdendo suas folhas nos períodos mais secos e temperaturas mais elevadas, ou mantém-nas nos períodos mais chuvosos do ano. Esta fitofisionomia é caracterizada pelo dossel elevado, seguida de um estrato arbustivo, rico em diversidade, e, por fim, a camada herbácea, composta por inúmeras plantas de pequeno porte.	12,56	50,67
Campo	A fitofisionomia Campo é caracterizada pela predominância do extrato herbácea. Estas áreas têm sofrido grande pressão de substituição por áreas de pastagem, invasões de gramíneas exóticas e turismo predatório. Apesar de comum, a incidência de queimadas periódicas pode ser considerada um fator natural nestas áreas.	1,22	4,92
Campo rupestre	No campo rupestre, há o predomínio da vegetação do tipo herbáceo-arbustivo, com presença eventual de algumas árvores, com até dois metros de altura. Esta fitofisionomia ocupa trechos de afloramentos rochosos e, geralmente, ocorre em altitudes superiores a 900 metros (RIBEIRO E WALTER, 1998).	1,19	4,80
TOTAL		14,97	60,39

Adaptado de: ZEE (2008) / CAMPOS *et al*, (2009) / RIBEIRO E WALTER (1998)

Aproximadamente 60% do território da sub-bacia do Córrego Brumado, de acordo dados do ZEE-MG, para o ano de 2009, apresenta cobertura vegetal, onde há o predomínio da Floresta estacional semidecidual montana que se estende ao longo de toda a sub-bacia. As manchas de cobertura vegetal campo e campo rupestre concentram-se na região alta da sub-bacia, a montante das vertentes de drenagem.

Podemos observar na Figura 45 que a localização das fitofisionomias propostas pelo ZEE-MG (Figura 44) coincide com as características da vegetação observada na imagem de alta resolução da sub-bacia.

Execução



Apoio Técnico



Realização



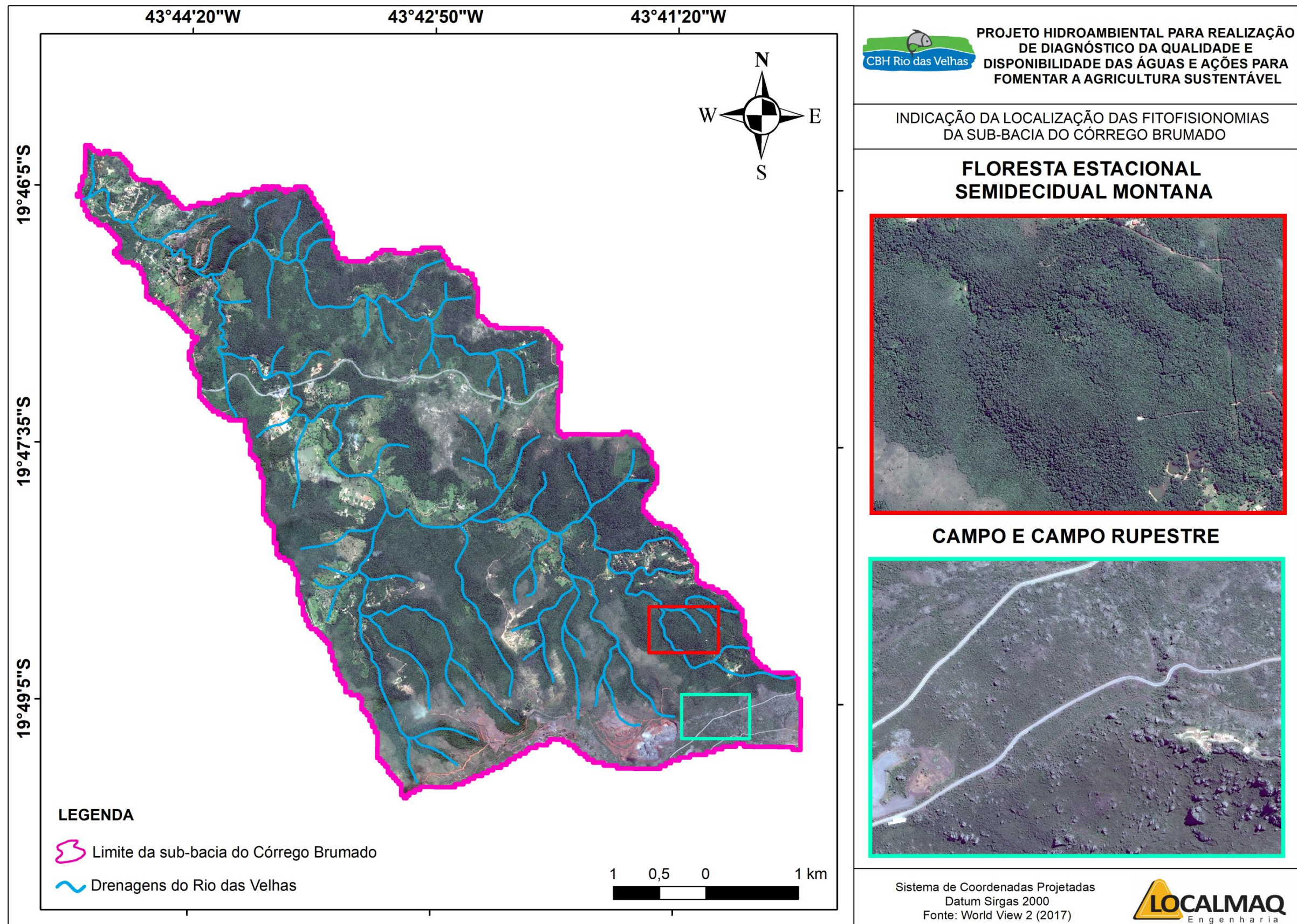


Figura 45. Fitofisionomias do Cerrado na sub-bacia do Córrego Brumado
Elaborado por: LOCALMAQ (2018)

Na parte alta da sub-bacia, próxima da Serra da Piedade, onde se concentra a classe dos Neossolos Litólicos, solos rasos e com baixa fertilidade, predomina a fitofisionomia Campo. Esta fitofisionomia é caracterizada por poucas espécies arbustivas e gramíneas naturais, cobertura vegetal típica de solos com pouca profundidade efetiva para desenvolvimento radicular. As manchas de campo rupestre já se apresentam nas transições para cambissolo, onde o impedimento de profundidade efetiva vai diminuindo com a presença de um horizonte “B” textural.

Na região média-baixa da sub-bacia predomina a fitofisionomia Floresta Estacional Semidecidual Montana, onde tem-se a presença de Latossolos e argissolos com propriedades físicas adequadas a essa cobertura vegetal, solos com profundidade e drenagem adequada.

As informações anteriormente descritas podem ser observadas através do comparativo entres os mapas de solo e fitofisionomias da sub-bacia na Figura 46.

Execução



Apoio Técnico



Realização



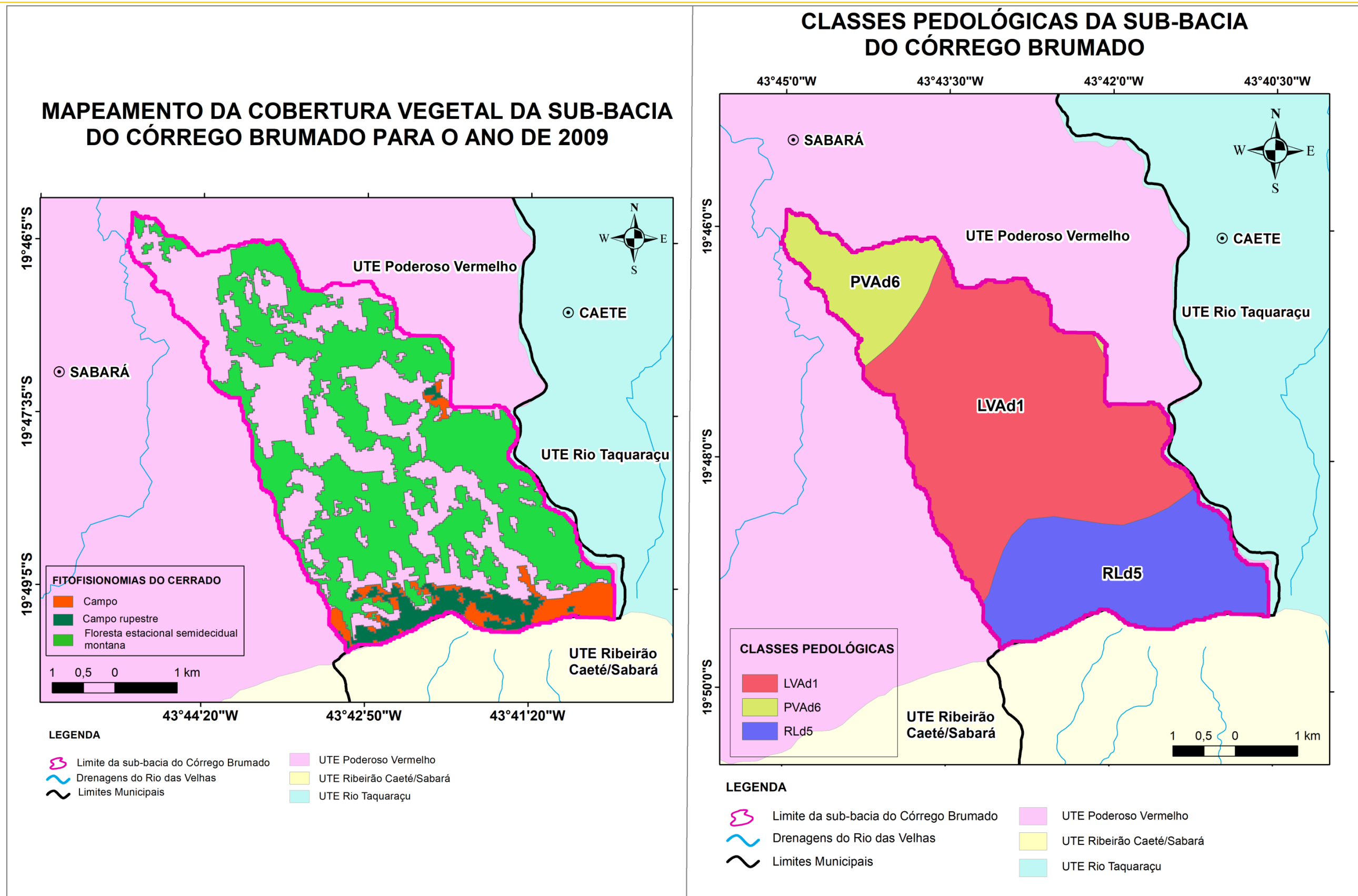


Figura 46. Comparativo entre as Fitofisionomias e as Classes de Solo da sub-bacia do Córrego Brumado
Elaborado por: LOCALMAQ (2017)

6.7. Atividades Minerárias

Assim como realizado para a UTE Poderoso vermelho, no Item 5.6, foi realizada a análise das atividades minerárias, de maneira pontual, para a sub-bacia do Córrego Brumado a partir da mesma base cartográfica oficial, fornecida pelo Sistema de Informações Geográficas da Mineração (SIGMINE) em março de 2018.

Esse Sistema foi desenvolvido pela Coordenação de Geoprocessamento - CGEO, com o objetivo de auxiliar na busca de informações atualizadas relativas às áreas dos processos minerários cadastrados no Departamento Nacional de Pesquisas Minerárias - DNPM, integradas a outras informações geográficas de interesse ao setor, produzidas por órgãos públicos, proporcionando ao usuário uma consulta aos dados e análises relacionais de caráter espacial. A partir dessa base de dados têm-se os processos minerários inseridos na sub-bacia (Figura 47 e Tabela 35).

Execução



Apoio Técnico



Realização



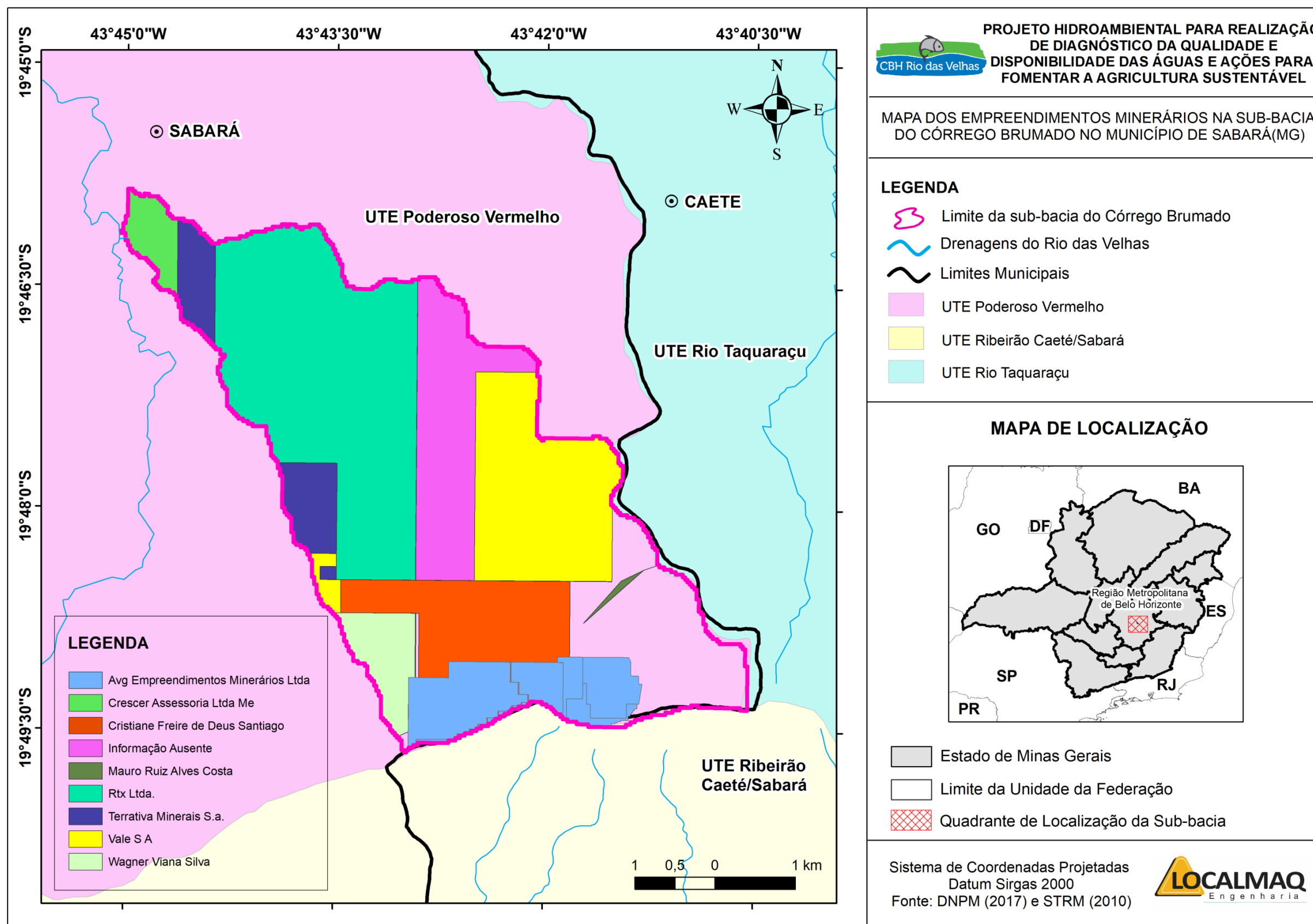


Figura 47. Requerentes dos Processos Minerários na sub-bacia do Córrego Brumado
 Fonte: SIGMINE / Elaborado por: LOCALMAQ (2017)

Tabela 35. Dados dos Empreendimentos Minerários na sub-bacia

NOME	ANO	AREA (ha)	FASE	SUBSTÂNCIA
Avg Empreendimentos Minerários Ltda	1971	45,57	CONCESSÃO DE LAVRA	FERRO
Avg Empreendimentos Minerários Ltda	1994	14,85	REQUERIMENTO DE LAVRA	MINÉRIO DE FERRO
Avg Empreendimentos Minerários Ltda	1994	44,64	REQUERIMENTO DE LAVRA	MINÉRIO DE FERRO
Avg Empreendimentos Minerários Ltda	1999	14,87	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE FERRO
Vale S A	2003	198,86	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE FERRO
Vale S A	2005	709,75	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE FERRO
Terrativa Minerais S.a.	2008	663,42	REQUERIMENTO DE PESQUISA	MINÉRIO DE FERRO
Avg Empreendimentos Minerários Ltda	1972	104,51	CONCESSÃO DE LAVRA	MINÉRIO DE FERRO
Rtx Ltda.	2011	988,34	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE FERRO
Vale S A	2003	678,47	REQUERIMENTO DE LAVRA	MINÉRIO DE FERRO
Mauro Ruiz Alves Costa	2010	35,01	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE FERRO
Crescer Assessoria Ltda Me	2014	340,75	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	GNAISSE
Cristiane Freire de Deus Santiago	2016	593,4	REQUERIMENTO DE PESQUISA	MINÉRIO DE FERRO
Wagner Viana Silva	2008	198,64	DISPONIBILIDADE	MINÉRIO DE FERRO
DADO NÃO CADASTRADO	2014	756,98	DISPONIBILIDADE	DADO NÃO CADASTRADO

Fonte: SIGMINE - MG / Elaborado por: LOCALMAQ (2017)

A área da sub-bacia apresentou 15 (quinze) processos minerários para 04 (quatro) substâncias distintas, distribuídas conforme a Tabela 36.

Tabela 36. Substâncias requeridas pelos Processos minerários na sub-bacia do Córrego Brumado

Substância	Quantidade
Dado não cadastrado	1
Ferro	1
Gnaisse	1
Minério de Ferro	12
TOTAL	15

Fonte: SIGMINE - MG / Elaborado por: LOCALMAQ (2017)

Dentre os 15 (quinze) processos minerários identificados, apenas 02 (duas) áreas possuem permissão para executar a extração mineral por meio da concessão de lavra, sendo 01 (uma) para minério de ferro e a outra para ferro. O empreendimento responsável por essas duas áreas, que se encontram a montante da sub-bacia, é a AVG Empreendimentos Minerários Ltda. Como já mencionado anteriormente, atualmente essa empresa tem realizado apenas atividades de remoção das pilhas de rejeitos localizadas nessa região cuja localização merece destaque uma vez que se encontram a montante das nascentes do Córrego Brumado.

Existe uma preocupação entre os moradores da sub-bacia com relação aos impactos das atividades minerárias sobre a qualidade das águas, tendo em vista a remoção das pilhas de rejeito. Essa preocupação foi apresentada SCBH Poderoso Vermelho que, em articulação com a Agência Peixe Vivo, propôs alterações neste projeto hidroambiental, as quais foram descritas detalhadamente no Plano de Trabalho (Produto 1). A seguir está apresentado um breve resumo das alterações feitas no projeto.

A proposta inicial previa o monitoramento da qualidade das águas, tendo como objetivo sua utilização para irrigação na produção agroecológica já desenvolvida pelo CSA. Entretanto, os demandantes, através do SCBH Poderoso Vermelho, manifestaram no Seminário Inicial de apresentação do projeto uma preocupação

também quanto à contaminação da água da sub-bacia devido à remoção das pilhas de rejeito de minério de ferro próximas de algumas nascentes.

Para tanto, foi acrescentado mais um ponto de monitoramento aos quatro já previstos nas campanhas de qualidade da água a serem realizadas. Ademais, em todos os 5 (cinco) pontos também foram acrescentadas análises de outros 6 (seis) parâmetros que podem vir a indicar contaminação devido às atividades minerárias ora mencionadas: ferro total, ferro dissolvido, manganês, cádmio e mercúrio.

Na Figura 48 está apresentado um mapa com a delimitação da sub-bacia do Córrego Brumado e a localização dos cinco pontos de monitoramento de qualidade da água.

Execução



Apoio Técnico



Realização



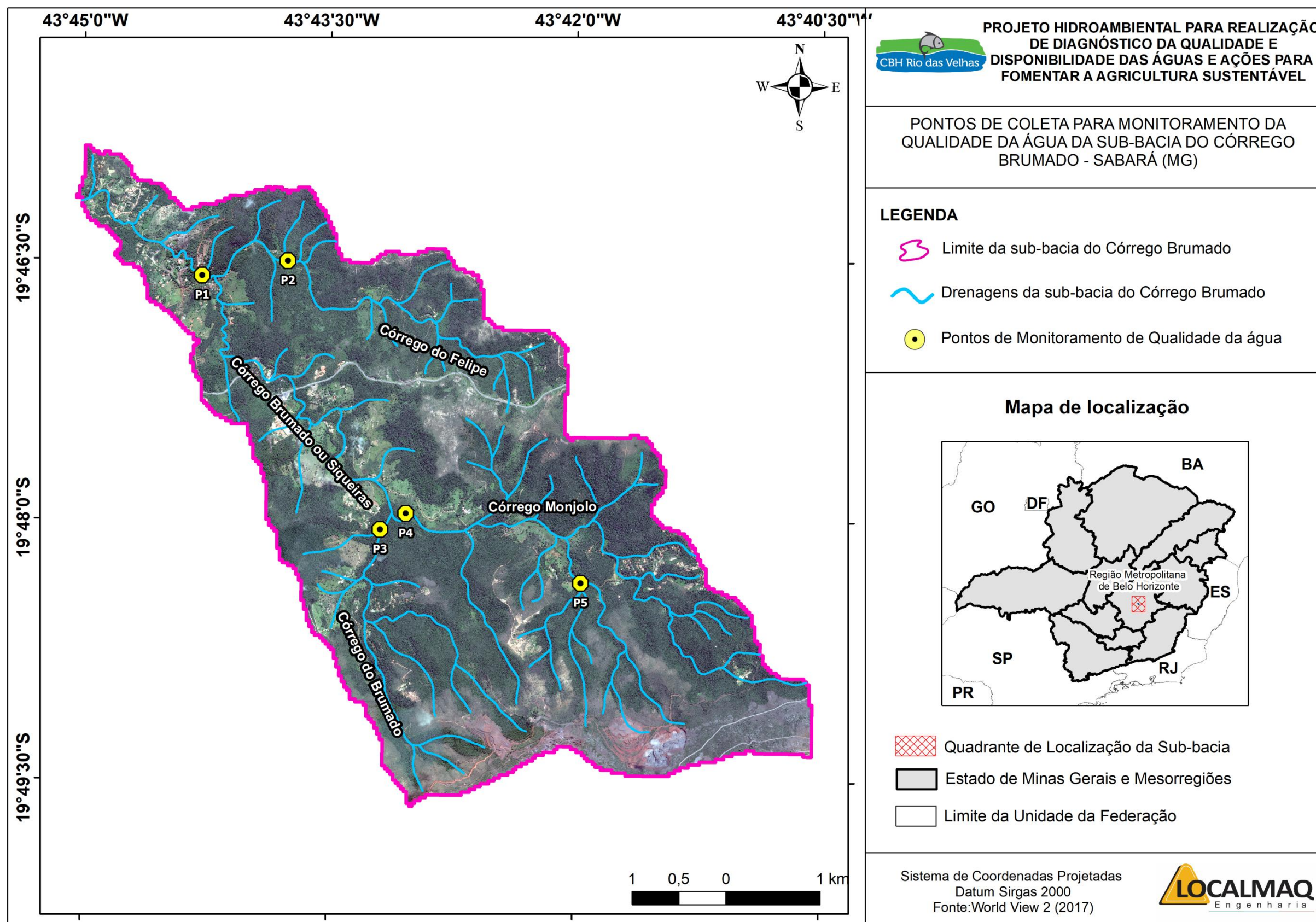


Figura 48. Pontos de Monitoramento de Qualidade da Água da sub-bacia do Córrego Brumado
Fonte: SIGMINE / Elaborado por: LOCALMAQ (2018)

Em breve contexto histórico sobre as atividades minerárias na área em questão, destaca-se que a extinta empresa Brumafer iniciou sua operação em 1963, na região denominada Fazenda do Brumado, ocupando parte da encosta da Serra da Piedade. Após décadas de exploração a mina foi paralisada, em janeiro de 2006 por determinação judicial e sem que as medidas necessárias para seu descomissionamento fossem tomadas (AVG, 2017).

Segundo informações obtidas junto à Secretaria de Meio Ambiente do município de Sabará, por meio de acordo judicial, foi autorizada a retirada das pilhas de rejeito para outro local e esse procedimento, denominado descomissionamento, tem gerado preocupação para do SCBH Poderoso Vermelho no que se refere à contaminação das águas da sub-bacia.

Sobre o ponto de vista técnico, esse procedimento deve ser bem planejado para evitar a geração de passivos ambientais na área. O descomissionamento pode ser considerado uma das etapas para o fechamento de uma área minerada e apresenta-se como um conjunto de operações que garantem a desativação da mina, com o objetivo de desenvolver a área para outros usos. As outras etapas seguintes compreendem a reabilitação da área, o monitoramento e manutenção e o pós-fechamento, no qual existe a garantia técnica para liberação da área para outros fins.

Para realização desse procedimento, a mineradora propôs durante a audiência pública no município de Sabará, obter a licença ambiental e social para promover o seu descomissionamento correto até o ano 2020 (REVISTA ECOLÓGICO, 2013), das atividades que se encontram em andamento. Essas informações foram ratificadas pela Mineradora AVG por contato telefônico. A empresa também confirmou que esta mesma proposta permanece até o presente momento.

É importante ressaltar ainda que a área da mineradora encontra-se próxima ao conjunto Arquitetônico e Paisagístico do Santuário de Nossa Senhora da Piedade. O santuário foi tombado pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), em 1956, como Reserva da Biosfera, pela Unesco, no ano 2005, compreendendo todo o trecho mineiro da Serra do Espinhaço. Em 2010, também foram realizados os tombamentos estadual e municipal.

A Figura 49 mostra a operação de remoção da pilha de rejeitos da mineração, observada durante a primeira visita técnica, e a Figura 50 indica o posicionamento da mesma em relação à sub-bacia do Córrego Brumado.



Figura 49. Remoção da pilha de rejeitos pela AVG
Fonte: LOCALMAQ (2017)

Execução



Apoio Técnico



Realização



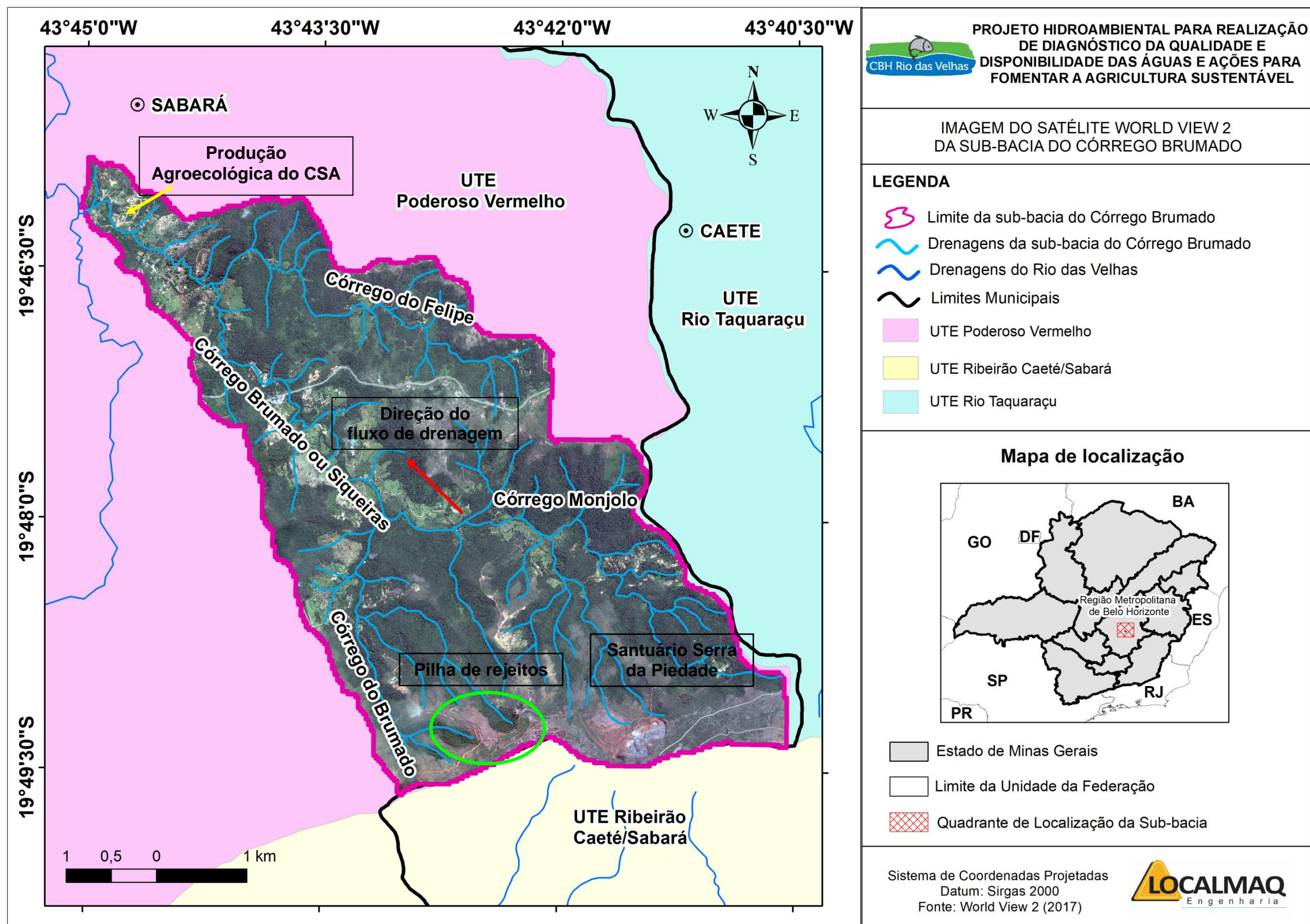


Figura 50. Sub-bacia do Córrego Brumado
 Elaborado por: LOCALMAQ (2018)

6.8. Uso e ocupação do solo

O uso e ocupação do solo apresenta-se como uma variável importante para análise de impactos sobre a qualidade e disponibilidade das águas. Nesse contexto, foi realizado o estudo de uso e ocupação do solo na sub-bacia do Córrego Brumado, visando à identificação de fatores de pressão ambiental na área da sub-bacia. Este procedimento foi realizado pela análise de imagens do satélite World View II, ortorretificadas e com resolução espacial de 0,7 metros.

No mapa da Figura 51 está apresentado o resultado das análises do uso e ocupação do solo na sub-bacia do Córrego Brumado após processamento da imagem do satélite World View2 do ano de 2017, em ambiente de SIG, conforme metodologia já abordada no Item 6.2. Na Tabela 37 são apresentadas as proporções das classes identificadas.

Execução



Apoio Técnico



Realização



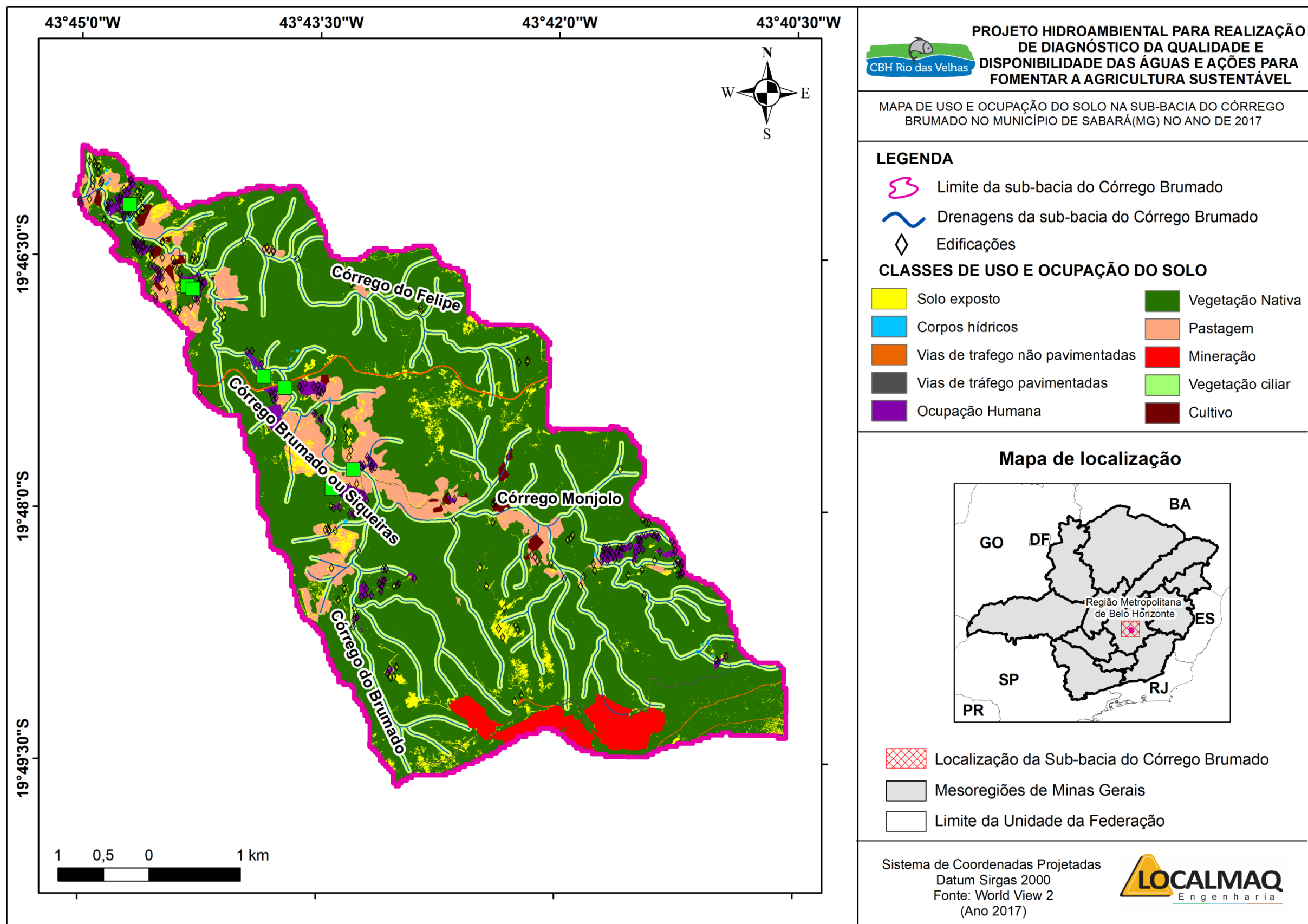


Figura 51. Uso e ocupação do solo da sub-bacia do Córrego Brumado no ano de 2017
Fonte: SIGMINE / Elaborado por: LOCALMAQ (2017)

Tabela 37. Cobertura do Solo da sub-bacia do Córrego Brumado no Ano de 2017

CLASSES	km ²	%
Solo exposto	0,98	3,97%
Corpos Hídricos	0,02	0,09%
Vias de Tráfego não pavimentadas	0,07	0,30%
Vias de tráfego pavimentadas	0,10	0,39%
Ocupação humana	0,47	1,91%
Vegetação Nativa	17,27	69,64%
Pastagem	1,68	6,77%
Mineração	0,67	2,71%
Vegetação ciliar	3,36	13,54%
Cultivo	0,17	0,67%
TOTAL	24,80	100%

Fonte: WorldView II/ Elaborado por: LOCALMAQ (2017)

Para avaliar a precisão da classificação de uso na imagem calculou-se o índice Kappa encontrando os percentuais 96,11% de exatidão global e 95,36% para a sub-bacia do Córrego Brumado. Sendo assim, o valor de exatidão global está acima do que Guptill e Morrison (1995) consideram necessário para uma classificação ser aceitável, e o índice Kappa encontra-se no intervalo de qualidade excelente.

A seguir, serão apresentados os registros fotográficos (Figura 52 a Figura 64) de alguns dos pontos coletados para realizar a validação da classificação do uso e ocupação do solo da sub-bacia. A partir dos pontos de coordenadas geográficas coletados em campo e a anotação de uso e ocupação correspondente, tem-se a validação ou não da classificação desenvolvida pelo software Arcgis, conforme descrição metodológica do Item 6.2. O levantamento contou com o auxílio dos Srs. Júlio Cesar Bernardes e Isaque Roberto Oliveira, representantes da Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Sabará e do SCBH Poderoso Vermelho. No mapa da Figura 65 é possível verificar a localização dos registros fotográficos apresentados.



Figura 52. Vegetação Nativa 01 / 635044,998- 7807474,775
Fonte: LOCALMAQ (2017)



Figura 53. Vegetação Nativa 02 / 635261,314- 7807663,441
Fonte: LOCALMAQ (2017)



Figura 54. Vegetação Nativa 03 / 635725,228 - 7809822,268
Fonte: LOCALMAQ (2017)



Figura 55. Área de Mineração / 635204,878 - 7807865,666
Fonte: LOCALMAQ (2017)



Figura 56. Área de cultivo 01 / 634950,157 - 7810202,931
Fonte: LOCALMAQ (2017)



Figura 57. Área de cultivo 02 / 635852,283 - 7809613,384
Fonte: LOCALMAQ (2017)



Figura 58. Área de cultivo 03 / 635541,995 - 7810.299,210
Fonte: LOCALMAQ (2017)



Figura 59. Corpos Hídricos / 631493,464 - 7813291,009
Fonte: LOCALMAQ (2017)



Figura 60. Solo Desnudo / 631107,717 - 7813657,494
Fonte: LOCALMAQ (2017)



Figura 61. Pastagem 01 / 633605,695 - 7810816,504
Fonte: LOCALMAQ (2017)



Figura 62. Pastagem 01 / 633229,260 - 7811092,360
Fonte: LOCALMAQ (2017)



Figura 63. Ocupação Humana - Condomínio / 633967,541 -7810154,150.
Fonte: LOCALMAQ (2017)



Figura 64. Vegetação Ciliar - Localização de nascente no Condomínio Arco Iris / 633779,556 - 7809985,810
Fonte: LOCALMAQ (2017)

Execução



Apoio Técnico



Realização



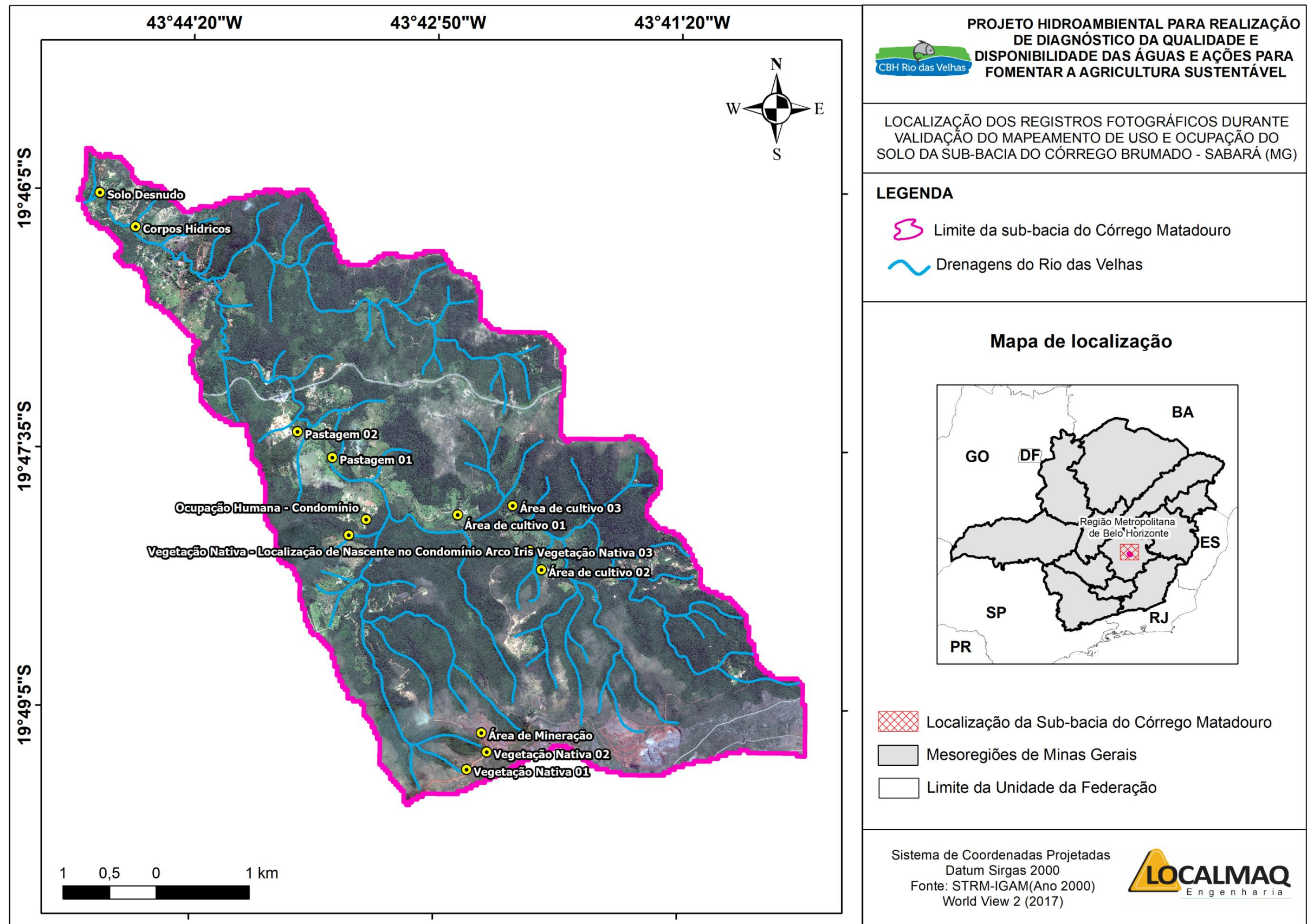


Figura 65. Registros Fotográficos da Validação do Mapeamento do Uso e Ocupação do Solo
Elaborado por: LOCALMAQ (2018)

A partir da classificação do uso e ocupação do solo na sub-bacia, verifica-se que a ocupação encontra-se compatível com a aptidão das classes de solo apresentada no item pedologia, tal fato harmoniza as informações entre os dois mapas temáticos.

Na região do alto da sub-bacia do Córrego Brumado, entre o divisor geográfico, Serra da Piedade e o início das drenagens dos córregos Brumado e Monjolo, concentram-se as ocupações minerárias ferríferas. Essa concentração se justifica em razão dos depósitos geológicos naturais daquela região, além da limitação do uso agrícola em função da classe de solo Neossolo litólico presente na mesma área. Também, à montante da sub-bacia, apresenta-se um primeiro conflito de ocupação entre a paisagem conservacionista da Serra da Piedade, área de recarga hídrica da bacia, e a mineração.

Nesse sentido, ressalta-se que estudos de impactos ambientais em áreas de recarga hídrica, como nas áreas de concentração de mineração ferrífera, devem abordar, de forma bem incisiva, as dimensões dos impactos dessas atividades no contexto hidrológico local contextualizando os impactos na capacidade de infiltração/percolação e vulnerabilidade ambiental.

Ainda no contexto da mineração, realizou-se uma pesquisa no Sistema Integrado de informações Ambientais do Estado de Minas Gerais – SIAM, onde foi verificado que o empreendimento AVG Empreendimentos Minerários LTDA ainda não obteve a licença de operação de suas atividades, e que o arquivamento do processo, com indeferimento, entre outras razões, se deve ao fato da localização da cava se encontrar em área tombada como patrimônio natural por meio do Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico, IEPHA-MG.

Segundo consta nos arquivos do sítio eletrônico do IEPHA-MG, o tombamento estadual da Serra da Piedade e sua declaração como monumento natural foram instituídos pelo art. 84 dos Atos das Disposições Transitórias da Constituição do Estado de Minas Gerais de 1989 e homologado em 19 de maio de 2006, com inscrição no Livro de Tombo n.º I, do tomo Arqueológico, Etnográfico e Paisagístico; Livro de Tombo n.º II, do tomo de Belas Artes; Livro de Tombo n.º III, do tomo Histórico, das obras de Arte Históricas e dos Documentos Paleográficos ou Bibliográficos.

Execução



Apoio Técnico



Realização



Nesse cenário, frisa-se que a Serra da Piedade, com destaque para o trecho divisor de águas da sub-bacia do Brumado, encontra-se sob proteção de um tombamento estadual. Entretanto, nota-se, pelas análises de classificação do uso e ocupação do solo, a necessidade de reabilitação da área já explorada pela cava e das áreas ocupadas pelas pilhas de rejeito.

A próxima atividade econômica na sub-bacia a ser abordada refere-se as ocupações agropecuárias que se concentram na região média e baixa da bacia, regiões de solos sedimentares, Latossolo e Argissolo, em relevos menos acentuados. Há que se destacar, entretanto, que boa parte das pastagens e áreas de cultivo encontram-se nas planícies próximas aos cursos de água, razão pela qual se alerta para a necessidade de um controle do acesso dos animais domésticos ao leito dos cursos d'água para dessedentação, além da manutenção das matas ciliares.

Outra atividade econômica importante na sub-bacia remete à agricultura. Destaca-se como referência na assistência técnica à agricultura familiar a presença do escritório da EMATER-MG no distrito de Ravena, Sabará, auxiliando no manejo agrícola, a fim de se implementar ações como manejo integrado de pragas e sistemas agroecológicos na região. Também tem-se a presença do CSA que apóia e assiste os produtores agroecológicos da região. O fomento às atividades agroecológicas, principalmente a produção de hortaliças é o objetivo principal desse projeto e é na região média-baixa da bacia, próxima ao distrito de Ravena, que concentra-se essa produção. Parte da irrigação dessas hortaliças advém da captação do Córrego Brumado, daí a importância de se avaliar a qualidade dessa água para essa finalidade de uso.

Outro ponto que merece realce, no uso e ocupação da sub-bacia, são os chacreamentos observados na região baixa. O parcelamento do solo rural em chácaras merece atenção, principalmente pelas demandas hídricas, sendo elas: doméstica, jardinagem e lazer; além das alternativas individuais de disposição dos resíduos sólidos e efluentes domésticos. Em pesquisa realizada no acervo de legislações municipais de Sabará, disponível no sítio eletrônico, verificou-se que a Lei Complementar nº 32/2015, que dispõe sobre o perímetro de Zona Urbana, a expansão urbana, o zoneamento, o uso e a ocupação do solo no Município de Sabará e dá outras providências, não aborda de forma regulamentar o parcelamento

Execução



Apoio Técnico



Realização



e o uso do solo em áreas rurais do município, abordando em seu artigo 16, que a macrozona rural será regulamentada em legislação específica. É importante destacar que o planejamento de zoneamento e ocupação de solo em áreas rurais deve seguir as diretrizes de planejamento das unidades de bacias hidrográficas (CARVALHO, 2014).

Sobre o ponto de vista da cobertura vegetal, a sub-bacia detém um percentual expressivo de mata nativa, cerca de 70%, muitos deles em áreas com declividade acentuada, com difícil possibilidade de mecanização agrícola. Nesse aspecto, há de se ressaltar que o relevo acentuado fragiliza o ambiente, fato que pode ser observado pelas manchas de solo expostas nas regiões alta e média da bacia, ocupadas pela vegetação nativa. A declividade nesse aspecto torna-se uma barreira para o avanço da agropecuária sobre essas áreas. Aliado a isso, as áreas altas da bacia estão sobre a formação pedológica de neossolos litólicos e cambissolos, solos com baixa fertilidade e manejo complexo em razão da pequena profundidade efetiva e alta vulnerabilidade a erosão.

De uma maneira geral, as informações sobre mudanças do uso e ocupação do solo são imprescindíveis para compreender os processos das paisagens que impactam o meio ambiente, a sociedade e o setor econômico (ANDRADE, 2014). Coelho *et al* (2011), em análises realizadas nas bacias hidrográficas do rio Caí, no município de Canelas(RS), por exemplo, constataram que a qualidade físico-química da água é fortemente influenciada pelas características de uso e ocupação do solo da zona ripária. Pontes *et al* (2012) verificaram melhorias nas áreas onde a vegetação ripária encontrou-se menos degradada, destacando a contribuição da vegetação, na depuração da água, e de outras espécies terrestres, na redução dos processos erosivos, e do aporte de sedimentos, nos córregos.

No que diz respeito às campanhas de monitoramento da qualidade da água do Córrego Brumado, previstas no escopo do projeto, ressalta-se que os resultados obtidos deverão ser analisados juntamente com as informações de uso e ocupação do solo da sub-bacia.

6.9. Fatores de pressão

6.9.1. Análises da dinâmica de uso e ocupação do solo na sub-bacia

A fim de possibilitar a análise dos fatores de pressão identificados na sub-bacia do Córrego Brumado, foram elaborados mapas de uso e ocupação do solo para os anos de 1987 (Figura 66) e 2006 (Figura 67), de acordo metodologia descrita no Item 6.2. Posteriormente, foram extraídas as informações dessas áreas e, em seguida, comparadas com as informações extraídas da análise de uso e ocupação solo para o ano de 2017 (Tabela 38 e Figura 68), obtidas do processamento das imagens de alta resolução, apresentadas no Item 6.8.

Execução



Apoio Técnico



Realização



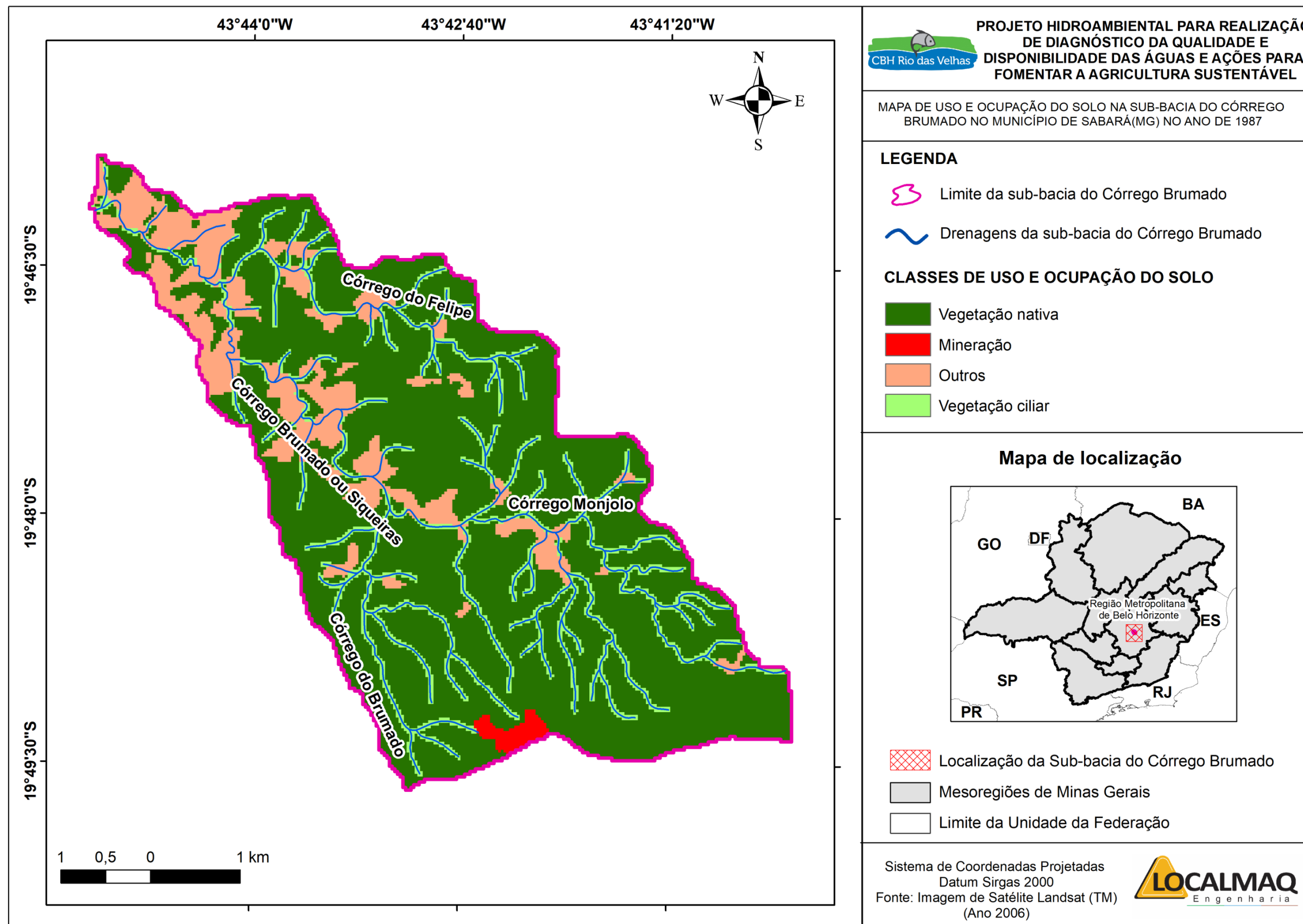


Figura 66. Uso e Ocupação do solo na sub-bacia do Córrego Brumado no ano de 1987
Elaborado por: LOCALMAQ (2017)

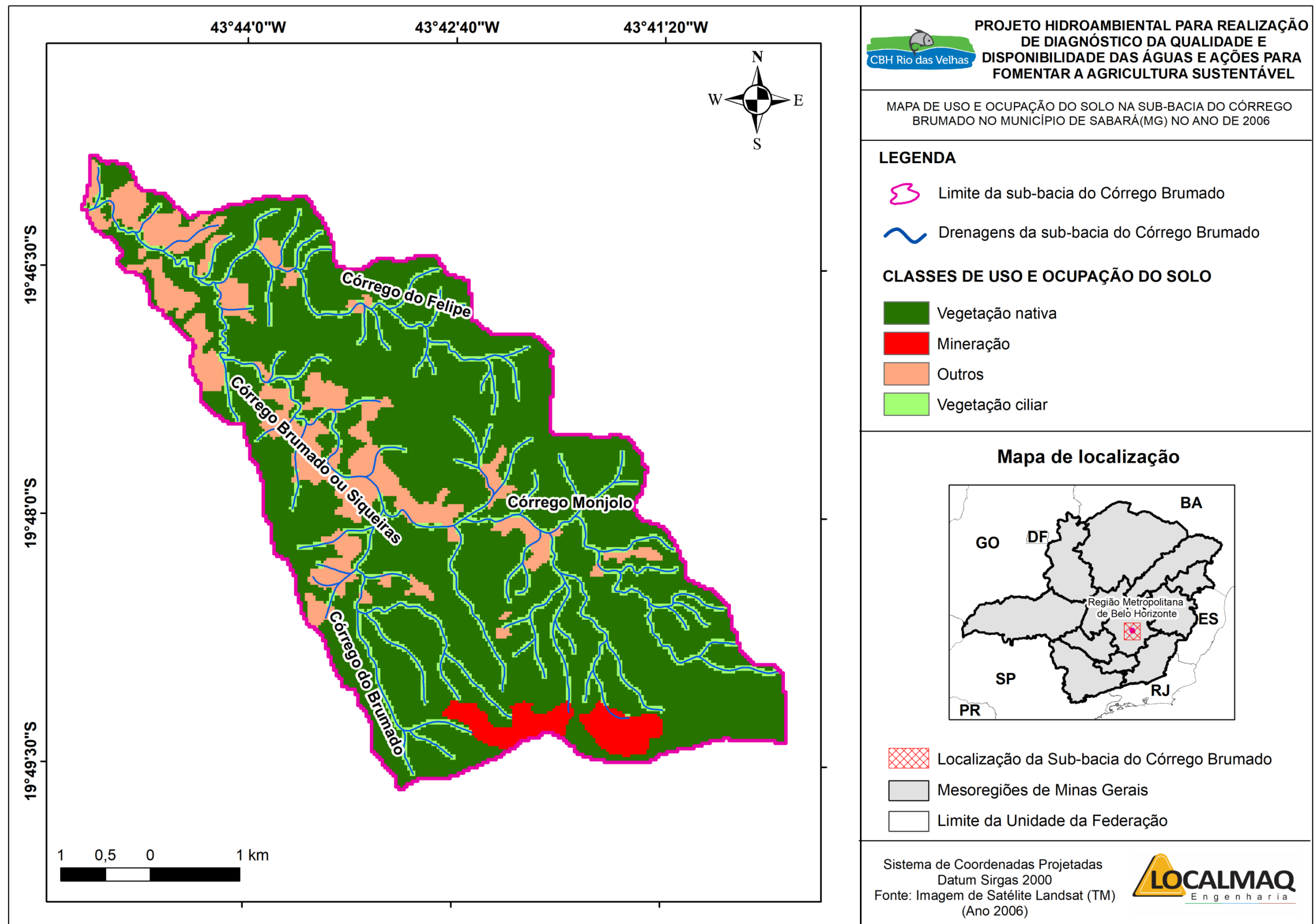


Figura 67. Uso e Ocupação do solo na sub-bacia do Córrego Brumado no ano de 2006
Elaborado por: LOCALMAQ (2017)

Tabela 38. Estatística da Dinâmica do Uso e Ocupação do Solo na sub-bacia do Córrego Brumado

ANO	CLASSES									TOTAL
	Outros	Vegetação nativa	Vegetação ciliar	Mineração	Corpos Hídricos	Vias de Tráfego não pavimentadas	Vias de tráfego pavimentadas	Ocupação humana	Cultivo	
1987	13,68%	72,79%	12,71%	0,82%	-----	-----	-----	-----	-----	100%
2006	12,96%	70,90%	13,11%	3,03%	-----	-----	-----	-----	-----	100%
2017	10,74%	69,64%	13,54%	2,71%	0,09%	0,30%	0,39%	1,91%	0,67%	100%

Elaborado por: LOCALMAQ (2017)

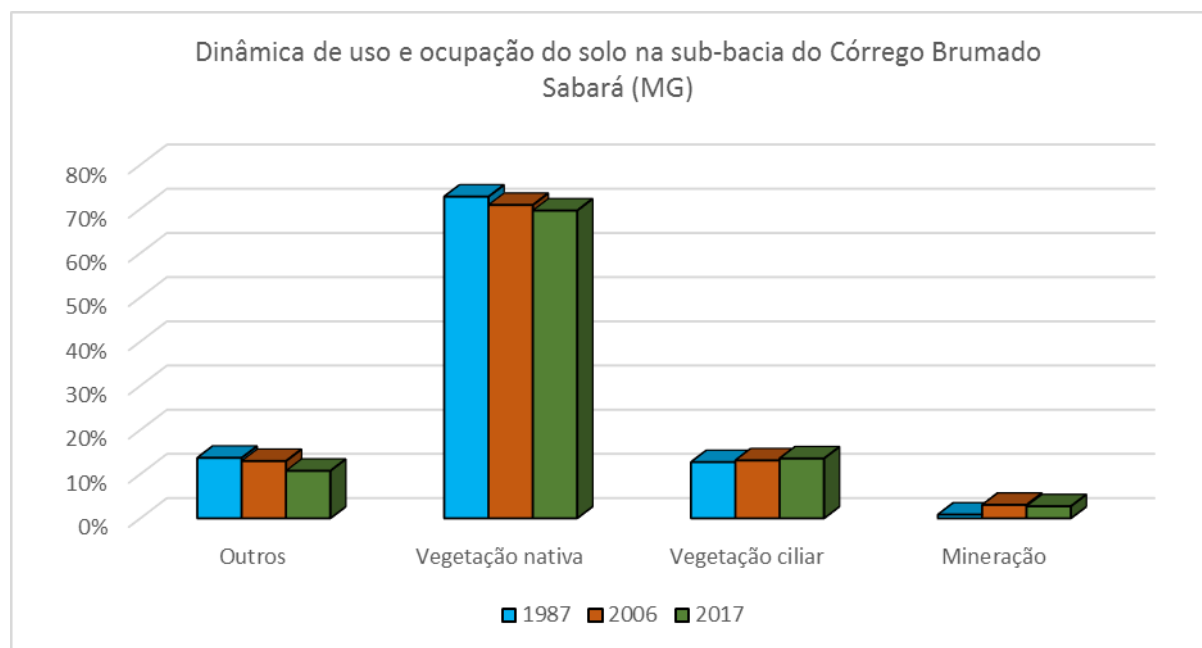


Figura 68. Dinâmica do uso e ocupação do solo na sub-bacia do Córrego Brumado
Elaborado por: LOCALMAQ (2017)

É possível identificar, a partir da análise da dinâmica de uso e ocupação do solo da sub-bacia do Córrego Brumado, que não houve grandes alterações nos percentuais de uso e ocupação ao longo do período analisado, apresentando o seguinte comportamento: redução de, aproximadamente, 4% da vegetação nativa, aumento de, aproximadamente, 2% das áreas destinadas às atividades minerárias, redução de, aproximadamente, 3% das áreas caracterizadas por solo, solo exposto, pastagem e pastagem degradada, e um aumento de, aproximadamente, 1% das áreas com vegetação ciliar.

Dentre as dinâmicas observadas, a que demanda que merece maior atenção, ainda que apresente uma área pequena se comparada à área da sub-bacia, é o aumento das áreas destinadas às atividades minerárias

6.9.2. Fatores de pressão identificados *in loco* na sub-bacia

Além dos fatores de pressão demonstrados pelo sensoriamento remoto e processamento das imagens, outros fatores foram verificados *in loco* durante visita a campo, dentre eles a deposição de resíduos domésticos em local ambientalmente inadequado, sem nenhum tipo de estrutura de contenção ou aterramento. Essa disposição foi verificada em uma área isolada próxima aos conglomerados de chácaras na região média da sub-bacia como evidenciado na Figura 69.



Figura 69. Descarte irregular dos resíduos sólidos próximo ao Distrito de Ravena / 631272.237 - 7813363.159

Fonte: LOCALMAQ (2017)

Outro fator de pressão identificado na sub-bacia, durante visita a campo, foi a prática da pecuária (Figura 70 e Figura 71) próxima as APP's, evidenciada pela implantação de pastagem e pela presença de fezes (Figura 72), áreas essas que, em alguns trechos de drenagens, apresentam ausência da mata ciliar como pode ser observada nas Figura 73 e Figura 74.



Figura 70. Atividade Pecuária na sub-bacia do Córrego Brumado / 633936.584 - 7810557.082
Fonte: LOCALMAQ (2017)



Figura 71. Área de pastagem próximo as APP's / 633.243,060 - 7.811.086,644
Fonte: LOCALMAQ (2017)



Figura 72. Fezes de Animais / 631090,749 - 7813628,062
Fonte: LOCALMAQ (2017)



Figura 73. APP remanescente - 01 / 631078,898 - 7813630,465
Fonte: LOCALMAQ (2017)



Figura 74. APP remanescente - 02 / 635511,524 - 7810088,763
Fonte: LOCALMAQ (2017)

Na Figura 75 é possível observar a implantação das áreas de pastagem próximas das APP's e a ausência de mata ciliar em alguns trechos do Córrego Brumado por meio da localização dos registros fotográficos sobre o mapa de uso e ocupação do solo para o ano de 2017.

Execução



Apoio Técnico



Realização



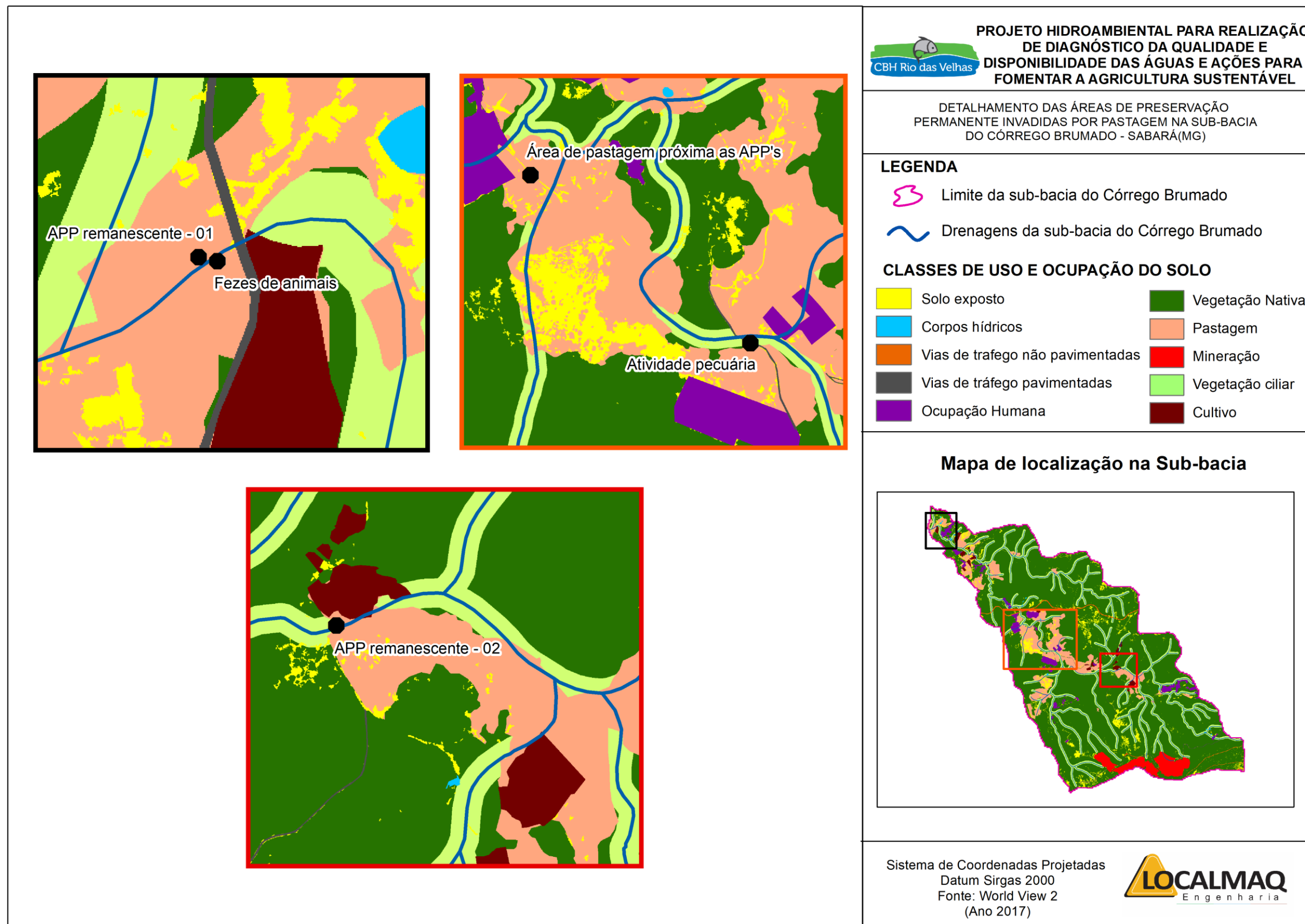


Figura 75. Detalhamento das APP's invadidas pelas áreas de pastagem
Elaborado por: LOCALMAQ (2018)

Durante visita a campo realizada entre os dias 13 a 16 de setembro de 2017, foram identificados pontos de queimada a montante da sub-bacia, resultante de um incêndio ocorrido na mesma semana da visita (Figura 76 e Figura 77). Segundo informações obtidas na Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Sabará a queimada é um problema recorrente na sub-bacia.



Figura 76. Área de vegetação nativa queimada - 01 / 634989,087 -7807423,378
Fonte: LOCALMAQ (2017)



Figura 77. Área de vegetação nativa queimada - 02 / 635094,444 - 7807538,521
Fonte: LOCALMAQ (2017)

Durante esta mesma visita, na área pertencente a Mineradora AVG também localizada a montante da sub-bacia, foi possível verificar os impactos ambientais ocasionados pelas atividades minerárias em função da disposição dos resíduos minerários. Durante a visita a campo foi possível observar as atividades de remoção dos resíduos (descomissionamento) (Figura 78, Figura 79 e Figura 80).



Figura 78. Área de disposição dos resíduos minerários / 635297,0097807747,172
Fonte: LOCALMAQ (2017)



Figura 79. Remoção dos resíduos minerários / 635301,772 - 7807718,597
Fonte: LOCALMAQ (2017)



Figura 80. Pilha dos resíduos minerários / 635204,934 - 7807870,203
Fonte: LOCALMAQ (2017)

Diante das condições apresentadas, a equipe técnica da LOCALMAQ identificou alguns impactos ambientais decorrentes da movimentação dos resíduos de mineração na área em questão, sendo a ausência de vegetação o principal impacto, seguido pelo trânsito intenso de caminhões nas estradas vicinais.

Alguns impactos, apesar de não serem detectados durante as visitas a campo realizadas pela equipe técnica da LOCALMAQ, apresentam-se potenciais para a sub-bacia, como no caso dos processos erosivos e de sedimentação dos mananciais hídricos, potencializado pela localização dos resíduos a montante e nas áreas de maior declividade. Há de se destacar também o potencial poluente do material das pilhas de rejeito de mineração que é carregado pela enxurrada das chuvas até os mananciais hídricos. Este aspecto, motivo de preocupação dos agricultores locais, tem sido analisado pelos serviços de monitoramento da qualidade da água da sub-bacia que também integram este projeto. O resultado final, após a realização das 12 campanhas previstas, permitirá a confirmação ou não dessas inferências.

As localizações das fotos de todos os fatores de pressão identificados na sub-bacia do Córrego Brumado relatados neste Item podem ser identificadas sobre a imagem de Satélite de alta resolução no mapa da Figura 81.

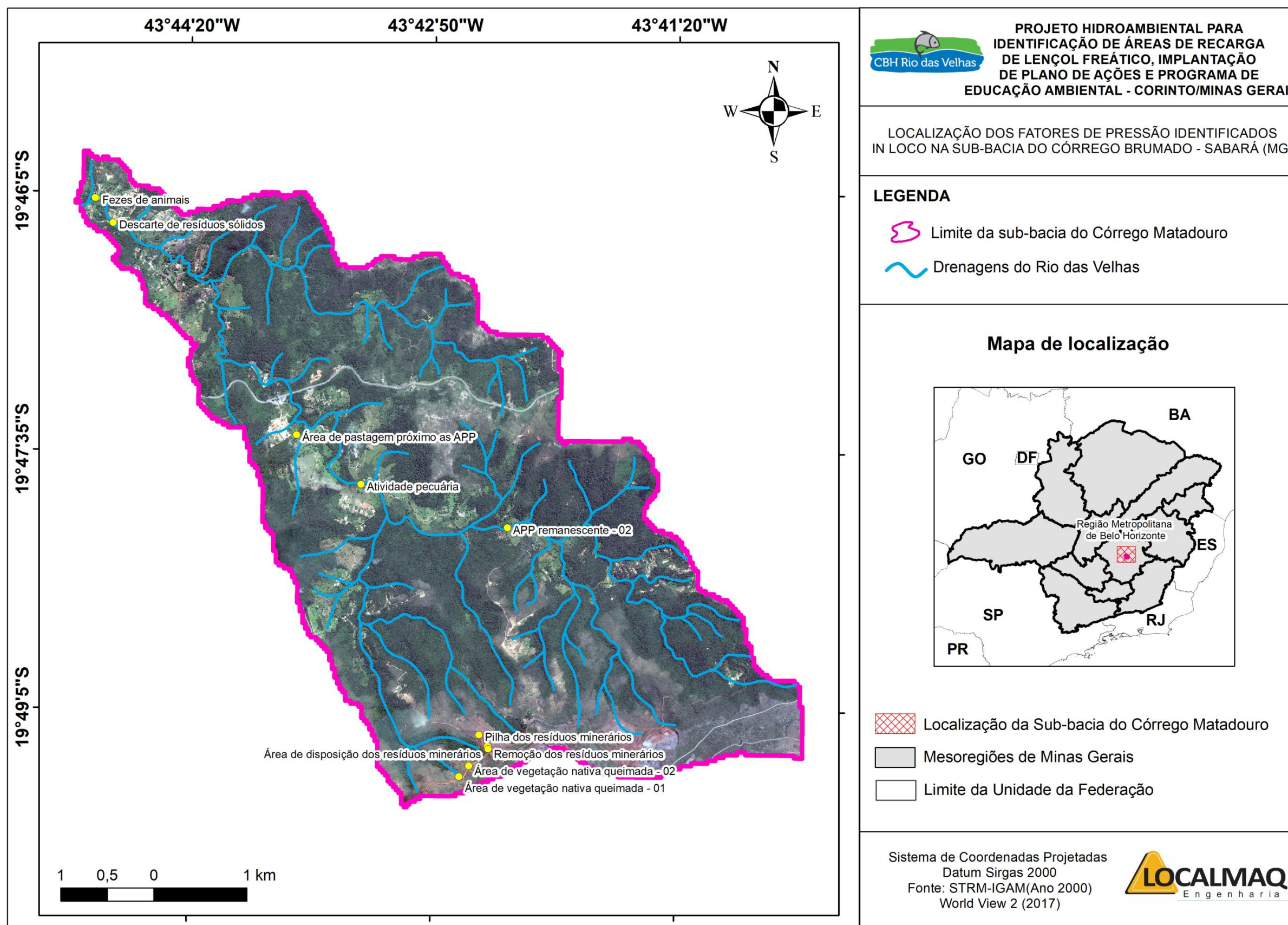


Figura 81. Localização dos fatores de pressão identificados *in loco* na sub-bacia do Córrego Brumado
Elaborado por: LOCALMAQ (2018)

7. CONCLUSÃO

A UTE Poderoso Vermelho conserva cerca de 60% da sua cobertura vegetal nativa, fato que demonstra um importante fator de promoção da infiltração, recarga hídrica e conservação de solo e da água na UTE. Cabe destacar que dados de uso e ocupação obtidos através de geoprocessamento em escala de UTE resultam em informações gerais da área, sendo os resultados discutidos com o auxílio de tratamento geoestatístico para extração das conclusões apresentadas em cada tópico.

É preciso ressaltar que, mesmo diante desse percentual de preservação da vegetação nativa expressiva, podem haver áreas de relevante interesse ambiental dentro da UTE, onde esse percentual geral de preservação não seja suficiente para garantir a sua conservação. Para estes locais, faz-se necessário estudos mais detalhados em escala de sub-bacias, como o demandado para o Córrego Brumado.

Ainda com relação à ocupação da UTE, verificou-se que as atividades ligadas à agropecuária ocupam um percentual aproximado de 29% da área. Nesse sentido, ressalta-se que a prática desta atividade resulta em efeitos diretos na conservação ou degradação de solo e água na bacia, principalmente em áreas de plantio de forrageiras e gramíneas para pastejo.

Uma outra atividade a ser abordada é a minerária que, apesar de ocupar cerca de 0,9% da área, merece destaque em razão do seu alto potencial degradador e os possíveis impactos dessas atividades em áreas de fragilidade ambiental acentuada, como áreas declivosas, com solos rasos, áreas de recarga hídrica localizadas a montante de surgências e drenagens naturais.

No que se refere à ocupação humana e à qualidade das águas da UTE, destaca-se a questão do saneamento básico, principalmente a respeito do esgotamento sanitário, pois, conforme o Atlas de Despoluição de Bacias Hidrográficas (ANA, 2017), Santa Luzia é o único município inserido na UTE Poderoso Vermelho que possui estação de tratamento de esgoto, como índice de atendimento de 73,29%. Dessa forma, os lançamentos de efluentes dos municípios de Sabará e Taquaraçu de Minas são fatores de pressão ambiental, pois contaminam os cursos d'água, prejudicando a qualidade dos mesmos.

No que diz respeito à disponibilidade de água na UTE, nota-se que o balanço hídrico na Unidade é positivo, quando analisada a razão da oferta e demanda, já que a demanda regularizada está em torno de 4,6% do comprometimento da vazão de referência Q_{710} , que, nessa área, em captação a fio d'água, pode comprometer até 30% dessa vazão de referência.

As informações apresentadas anteriormente referentes à UTE Poderoso Vermelho foram obtidas a partir da compilação de dados secundários de estudos disponíveis e demonstram entre outras questões que o saneamento básico ainda é o grande fator de pressão ambiental no território da UTE.

Especificamente com relação à sub-bacia do Córrego Brumado, foi realizado o mapeamento de uso e ocupação nessa sub-bacia, verificando-se que, aproximadamente 70% da área encontra-se ocupada por vegetação nativa, variando entre cerrado, campo arbustivo e campo. Nesse aspecto, frisa-se que essa sub-bacia encontra-se, no que se refere à preservação de mata nativa, com cobertura acima da média da UTE, que é de 60%.

Em relação às atividades econômicas desenvolvidas na sub-bacia, destaca-se a pecuária, ocupando cerca de 7% da área, estando concentrada nas porções média e baixa da sub-bacia. Essas áreas apresentam características propícias a esse tipo de atividade como declividade suave, solo profundo e drenagem adequada. Apesar dessa aptidão agrícola do solo e do ambiente para essa atividade, foram verificados alguns pontos de avanço sobre as matas ciliares do córrego Brumado, fato que compromete a proteção do curso d'água contra assoreamento.

Outra atividade importante refere-se à área de cultivo agrícola, que ocupa cerca de 0,7% da área da sub-bacia, área relativamente pequena e concentrada na porção média. Cabe destacar que a produção agroecológica insere-se nessa classe, constituindo-se, portanto, áreas de interesse para o projeto.

A mineração é outra atividade econômica relevante presente na sub-bacia e ocupa cerca de 3% de sua área e apesar do percentual de ocupação reduzido, apresenta-se como um fator de pressão ambiental e de preocupação para a comunidade local, agricultores agroecológicos e membros do SCBH, tendo em vista o potencial de impacto dessas atividades sobre a qualidade da água do Córrego do Brumado.

Entretanto, considerações sobre esse tema serão discutidas no Relatório de Monitoramento da Qualidade da Água da Sub-bacia do Córrego Brumado (Produto 5) a partir dos resultados de monitoramento de qualidade da água da sub-bacia.

Ainda na sub-bacia do Córrego Brumado, verificou uma diminuição da cobertura vegetal nativa em cerca de 3% e um aumento da área minerária em torno de 2%. Durante verificações *in loco*, observou-se, também, em um ponto na região média-baixa, próxima ao distrito de Ravena, a disposição inadequada de resíduo sólido doméstico próximo a vertentes e drenagens do Córrego Brumado. Este local é caracterizado pela presença de chacreamentos ao longo da sub-bacia, podendo vir também a contribuir para a disposição inadequada dos resíduos sólidos e o lançamento inadequado de efluentes domésticos. Dessa forma, destaca-se a necessidade cada vez maior de soluções adequadas para tratamento de resíduos sólidos e efluentes em áreas dispersas.

O presente diagnóstico também possibilitou a elaboração de mapas temáticos que permitiram obter uma visão sistêmica da sub-bacia do córrego Brumado, auxiliando na compreensão do comportamento das paisagens e sua dinâmica temporal e integrando os processos naturais, geomorfológico e pedológico, aos antrópicos usos e ocupações da área. Para a prática da agricultura agroecológica, compreender os principais fatores que comprometem a qualidade e a quantidade de água na sub-bacia é essencial para tornar essa atividade sustentável ao longo do tempo. Por se tratar de uma produção essencialmente de hortaliças, onde a água da irrigação entra em contato direto com a parte comestível da cultura, a qualidade dessa água é essencial.

Por fim, destaca-se que os resultados e análises realizadas no presente Diagnóstico Ambiental e Levantamento de Uso e Ocupação do Solo da sub-bacia do Córrego Brumado, bem como os resultados que serão obtidos nas 12 (doze) campanhas de monitoramento da qualidade da água no mesmo córrego apresentados no Produto 5, nortearão as ações que serão propostas no Plano de Ações (Produto 7). Essas ações pretendem promover a melhoria da condição hidroambiental do córrego Brumado, tanto no aspecto da quantidade dos recursos hídricos, quanto em relação à qualidade, fortalecendo as atividades agroecológicas instaladas na sub-bacia além da promoção do cuidado com a saúde dos ribeirinhos.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGB PEIXE VIVO, Agência Peixe Vivo. **Termo de Referência do Ato Convocatório Nº 005/2017 e Contrato de Gestão IGAM Nº 002/IGAM/2012.** Disponível em: <http://agenciapeixevivo.org.br/images/2017/cg02igam/atosconvocatorios/TDR_PODE_ROSO_VERMELHO_ATO_005_2017.pdf>. Acessado em: 28 de Agosto de 2017.

AGEITEC, Agência Embrapa de Informação Tecnológica. **Argissolos Vermelho-Amarelos.** Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/territorio_mata_sul_pernambucana/arvore/CONT000gt7eon7k02wx7ha087apz2axe8nfr.html>. Acessado em: 26 de Agosto de 2017.

AGEITEC, Agência Embrapa de Informação Tecnológica. **Cambissolos Háplicos.** Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONT000gn1sf65m02wx5ok0liq1mqzx3jrec.html>. Acessado em: 26 de Agosto de 2017.

AGEITEC, Agência Embrapa de Informação Tecnológica. **Cambissolos.** Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONTAG01_8_2212200611538.html>. Acessado em: 26 de Agosto de 2017.

AGEITEC, Agência Embrapa de Informação Tecnológica. **Neossolo Litólico.** Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONT000gn230xho02wx5ok0liq1mqxhk6vk7.html>. Acessado em: 26 de Agosto de 2017.

AGEITEC, Agência Embrapa de Informação Tecnológica. **Neossolos.** Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONTAG01_16_2212200611542.html>. Acessado em: 26 de Agosto de 2017.

ALENCAR; Danielle B. S. de; SILVA, Cícero L. da; OLIVEIRA, Carlos A. da S. **Influência da precipitação no escoamento superficial em uma microbacia hidrográfica do Distrito Federal.** Eng. Agríc., Jaboticabal, v.26, n.1, p.103-112, jan./abr. 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/eagri/v26n1/30101.pdf>>. Acessado em: 02 de Abril de 2018.

ALMEIDA, F.F.M.; NEVES, B.B; Fuck, R. 1981. **Brazilian structural provinces: an introduction.** Earth-Science Reviews 17, 1-29.

ANA, Agência Nacional De Águas. **Atlas Brasil: Abastecimento Urbano de Água em Sabará (MG) (2009).** Disponível em: <<http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/analise/Geral.aspx?est=8#>>. Acessado em: 08 de Novembro de 2017.

ANA, Agência Nacional De Águas. **Atlas Brasil: Abastecimento Urbano de Água – Sistema Integrado e Isolado em Sabará /MG (2009)**. Disponível em: <<http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/analise/VerCroqui.aspx?arq=11814>>. Acessado em: 08 de Novembro de 2017.

ANA, Agência Nacional de Águas. **Atlas Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas (2016) – Sabará (MG)**. Disponível em: <<http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/snirh-1/atlas-esgotos>>. Acessado em: 08 de Novembro de 2017.

ANA, Agência Nacional De Águas. **Atlas Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas (2016) - Sistema existente de Esgotamento Sanitário em Sabará (MG)**. Disponível em: <http://portal1.snirh.gov.br/arquivos/Atlas_Esgoto/Minas_Gerais/Sistema_Atual/Sabar%C3%A1.pdf>. Acessado em: 08 de Novembro de 2017.

ANA, Agência Nacional de Águas. **Atlas Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas (2015) - Sabará (MG)**. Disponível em: <http://portal1.snirh.gov.br/arquivos/Atlas_Esgoto/Minas_Gerais/Sistema_Atual/Sabar%C3%A1.pdf>. Acessado em: 20 de Março de 2018.

ANA, Agência Nacional de Águas. **Atlas Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas (2015) – Santa Luzia (MG)**. Disponível em: <http://portal1.snirh.gov.br/arquivos/Atlas_Esgoto/Minas_Gerais/Sistema_Atual/Santa_Luzia.pdf>. Acessado em: 20 de Março de 2018.

ANA, Agência Nacional de Águas. **Atlas Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas (2015) - Taquaraçu de Minas (MG)**. Disponível em: <http://portal1.snirh.gov.br/arquivos/Atlas_Esgoto/Minas_Gerais/Sistema_Atual/Taquara%C3%A7u_de_Minhas.pdf>. Acessado em: 20 de Março de 2018.

ANA, Agência Nacional de Águas. **Atlas: Abastecimento Urbano de Água (2010) - Sabará**. Disponível em: <<http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/analise/VerCroqui.aspx?arq=11814>>. Acessado em: 03 de Abril de 2018.

ANA, Agência Nacional de Águas. **Atlas: Abastecimento Urbano de Água (2010) - Santa Luzia**. Disponível em: <<http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/analise/VerCroqui.aspx?arq=11815>>. Acessado em: 03 de Abril de 2018.

ANA, Agência Nacional de Águas. **Atlas: Abastecimento Urbano de Água (2010) - Taquaraçu de Minas**. Disponível em: <<http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/analise/VerCroqui.aspx?arq=5578>>. Acessado em: 03 de Abril de 2018.

ANA, Agência Nacional de Águas. **Relatório de Esgotamento Sanitário Municipal (2017) - Sabará (MG)**. Disponível em:

<http://portal1.snirh.gov.br/arquivos/Atlas_Esgoto/Minas_Gerais/Relatorio_Geral/Sabar%C3%A1.pdf>. Acessado em: 20 de Março de 2018.

ANA, Agência Nacional de Águas. **Relatório de Esgotamento Sanitário Municipal (2017) - Santa Luzia (MG)**. Disponível em: <http://portal1.snirh.gov.br/arquivos/Atlas_Esgoto/Minas_Gerais/Relatorio_Geral/Santa_Luzia.pdf>. Acessado em: 20 de Março de 2018.

ANA, Agência Nacional de Águas. **Relatório de Esgotamento Sanitário Municipal (2017) - Taquaraçu de Minas (MG)**. Disponível em: <http://portal1.snirh.gov.br/arquivos/Atlas_Esgoto/Minas_Gerais/Relatorio_Geral/Taquara%C3%A7u_de_Minis.pdf>. Acessado em: 20 de Março de 2018.

ANDRADE, Marcel Pereira de; RIBEIRO, Celso Bandeira de Melo; LIMA, Ricardo Neves de Souza. **Avaliação do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul na primeira década do século XXI a partir de imagens MODIS – Land Cover**. Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, João Pessoa-PB, Brasil, 25 -29, Abril. 2015. Disponível em:<<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/files/p0388.pdf>>. Acessado em: 30 de Agosto de 2017.

ANM - Agência Nacional de Mineração. **Requerimento Minerário (2017)**. Disponível em: <<http://www.anm.gov.br/assuntos/ao-minerador/pre-requerimento-eletronico>>. Acessado em: 03 de Abril de 2018.

ANTUNES, F.Z. **Caracterização climática do estado de Minas Gerais: climatologia agrícola**. Informe Agropecuário, v.12, p.9-13, 1986.

ARSAE, Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais. **Relatório de Fiscalização: Sistema Integrado de Abastecimento de Água da RMBH, Bacia do Rio das Velhas**. Belo Horizonte, 2013. Disponível em: <http://www.arsae.mg.gov.br/images/Relatorios/rf_tec_op_saa_bacia_rio_das_velhas.pdf>. Acessado em: 16 de Maio de 2018.

AVG Mineração. **Mineração do Brumado**. Disponível em: <<http://www.avg.com.br/negocios-mineracao.php>>. Acessado em: 14 de Dezembro de 2017.

BELTRAME, A. V. **Diagnóstico do meio ambiente físico de bacias hidrográficas: modelo de aplicação**. Florianópolis: UFSC, 1994. 112 p.

BRASIL. Ministério de Meio Ambiente. **Resolução CONAMA Nº 001/1986** - "Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental." - Data da legislação: 23/01/1986 - Publicação DOU, de 17/02/1986, págs. 2548-2549. Disponível em:<<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=23>>. Acessado em: 07 de Fevereiro de 2018.

CARVALHO, Rodrigo Guimarães de. **As bacias hidrográficas enquanto unidades de planejamento e zoneamento ambiental no Brasil**. Caderno Prudentino de Geografia, Presidente Prudente, n.36, Volume Especial, p. 26-43, 2014. Disponível em: <<http://revista.fct.unesp.br/index.php/cpg/article/view/3172/2656>>. Acessado em: 10 de Abril de 2018.

CASTRO, César Nunes de. **A agropecuária na região Centro-Oeste: limitações ao desenvolvimento e desafios futuros**. Texto para Discussão, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 2014. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/2655/1/TD_1923.pdf>. Acessado em: 20 de Março de 2018.

CBH RIO DAS VELHAS, Comitê de Bacias Hidrográficas do Rio das Velhas / AGB PEIXE VIVO, Agência Peixe Vivo/ COBRAPE, Companhia Brasileira de Projetos e Empreendimentos. **Plano Municipal de Saneamento Básico de Sabará. Relatório Sínteses (2014)**. Disponível em: <http://www.agbpeixevivo.org.br/images/2014/cbhvelhas/PMSB/PRODUTO_8_Sabara.pdf>. Acessado em: 12 de Setembro de 2017.

CBH RIO DAS VELHAS, Comitê de Bacias Hidrográficas do Rio das Velhas. **Cartilha da Unidade Territorial Estratégica e Plano Diretor de Recursos Hídricos - UTE Poderoso Vermelho (2016)**. Disponível em: <<http://cbhvelhas.org.br/poderosovermelho/>>. Acessado em: 26 de Agosto de 2017.

CBH RIO DAS VELHAS, Comitê de Bacias Hidrográficas do Rio das Velhas. **Diagnóstico Específico das UTEs da região Médio Alto Rio das Velhas - TOMO II/IV - Revisão 02 – UTE 8: Poderoso Vermelho (2014)**. (Última versão entregue em: 20/10/2014). Ecoplan-Skill, 2014. Disponível em: <http://200.98.167.210/site/arquivos/RP02B_TOMOII.pdf>. Acessado em: 27 de Agosto de 2017.

CBH RIO DAS VELHAS, Comitê de Bacias Hidrográficas do Rio das Velhas. **Plano Diretor de Recursos Hídricos do Rio das Velhas – Resumo Executivo 2015**. Ecoplan-Skill, 2015. Disponível em: <http://200.98.167.210/site/arquivos/RE_VELHAS_Rev01.pdf>. Acessado em: 27 de Agosto de 2017.

CBH RIO DAS VELHAS, Comitê de Bacias Hidrográficas do Rio das Velhas. **Plano Diretor de Recursos Hídricos do Rio das Velhas - Plano Diretor Consolidado – Volume 1/ Diagnóstico 2015**. Disponível em: <http://200.98.167.210/site/arquivos/PDRH_Velhas_VOLUME_I.pdf>. Acessado em: 27 de Agosto de 2017.

CBH RIO DAS VELHAS, Comitê de Bacias Hidrográficas do Rio das Velhas. **Decreto nº 39.692, de 29 de junho de 1998**. Institui o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas. Belo Horizonte, MG, 29 jun. 1998. Disponível em: <<http://www.cbhvelhas.org.br/images/CBHVELHAS/legislacao/decreto%20criacao%20cbh%20velhas.pdf>>. Acessado em: 03 de Agosto de 2017.

CBH RIO DAS VELHAS, Comitê de Bacias Hidrográficas do Rio das Velhas. **Deliberação Normativa CBH Rio das Velhas nº 01, de 09 de fevereiro de 2012.** Define as Unidades Territoriais Estratégicas – UTE, da bacia Hidrográfica do Rio das Velhas. Belo Horizonte, MG, 09 de fev. 2012. Disponível em: <<http://cbhvelhas.org.br/images/CBHVELHAS/deliberacoes/dn012012%20unidades%20territoriais.pdf>>. Acessado em: 03 de Agosto de 2017.

CBH RIO DAS VELHAS, Comitê de Bacias Hidrográficas do Rio das Velhas. **Deliberação Normativa CBH Rio das Velhas nº 02/2004.** Estabelece diretrizes para a criação e o funcionamento dos sub-comitês, vinculados ao Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas. Belo Horizonte, MG, 31 de ago. 2004. Disponível em: <<http://www.manuelzao.ufmg.br/assets/files/Textos%20mobilizacao/DNsobreossubcomites.pdf>>. Acessado em: 02 de Agosto de 2017.

CBH RIO DAS VELHAS, Comitê de Bacias Hidrográficas do Rio das Velhas. **Plano Diretor de Recursos Hídricos do Rio das Velhas – Plano de Ações Gerais para a Bacia, 2015.** Disponível em: <http://54.94.129.14/publicacoesArquivos/siplan_pubMidia_1A_Acoes_Gerais.pdf>. Acessado em: 19 de Março de 2018.

CBH RIO DAS VELHAS, Comitê de Bacias Hidrográficas do Rio das Velhas / AGB PEIXE VIVO, Agência Peixe Vivo. **Plano Municipal de Saneamento Básico de Sabará (2014).** Disponível em: <http://www.agbpeixevivo.org.br/images/2014/cbhvelhas/PMSB/PRODUTO_8_Sabara.pdf>. Acessado em: 20 de Março de 2018.

CBH RIO DAS VELHAS, Comitê de Bacias Hidrográficas do Rio das Velhas / AGB PEIXE VIVO, Agência Peixe Vivo. **Plano Municipal de Saneamento Básico de Taquaraçu de Minas (2014).** Disponível em: <http://www.agbpeixevivo.org.br/images/2014/cbhvelhas/PMSB/PRODUTO_8_Taquaracu_de_Minas.pdf>. Acessado em: 20 de Março de 2018.

CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Relatório de Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo: 2006.** São Paulo: CETESB, 2007.

CLIMATEMPO. **Climatologia do Município de Sabará (MG).** Disponível em: <<https://www.climatempo.com.br/climatologia/186/sabara-mg>>. Acessado em: 30 de Agosto de 2017.

CLIMATEMPO. **Climatologia do Município de Santa Luzia (MG).** Disponível em: <<https://www.climatempo.com.br/climatologia/188/santaluzia-mg>>. Acessado em: 20 de Março de 2018.

CLIMATEMPO. **Climatologia do Município de Taquaraçu de Minas (MG).** Disponível em: <<https://www.climatempo.com.br/climatologia/4068/taquaracudeminas-mg>>. Acessado em: 20 de Março de 2018.

CODEMIG, Companhia de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais. **Mapa Geológico Caeté Folha Parcial de: SE. 23-Z-C-VI-4 (2005).**

COELHO, Raul Candido da Trindade Paixão; BUFFON, Iuri; GUERRA, Teresinha. **Influência do uso e ocupação do solo na qualidade da água: um método para avaliar a importância da zona ripária.** Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science: v. 6, n. 1, 2011. Disponível: <http://www.ambi-agua.net/seer/index.php/ambi_agua/article/viewFile/446/pdf_424>. Acessado em: 30 de Agosto de 2017.

COLLISCHON, Walter; DORNELLES, Fernando. **Hidrologia para Engenharia e Ciências Ambientais.** Porto Alegre: ABRH, 2013. 350 p.

COPASA, Companhia de Saneamento de Minas Gerais. **Relatório Anual de Qualidade da Água (2017) - Sabará (MG).** Disponível em: <<http://www.copasa.com.br/wps/portal/internet/agencia-virtual/mais-servicos/agua-esgoto/relatorio-anual-de-qualidade-da-agua>>. Acessado em: 20 de Março de 2018.

COPASA, Companhia de Saneamento de Minas Gerais. **Relatório Anual de Qualidade da Água (2017) – Santa Luzia (MG).** Disponível em: <<http://www.copasa.com.br/wps/portal/internet/agencia-virtual/mais-servicos/agua-esgoto/relatorio-anual-de-qualidade-da-agua>>. Acessado em: 20 de Março de 2018.

COPASA, Companhia de Saneamento de Minas Gerais. **Relatório Anual de Qualidade da Água (2017) – Taquaraçu de Minas (MG).** Disponível em: <<http://www.copasa.com.br/wps/portal/internet/agencia-virtual/mais-servicos/agua-esgoto/relatorio-anual-de-qualidade-da-agua>>. Acessado em: 20 de Março de 2018.

CPRM, Serviço Geológico do Brasil. **Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo – Belo Horizonte, 2014 (SE23).** Disponível em: <http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/4993/se23_belo_horizonte.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acessado em: 02 de Outubro de 2017.

CPRM, Serviço Geológico do Brasil. **Depósitos Minerais no Tempo Geológico e Épocas Metalogenética.** In Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil, Serviço Geológico do Brasil – CPRM, capítulo VII, p. 379-448. Brasília, 2003. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/media/recursos_minerais/livro_geo_tec_rm/cap_VI_l_b.pdf>. Acessado em: 05 de Janeiro de 2018.

CPRM, Serviço Geológico do Brasil. **Programa levantamentos geológicos básicos do Brasil Carta Geológica - Escala 1:100.000 - Anexo I Mapa Geológico Caeté Folha Parcial de: SE.23-Z-C-VI-4 (2001).** Disponível: <http://www.cprm.gov.br/publique/media/geologia_basica/plgb/bh/bh_ctgeologica.pdf>. Acessado em: 05 de Janeiro de 2018.

CRUZ, Jussara Cabral. **Disponibilidade hídrica para outorga: avaliação de aspectos técnicos e conceituais.** Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. Universidade Federal do Rio Grande do

Sul - Instituto de Pesquisas Hidráulicas. Porto Alegre, Dez. 20021. Disponível: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/2602/000323130.pdf>>. Acessado em: 05 de Janeiro de 2018.

DORR, J.V.N. **Physiographic, Stratigraphic and Structural Development of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil**. USGS. Prof. Pap. 641 - A, 110 p. 1969.

ECÓTONUS. **Meio ambiente e Arquitetura - Socioeconomia**. 2012. Disponível em: <<http://www.ecotonus.com.br/socioeconomia.htm>>. Acessado em: 10 de Abril de 2018.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Diagnóstico do meio físico da bacia hidrográfica do Rio Macabu, RJ**. 2014. Disponível em: <http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/461/1/doc63_2004_riomacabu.pdf>. Acessado em: 02 de Maio de 2018.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos**. 2. Ed. Brasília – DF, 2015. 104 p.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos**. 2. Ed. Brasília – DF, 2015. 182 p.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos**. 2. Ed. Brasília – DF, 2015. 164 p.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos**. 3. Ed. Brasília – DF, 2013.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos – Ordem Argissolos**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/solos/sibcs/classificacao-de-solos/ordens/argissolos/subordens/grandes-grupos>>. Acessado em: 15 de Dezembro de 2018.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação De Solos**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 2. ed. – Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006. 306 p.

FERRAZ, D. da S.; SANTOS, A. dos. **A Demonstração do Valor Adicionado e Produto Interno Bruto como instrumento para obtenção de um indicador socioeconômico**. São Paulo: uspdigital, 2009.

GOMES, D. D. M. **Análise da Degradação da Cobertura Vegetal da Bacia Hidrográfica do Rio Jaibas/CE por Meio de Ferramentas de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto**. Monografia (Especialização em Geoprocessamento Aplicado à Análise Ambiental e Recursos Hídricos). Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza/CE, 2010.

GUPTILL, S. C; MORRISON, J.L. **Elements of Spatial Data Quality**. Elsevier Sci., U.K. 78p. Il. 1995.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**, 2012. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv63011.pdf>>. Acessado em: 02 de Janeiro de 2018.

IEPHA - Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico de Minas. **Conjunto de Paisagístico da Serra da Piedade**. Disponível em: <<http://www.iepha.mg.gov.br/index.php/institucional/organograma/14-patrimonio-cultural-protegido/bens-tombados/159-conjunto-paisag%C3%ADstico-da-serra-da-piedade>>. Acessado em: 07 de Fevereiro de 2018.

IGAM, Instituto Mineiro de Gestão das Águas. **Qualidade das Águas Superficiais de Minas Gerais em 2016: Resumo Executivo**. Belo Horizonte: Instituto Mineiro de Gestão das Águas, 2017. 172 p. Disponível em: <<http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/publicacoes-tecnicas/qualidade-dasaguas/qualidade-das-aguas-superficiais/relatorios-de-avaliacao-de-qualidade-dasaguas-superficiais/relatorios-anuais/12171-2016>>. Acessado em: 12 de Abril de 2018.

IGAM, Instituto Mineiro de Gestão das Águas. **Qualidade das Águas Superficiais de Minas Gerais em 2012: Resumo Executivo**. Belo Horizonte: Instituto Mineiro de Gestão das Águas, 2013. 47 p. Disponível em: <<http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/publicacoes-tecnicas/qualidade-das-aguas/qualidade-das-aguas-superficiais/relatorios-de-avaliacao-de-qualidade-das-aguas-superficiais/relatorios-anuais/6054-2012>>. Acessado em: 02 de Março de 2018.

LEPSCH, Igo F. **Formação e Conservação dos Solos – São Paulo: Oficina de Textos**. 2002. 178 p.

LIMA, Paulo César Ribeiro. **Alteração do Direito Minerário Brasileiro**. (2007). Consultoria Legislativa - Biblioteca Digital da Câmara dos Deputados Disponível em: <http://bd.camara.gov.br/bd/bitstream/handle/bdcamara/1084/alteracoes_direito_lima.pdf?sequence=1>. Acessado em: 12 de Dezembro de 2017.

LIMA, Valmiqui Costa; LIMA, Marcelo Ricardo de. **O solo no meio ambiente: abordagem para professores do ensino fundamental e médio e alunos do ensino médio**. 2007. 130p. Universidade Federal do Paraná. Departamento de Solos e Engenharia Agrícola. Curitiba: Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, 2007.

MAPBIOMAS. **Mapas de Referência**. Disponível em: <http://mapbiomas.org/pages/database/reference_maps>. Acessado em: 30 de Agosto de 2017.

MAZZER, Cassiana; CAVALCANTI, Osvaldo Albuquerque. **Introdução à gestão ambiental de resíduos**. Infarma, Brasília, ano, v. 8, p. 73-77, 2004.

Execução



Apoio Técnico



Realização



MECHI, Andréa; SANCHES, Djalma Luiz. **Impactos ambientais da mineração no Estado de São Paulo**. Estudos Avançados 24 (68), 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010340142010000100016&script=sci_arttext&tlng=es>. Acessado em: 30 de Agosto de 2017.

MINAS GERAIS. Conselho Estadual de Política Ambiental; Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Minas Gerais. **Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01, de 05 de maio de 2008**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/EFABF603/DeliberaNormativaConjuntaCOPAM-CERHno01-2008.pdf>>. Acessado em: 20 de Março de 2018.

MINAS GERAIS. Decreto nº 44.046, de 13 de junho de 2005. **Regulamenta a cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio do Estado**. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=4771>>. Acessado em: 02 de Agosto de 2017.

MINAS GERAIS. Lei nº 13.199, de 29 de janeiro de 1999. **Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e dá outras providências**. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=5309>>. Acessado em: 02 de Agosto de 2017.

MINAS GERAIS. Prefeitura Municipal de Santa Luzia. **Plano Municipal de Saneamento Básico de Santa Luzia (2014)**. Disponível em: <<http://www.santaluzia.mg.gov.br/images/leis/2014/Decretos/2967.pdf>>. Acessado em: 20 de Março de 2018.

MINAS GERAIS. **Lei Complementar nº 032/2015 do Município de Sabará – MG**. Disponível em: <<http://site.sabara.mg.gov.br/wp-content/uploads/2017/09/lei-complementar-n0322015.pdf>>. Acessado em: 07 de Fevereiro de 2018.

OLIVEIRA, Fernando Marinho de *et al.* **Diagnóstico e Prognósticos do Uso das Águas Subterrâneas da Região Metropolitana de Belo Horizonte - RMBH, 2016**. Disponível em: <<http://www.agenciarmbh.mg.gov.br/wp-content/uploads/2016/06/MARIA-Pontecialidades-agua-subterranea-RMBH.pdf>>. Acessado em: 20 de Março de 2018.

PEREIRA, Lauro Charlet. **Aptidão Agrícola como Subsídio ao Uso Agroecológico das Terras**. EMBRAPA, 2006. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/Pereira_Lombardi_Tocchetto_aptdaolD-kaOR8TRmUa.pdf>. Acessado em: 15 de Março de 2018.

PEREIRA, Lauro Charlet; SILVEIRA; Miguel Angelo da. **AGROECOLOGIA E APTIDÃO AGRÍCOLA DAS TERRAS: as bases científicas para uma agricultura sustentável.** EMBRAPA. 2006. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/Pereira_Silveira_Lombardi_AgroecologiaID-RPBGU5NYJu.pdf>. Acessado em: 07 de Fevereiro de 2018.

PONTES, Patrícia Procópio; MARQUES, Andréa Rodrigues; MARQUES, Guilherme Fernandes. **Efeito do uso e ocupação do solo na qualidade da água na microbacia do Córrego Banguelo – Contagem.** Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science: v. 7, n.3, 2012. Disponível: <<http://www.scielo.br/pdf/ambiagua/v7n3/v7n3a15.pdf>>. Acessado em: 30 de Agosto de 2017.

REINERT, Dalvan José; REICHERT, José Miguel. **Propriedades física do solo.** Universidade Federal de Santa Maria Centro de Ciências Rurais. Santa Maria, 2006. Disponível em: <https://www.agro.ufg.br/up/68/o/An_lise_da_zona_n_o_saturada_do_solo__texto.pdf>. Acessado em: 15 de Março de 2018.

REVISTA ECOLÓGICO. **Proposta ecológica para a Serra da Piedade.** Disponível em: <<http://www.revistaecologico.com.br/materia.php?id=74&secao=1163&mat=1280>>. Acessado em: 30 de Agosto de 2017.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. **Fitofisionomias do bioma Cerrado.** In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (ed.). Cerrado: ambiente e flora. Brasília, Embrapa Cerrados, 1998. p.87-166.

RICHARDS, J.A. **Remote Sensing Digital Image Analysis: na introduction.** 5. ed. Berlin, Germany: Springer- Verlag Berlin Heidelberg, 2013.

ROSA, Karla Santa. **Geomorfologia de Ambientes Cársticos.** UFMG, 2012. Disponível em: <<https://prezi.com/hymdfmqphup8/provincia-carstica-de-lagoa-santa/>>. Acessado em: 02 de Abril de 2018.

S2ID - **Sistema Integrado de Informações sobre Desastres**, 2014. Disponível em: <[file:///C:/Users/Dinopc/Downloads/MG_2014%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Dinopc/Downloads/MG_2014%20(1).pdf)>. Acessado em: 19 de Março de 2018.

SANTOS, A. M.; TARGA, M. S.; BATISTA, G. T.; DIAS, N. W. **Análise morfométricas das sub-bacias hidrográficas Perdizes e Fojo no município de Campos do Jordão, SP, Brasil.** Ambi-Agua, Taubaté, v. 7, n. 3, p. 195-211, 2012.

SANTOS, Rodrigo Lima. BRITO, Danilo Saraiva de. BARBOSA. Ronaldo dos Santos. **Estudo Morfométrico da Bacia do Riacho Açaizal–MA/Brasil.** Revista Percurso, v. 6, n. 1, p. 105-126, 2014. Disponível em: <<http://ojs.uem.br/laboratorio/ojs/index.php/Percurso/article/viewFile/23102/13161>>. Acessado em: 02 de Abril de 2018.

SEMA - PR, Secretária de Meio Ambiente do Paraná. **Floresta Estacional Semidecidual**, Vol. 5. 2010. Disponível em:<http://www.meioambiente.pr.gov.br/arquivos/File/cobf/V5_Floresta_Estacional_Semidecidual.pdf>. Acessado em: 30 de Agosto de 2017.

SEPULVEDA, R. O. **Subcomitês como proposta de descentralização da gestão das águas na bacia do Rio das Velhas: o Projeto Manuelzão como fomentador**. Cadernos Manuelzão. v. 1, nº 2, Belo Horizonte: Projeto Manuelzão, 2006.

SILVA, S. R.; PROCÓPIO, S. O.; QUEIROZ, T. F. N.; DIAS, L. E. **Caracterização de rejeito de mineração de ouro para avaliação de solubilização de metais pesados e arsênio e revegetação local**. Disponível em:<<http://www.redalyc.org/html/1802/180214031018/>>. Acessado em: 30 de Agosto de 2017.

SILVEIRA, Daniel. **IBGE dá início ao Censo Agropecuário 2017, após 11 anos de espera**. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em:<<https://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/ibge-da-inicio-ao-censo-agropecuário-2017-apos-11-anos-de-espera.ghtml>>. Acessado em: 19 de Março de 2018.

SNIS. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (2014)**. Disponível em:<<http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2016>>. Acessado em: 19 de Março de 2018.

SNIS. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (2015)**. Disponível em:<<http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2015>>. Acessado em: 19 de Março de 2018.

SNIS. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (2016)**. Disponível em:<<http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2016>>. Acessado em: 19 de Março de 2018.

TRATABRASIL. **O que é saneamento?** 2012. Disponível em:<<http://www.tratabrasil.org.br/saneamento/o-que-e-saneamento>>. Acessado em: 10 de Abril de 2018.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. FIBGE – SUPREN, Rio de Janeiro, 1977.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. 4.ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 943p., 2009.

UFV, Universidade Federal de Viçosa. **Mapa de solos do Estado de Minas Gerais: legenda expandida**. Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2010.

VAEZA, Rafael Franco; FILHO, Paulo Costa de Oliveira; MAIA, Adelena Golçalves; DISPERATI, Atilio Antônio. **Uso e Ocupação do Solo em Bacia Hidrográfica Urbana a Partir de Imagens Orbitais de Alta Resolução**. Floresta e Ambiente,

v.17, n.1, p. 23-29, 2010. Disponível em: <<http://www.floram.org/files/v17n1/v17n1a3.pdf>>. Acessado em: 04 de Dezembro de 2017.

VALLE, Ivana Cola; FRANCELINO, Márcio Rocha; PINHEIRO, Helena Saraiva Koenow. **Mapeamento da Fragilidade Ambiental na Bacia do Rio Aldeia Velha, RJ.** Floresta e Ambiente, v.23, n.2, p. 295-308, 2016.

VIEIRA, V.; BRITO, S.N.A.; LOPES, T.C.; FARIA, B.T. **Caracterização Geológico-geotécnica e Classificação Geomecânica.** 15º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental, 2015, Bento Gonçalves, Rio Grande do Sul.

ZEE, Zoneamento Ecológico Econômico. **Componentes Geofísicos Bióticos – Capítulo 6: Flora (2008).** Disponível em:<http://www.zee.mg.gov.br/pdf/componentes_geofisico_biotico/6flora.pdf>. Acessado em: 20 de Agosto de 2017.

ZUFFO, Antônio; ZUFFO, Monica. **Gerenciamento de Recursos Hídricos: Conceituação e Contextualização.** Elsevier Brasil, 2017.

Execução



Apoio Técnico



Realização

