



**SERVIÇOS PARA MELHORIA HIDROAMBIENTAL NA UNIDADE
TERRITORIAL ESTRATÉGICA DO GUAICUÍ**

MUNICÍPIOS DE LASSANCE E VÁRZEA DA PALMA - MG

**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DAS SUB-BACIAS DOS
RIBEIRÕES COTOVELO, SÃO GONÇALO DAS
TABOCAS E CORRENTE - UTE GUAICUÍ**

**ATO CONVOCATÓRIO Nº 007/2016
CONTRATO DE GESTÃO IGAM Nº 002/IGAM/2012
CONTRATO Nº 02/2017
JULHO DE 2017**



**SERVIÇOS PARA MELHORIA HIDROAMBIENTAL NA UNIDADE
TERRITORIAL ESTRATÉGICA DO GUAICUÍ**

MUNICÍPIOS DE LASSANCE E VÁRZEA DA PALMA - MG

**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DAS SUB-BACIAS DOS
RIBEIRÕES COTOVELO, SÃO GONÇALO DAS
TABOCAS E CORRENTE - UTE GUAICUÍ**

**ATO CONVOCATÓRIO 007/2016
CONTRATO DE GESTÃO Nº 002/IGAM/2012
CONTRATO Nº 002/2017**

EXPEDIENTE

Wellington Aristides Veloso Reis

Administração Geral

João Juliano Rodrigues Casasanta

Engenheiro Civil - Responsável Técnico

Rafael Alexandre Sá

Engenheiro Agrônomo - Responsável Técnico

Thyara Thábatta Xavier Almeida

Engenheira Civil - Coordenadora de Projetos

Kamilla Nunes Froes

Engenheira Agrícola/Ambiental - Analista Ambiental

Larissa Rodrigues Rosa

Jornalista - Coordenadora de Mobilização Social

André Medeiros Rocha

Geógrafo

Marcos Esdras Leite


Geógrafo

José Eustáquio Maia Almeida

Técnico em Agrimensura

Vicktória Patrícia Pereira de Andrade

Engenheira Ambiental – Estagiária

SERVIÇOS DE MELHORIA HIDROAMBIENTAL EM PONTOS DIVERSOS DE ESTRADAS RURAIS NA UTE GUAICUÍ, MUNICÍPIOS DE VÁRZEA DA PALMA E LASSANCE, MINAS GERAIS.			
DIAGNÓSTICO AMBIENTAL			
Revisão: 02		Finalidade: [2]	
Legenda Finalidade: [1] Para Informação [2] Para Comentário [3] Para Aprovação			
Elaborado por: Rafael Alexandre Sá, Kamilla Nunes Froes, Victória Patrícia, Thyara Thábatta Xavier e Marcos Esdras.			
Supervisionado por: Rafael Alexandre Sá			
Aprovado por: Rafael Alexandre Sá			
Ass. Autor	Ass. Superv.	Ass. Aprovação	Data
			05/2017
		LOCALMAQ LTDA-EPP Rua Juquinha Paculdino, 11 - Jardim São Luiz. CEP: 39401-046. Montes Claros/MG. Telefone: (38) 4141-0944	

APRESENTAÇÃO

A LOCALMAQ é uma sociedade empresária de pequeno porte, do ramo de prestação de serviços de obras civis, hidroambientais e terraplenagem. A empresa conta com a experiência de bons serviços prestados por todo Norte de Minas Gerais, Oeste Baiano e Sertão Pernambucano. Atualmente, possui equipamentos próprios como: Carregadeiras, motos-niveladoras, rolos-compactadores, caminhões-pipa e tratores de esteira para a execução de serviços de terraplenagem. Inserida no contexto de obras hidroambientais a equipe passou por reformulações com a aquisição de profissionais com know-how, o que significa um conjunto de conhecimentos práticos em engenharia e educação ambiental introduzindo o aspecto de sustentabilidade no decorrer das etapas de obras civis.

Diante desse desafio, de alcançar a sustentabilidade na engenharia, tornou-se imprescindível a incorporação do conceito de inovação no âmbito da construção civil, isto é, colocar o conhecimento novo, que integra aspectos ambientais, econômicos e sociais na prática aplicada em todos os setores produtivos. Obras como: recuperação de área degradada, conservação de solo e água, recuperação de floresta nativa e contenção de erosão introduzem de forma clara a sustentabilidade na construção civil. Tais obras tornaram-se um ramo de especialidade da LOCALMAQ incorporando a ela, não apenas os conceitos das práticas construtivas, mas, todo o arcabouço conceitual da sustentabilidade, onde se integra ambiente, sociedade e economia.

SUMÁRIO

1. DADOS GERAIS DA CONTRATAÇÃO	1
2. INTRODUÇÃO	2
3. CONTEXTUALIZAÇÃO	4
4. OBJETIVO	6
4.1. Objetivo Geral	6
4.2. Objetivos Específicos.....	6
5. JUSTIFICATIVA	7
6. PARCEIROS.....	8
7. COMPILAÇÃO DE DADOS DA UTE GUAICUÍ	9
7.1. Dados gerais da UTE Guaicuí	9
7.2. Uso do Solo	10
7.3. Caracterização Física	13
7.4. Geologia	13
7.5. Geomorfologia	13
7.6. Pedologia.....	14
7.7. Suscetibilidade à Erosão e Fragilidade Ambiental	14
7.8. Caracterização Biótica	17
7.9. Socioeconômica.....	18
7.9.1. atividades econômicas - setor produtivo agropecuário	18
7.9.2. atividades econômicas - atividades agrícolas e pecuária	20
7.10 Saneamento Ambiental.....	20

7.11 Disponibilidade Hídrica	20
7.11.1 superficial	20
7.11.2 subterrânea	22
8. MATERIAL E MÉTODOS	23
8.1. Delimitação das Sub-bacias e Classificação do Uso e Ocupação do Solo.....	23
9. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DAS SUB-BACIAS	39
9.1. Área de Abrangência	39
9.2. Caracterização Climática	40
9.3. Caracterização Física	42
9.3.1. geomorfologia	42
9.3.2. geologia	47
9.3.3 pedologia das sub-bacias	53
9.4. Biomas	61
9.5. Uso e Ocupação do Solo	65
9.6. Estradas rurais.....	73
9.7. Fragilidade Ambiental	77
10. FATORES DE PRESSÃO	85
11. CONCLUSÃO	90
12. REFERÊNCIAS	94
ANEXOS – MAPAS DE SITUAÇÃO.....	99

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Território UTE Guaicuí.	9
Figura 2. Mapa de Uso do Solo da UTE Guaicuí.	11
Figura 3. Distribuição das Classes de Uso do Solo da UTE Guaicuí	12
Figura 4. Mapa Geológico da UTE Guaicuí.....	16
Figura 5. Mapa Pedológico da UTE Guaicuí	16
Figura 6. Mapa Fragilidade Ambiental da UTE Guaicuí.	16
Figura 7. Mapa de Suscetibilidade à Erosão da UTE Guaicuí.	16
Figura 8. Distribuição (%) da área dos estabelecimentos agropecuários segundo faixas de tamanho dos estabelecimentos da UTE Guaicuí (2006).....	19
Figura 9. Distribuição (%) da Utilização das Terras dos Estabelecimentos Agropecuários dos Municípios da UTE Guaicuí (2006).....	19
Figura 10. Área de Eucalipto - S 8.016.222,285/ E 528.630,315.	25
Figura 11. Vegetação Nativa – S 8.015.061,701/ E 528.712,7941.	25
Figura 12. Área de Mata Ciliar - N 8.012.311,285/ 529.134,315.	25
Figura 13. Barraginhas Assoreadas - N 8.012.307,333/ E 529.027,353.	26
Figura 14. Cabeceira do Ribeirão Cotovelo - N 8.007.805,285/ E 527.759,315.....	26
Figura 15. Nascente do Ribeirão Cotovelo - N 8.005.794,151/ E 528.570,552.	26
Figura 16. Nascente do Ribeirão Cotovelo, N 8.005.213,550/ E 528.900,526.	27
Figura 17. Cerrado em Regeneração N 8.007.632,285/ E 527.650,315.	27
Figura 18. Silvicultura - N 8.002.201,285/ E 526.219,315.	27
Figura 19. Cerrado em Regeneração N 8.011.838,195/ E 527.773,593.	28
Figura 20. Ribeirão Cotovelo - N 8.011.028,285/ E 526783,315.....	28
Figura 21. Silvicultura - N 8.002.201,285/ E 526.219,315.	28
Figura 22. Propriedade do Sr. Antônio, N 8.004.949,816 / E 522.766,093.	29
Figura 23. Riacho Areia - N 8.004.922,285/ E 522.938,315.....	29
Figura 24. Silvicultura - N 8.005.054,285/ E 521.753,315.	29
Figura 25. Vereda do Riacho Areia - N 8.006.591,908/ E 524.933,190.	30
Figura 26. Vereda do Riacho Areia - N 8.008.785,997 - E 523.001,321.	30
Figura 27. Vereda do Riacho Areia - N 8.010.786,794/ E 527.402,407.	30
Figura 28. Área de Pastagem - N 8.011.925,174/ E 529570,382.....	31
Figura 29. Cerrado - N 8.011.821,986/ E 529.552,126.	31
Figura 30. Cerrado - N 8.010.391,285/ E 529.782,315.	31

Figura 31. Área em processo de regeneração - N 8.011.368,487/E 532.539,98.	32
Figura 32. Vegetação - N 8.010.092,776, E 529.787,475.	32
Figura 33. Vereda no Ribeirão Tabocas - N 8.011.873,285/ E 530.459,315.	32
Figura 34. Ribeirão Corrente - N 8.072.011,734, E 540.387,223.	33
Figura 35. Pastagem - N 8.073.837,458/ E 545.107,874.	33
Figura 36. Solo Litólico - N 8.065.022,890- E 551.296,765.	33
Figura 37. Vegetação Nativa - N 8.066.319,247/ E 550.051,027.	34
Figura 38. Eucalipto - N 8.065.587,286/ E 552.342,315.	34
Figura 39. Vereda no Ribeirão Corrente - N 8.066.512,192/ E 554.989,024.	34
Figura 40. Vereda no Ribeirão Corrente - N 8.066.512,192/ E 554.989,024.	35
Figura 41. Córrego Bananal - N 8.058.806,285, E 554.434,315.	35
Figura 42. Vereda no Ribeirão Corrente - N 8.054.396,985, E 554.232,508.	35
Figura 43. Nascente do Ribeirão Corrente - N 8.069.127,286, E 558.102,315.	36
Figura 44. Afluente do Ribeirão Corrente N 8.071.010,286/ E 551.764,315.	36
Figura 45. Córrego Bananal - N 8.058.806,285/ E 554.434,315.	36
Figura 46. Mapa de Localização das Sub-bacias.	39
Figura 47. Destaque dos municípios de Lassance (MG) e Várzea da Palma (MG). .	40
Figura 48. Destaque dos Tipos climáticos Brasileiros na Área de Estudo.	41
Figura 49. Climatologia no município de Lassance/MG.	41
Figura 50. Climatologia no município de Várzea da Palma/MG.	42
Figura 51. Delimitação e Rede de Drenagem das Sub-bacias.	44
Figura 52. Hipsometria das Sub-bacias em Estudo.	45
Figura 53. Declividade das Sub-bacias em Estudo.	46
Figura 54. Classes Litológicas das Sub-bacias em Estudo.	48
Figura 55. Classes Pedológicas das Sub-bacias em Estudo.	56
Figura 56. Fisionomia Vegetal das Sub-bacias em Estudo.	64
Figura 57. Uso e Ocupação do Solo na Sub-bacia do Ribeirão Corrente.	67
Figura 58. Uso e Ocupação do Solo na Sub-bacia do Ribeirão Cotovelo.	68
Figura 59. Uso e Ocupação do Solo na Sub-bacia do Ribeirão São Gonçalo das Tabocas.	69
Figura 60. Distribuição de Uso e Cobertura do Solo.	70
Figura 61. Estradas Vetorizadas da Sub-bacia do Ribeirão Corrente.	75
Figura 62. Estradas Vetorizadas das Sub-bacias do Ribeirão Cotovelo e Tabocas. .	76
Figura 63. Fragilidade Ambiental da Sub-bacia do Ribeirão Tabocas.	79

Figura 64. Fragilidade Ambiental da Sub-bacia do Ribeirão Cotovelo.	80
Figura 65. Fragilidade Ambiental da Sub-bacia do Ribeirão Corrente.	81
Figura 66. Indicação da Localização para Implantação das Barraginhas – Ribeirão Tabocas e Cotovelo.	82
Figura 67. Indicação da Localização para Implantação das Barraginhas – Ribeirão Corrente.	83
Figura 68. Classificação do Uso e Ocupação do Solo no Ano de 1986.	85
Figura 69. Classificação do Uso e Ocupação do Solo no Ano de 2008.	86
Figura 70. Dinâmica do Uso e Ocupação do Solo nos Anos de 1986, 2008 e 2014. ...	87

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características hidrológicas da UTE Guaicuí.	10
Tabela 2. Principais Classes de Uso do Solo na UTE Guaicuí.	10
Tabela 3. Vegetação na UTE Guaicuí.	17
Tabela 4. Unidades de Conservação na UTE Guaicuí.	17
Tabela 5. Situação das Unidades de Conservação da UTE Guaicuí.	18
Tabela 6. Disponibilidade Hídrica Superficial da UTE Guaicuí.	21
Tabela 7. Disponibilidade Total de Água nas Sub-bacias em Estudo.	21
Tabela 8. Disponibilidade Outorgável de Água nas Sub-bacias em Estudo.	21
Tabela 9. Peso das Classes de Uso do Solo no Mapa de Fragilidade.	37
Tabela 10. Peso das classes de declividade no mapa de fragilidade.	38
Tabela 11. Parâmetros Físicos das Sub-bacias.	44
Tabela 12. Dados Estatísticos da Declividade das Sub-bacias.	46
Tabela 13. Dados Estatísticos das Classes Litológicas das Sub-bacias.	49
Tabela 14. Dados Estatísticos das Classes Pedológicas das Sub-bacias.	57
Tabela 15. Descrição das Classes Pedológicas das Sub-bacias.	58
Tabela 16. Características Físico-hídricas dos Solos das Sub-bacias.	59
Tabela 17. Classes de Vulnerabilidade de Solo à Erosão.	60
Tabela 18. Dados Estatísticos da Fisionomia Vegetal das Sub-bacias.	64
Tabela 19. A qualidade da Classificação Associada aos Valores do Índice Kappa. ...	66
Tabela 20. Estatística do Mapeamento de Uso e Ocupação Cobertura do Solo.	70
Tabela 21. Estatística do Uso e Ocupação do Solo nos anos de 1986 e 2008.	86

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

APP	- Área de Preservação Permanente
CBH	- Comitê de Bacia Hidrográfica
CPRM	- Serviço Geológico do Brasil
DN	- Deliberação Normativa
EMATER	- Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais
EMBRAPA	- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
GPS	- Sistema de Posicionamento Global
IBGE	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IEF	- Instituto Estadual de Florestas
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
MG	- Minas Gerais
OS	- Ordem de Serviço
PDRH	- Plano Diretor de Recursos Hídricos
PT	- Plano de Trabalho
SIAGAS	- Sistema de Informações de Águas Subterrâneas
SCBH	- Subcomitê de Bacia Hidrográfica
SRTM	- Shuttle Radar Topography Mission
TA	- Termo de Aceite
TDR	- Termo de Referência
TM	- TematicMapper
TTS	- Trabalho Técnico Social
UNIMONTES	- Universidade Estadual de Montes Claros
UTE	- Unidade Territorial Estratégica
UTM	- Universal Transversa de Mercator
ZEE/MG	- Zoneamento Ecológico Econômico de Minas Gerais

1. DADOS GERAIS DA CONTRATAÇÃO

Contratante: **Associação Executiva de Apoio à Gestão de Bacias Hidrográficas Peixe Vivo – Agência Peixe Vivo**

Contratado: **LOCALMAQ LTDA. - EPP.**

Contrato: **02/2017**

Assinatura do Contrato: **06 de março de 2017**

Assinatura da Ordem de Serviço (OS): **31 de março de 2017**

Objeto: **Contratação de Empresa Especializada para Executar Obras de Terra, Visando à Melhoria Hidroambiental em Pontos Diversos de Estradas Rurais na UTE Guaicuí, nos Municípios de Várzea da Palma e Lassance, nas Áreas Definidas como Prioritárias em Função dos Fatores de Pressão Previamente Identificados nos Diagnósticos da UTE Guaicuí.**

Prazo de Execução: **10 meses, a partir da data da emissão da OS.**

Cronograma: **Conforme Cronograma Físico Financeiro apresentado no item 14 deste relatório.**

Valor Global do Contrato: **R\$ 944.128,77 (novecentos e quarenta e quatro mil, cento e vinte e oito reais e setenta e sete centavos).**

Referência: **Ato Convocatório nº 007/2016**

2. INTRODUÇÃO

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

O presente projeto será desenvolvido na Unidade Territorial Estratégica Guaicuí, mais especificamente nas áreas prioritárias das sub-bacias do Ribeirão Cotovelo e Ribeirão São Gonçalo das Tabocas, no município de Lassance (MG), e na sub-bacia do Ribeirão Corrente, no município de Várzea da Palma (MG).

De acordo com o PDRH do Rio das Velhas (2015), a UTE Guaicuí possui a agropecuária como principal atividade da região. Com os desmatamentos aliados ao superpastoreio e à mecanização inadequada nas plantações, muitas terras agrícolas ficaram compactadas, diminuindo a sua capacidade de infiltração de água através dos poros do solo. Além disso, a abertura de estradas vicinais sem técnicas adequadas e falta de manutenção acabam por gerar processos contínuos de perda de solo. O resultado disso são solos cada vez mais degradados, secos e improdutivos. Esses fatores interferem negativamente na capacidade de reabastecimento do lençol freático e aquíferos tornando a região cada vez mais árida.

Nesse contexto, o projeto visa como resultado a recuperação hidroambiental em áreas prioritárias dessas sub-bacias, por meio da adequação de estradas rurais, construção de bacias de contenção (barraginhas) e da recomposição florestal em áreas ciliares. Essa recomposição se dará através do plantio de mudas e do cercamento das Áreas de Preservação Permanente em 03 (três) nascentes inseridas no ecossistema das sub-bacias (Ribeirão Corrente, Ribeirão Cotovelo e Ribeirão São Gonçalo das Tabocas). Também serão produzidos Relatórios Técnicos de Diagnóstico Ambiental, de Mobilização Social, de Recomposição Florestal e *As Built*.

Tais serviços serão conduzidos com base nos resultados do Diagnóstico Ambiental, nas informações topográficas das áreas, sob a supervisão técnica dos engenheiros. Aliadas às intervenções físicas, integram-se as atividades de mobilização social que

têm como objetivo buscar o envolvimento popular nos serviços e obras visando estimular um olhar atento à realidade em que se vive e o papel de cada um para a transformação do cenário atual de degradação para um novo cenário de recuperação hidroambiental.

3. CONTEXTUALIZAÇÃO

O Comitê de Bacia do Rio das Velhas (CBH Rio das Velhas) foi criado pelo Decreto Estadual 39.692, de 29 de junho de 1998 e é composto atualmente por 28 membros, sendo sua estruturação paritária entre Poder Público Estadual, Poder Público Municipal, Usuários de recursos hídricos e Sociedade Civil Organizada. Já o Subcomitê da Bacia Hidrográfica Guaicuí (SCBH Guaicuí), idealizador desse projeto, foi instituído no dia 22 de agosto de 2014. É composto pelos municípios de Corinto, Lassance, Pirapora e Várzea da Palma, sendo sua estruturação paritária constituída pelo Poder Público Estadual, Poder Público Municipal, Usuários de recursos hídricos e Sociedade Civil Organizada.

Os comitês de bacia têm como principal objetivo compartilhar o poder e responsabilidades entre o governo e os diversos setores da sociedade, no que tange a gestão dos recursos hídricos, garantindo uma maior participação da população, atingindo o propósito da Lei Federal nº 9433, de 08 de janeiro de 1997, chamada “Lei das Águas” que objetiva uma gestão dos recursos hídricos de forma descentralizada e participativa.

Segundo o Art. 1º do Decreto nº 39.692 (Deliberação CBH Rio Das Velhas Nº 12, de 06 de Dezembro de 2011), o comitê tem como principais finalidades: 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 o desenvolvimento sustentado da bacia.

Os Comitês de Bacia são assessorados por Agências de Bacias, entidades dotadas de personalidade jurídica própria, descentralizada e sem fins lucrativos, que prestam apoio administrativo, técnico e financeiro aos seus respectivos Comitês. Atualmente, a Agência Peixe Vivo está legalmente habilitada a exercer as funções de Agência de Bacia para o CBH Velhas auxiliando no planejamento, execução e no 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.

Pela grande diversidade de agentes já mobilizados, por Deliberação Normativa (DN) do CBH Rio das Velhas, foram criados os Subcomitês de Bacia Hidrográfica (SCBH),

distribuídos ao longo de toda a Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas. A medida é uma reafirmação da descentralização do poder, partindo do pressuposto que os SCBH permitiriam uma inserção regional, que qualificaria os debates e análises no âmbito do CBH Rio das Velhas. Sua constituição, tal qual nos Comitês, exige a presença de representantes da sociedade civil organizada, dos usuários de água e do poder público.

Os subcomitês podem ser consultados sobre conflitos referentes aos recursos hídricos e, também, poderão levar ao conhecimento do CBH Rio das Velhas e dos órgãos e entidades competentes os problemas ambientais porventura constatados em sua sub-bacia (SEPULVEDA, 2006).

A bacia do rio das Velhas subdivide-se em 23 regiões de planejamento e gestão de recursos hídricos, denominadas de Unidades Territoriais Estratégicas (UTES) definidas pela Deliberação Normativa CBH Rio das Velhas nº 01, de 09 de fevereiro de 2012. Atualmente, encontram-se instalados na bacia, 14 Subcomitês de Bacia Hidrográfica (SCBH) de cursos d'água afluentes ao rio das Velhas, caracterizando o processo de gestão das águas da bacia bastante descentralizado e participativo (PDRH - RIO DAS VELHAS, 2015).

Nesse contexto, a UTE Guaicuí (região onde serão executados os serviços contratados), instituída no dia 22 de agosto de 2014, é composta pelos territórios dos municípios de Corinto, Lassance, Pirapora e Várzea da Palma.

As atividades do Projeto para melhoria hidroambiental da UTE Guaicuí estão concentradas na porção baixa da bacia hidrográfica do rio das Velhas, mais precisamente em três sub-bacias, em Várzea da Palma (MG) na sub-bacia do ribeirão do Corrente e em Lassance (MG) nas sub-bacias dos ribeirões São Gonçalo das Tabocas e do ribeirão Cotovelo. Essas sub-bacias foram escolhidas pelos membros do SCBH pela sua importância no contexto hidrológico e social.

O presente Relatório Técnico apresentará diagnóstico ambiental das sub-bacias contempladas pelo projeto (Ribeirão Corrente, Ribeirão São Gonçalo das Tabocas e o Ribeirão Cotovelo) conforme determina o Ato Convocatório Nº 007/2016 do Contrato de Gestão IGAM Nº 002/IGAM/2012.

4. OBJETIVO

4.1. Objetivo Geral

O relatório do Diagnóstico Ambiental das Sub-bacias da UTE Guaicuí (Ribeirão Corrente, Ribeirão Cotovelo e Ribeirão São Gonçalo das Tabocas), tem como objetivo a identificação dos principais fatores de pressão nas áreas de recarga hídrica que abrange o projeto, buscando principalmente o levantamento de dados sobre uso e ocupação do solo e estradas vicinais para que haja uma justificativa coerente da escolha das áreas de intervenção (construção de barraginhas).

4.2. Objetivos Específicos

- ✓ Compilar as informações contidas no PDRH Rio das Velhas (2015) referente às sub-bacias em estudo;
- ✓ Produzir informações primárias das sub-bacias, com destaque para a caracterização das sub-bacias; os fatores de pressão e a geomorfologia direcionada à melhor localização das barraginhas;
- ✓ Elaborar os mapas temáticos, de declividade, hipsometria, geologia, pedologia, fisionomia vegetal, uso e ocupação do solo, bem como a espacialização de outras informações importantes das sub-bacias estudadas na escala máxima de 1:10.000.

5. JUSTIFICATIVA

O diagnóstico ambiental tem entre seus objetivos, apresentar uma caracterização ambiental das sub-bacias em estudo, que apontem as áreas mais adequadas para execução das intervenções hidroambientais.

Nesse aspecto, esse trabalho se desenvolveu sobre bases técnicas e científicas aplicadas à engenharia e à geografia. O estudo ambiental apresenta como finalidade principal direcionar as ações pontuais em pequenas áreas das bacias hidrográficas, visando garantir melhor resultado de recuperação hidroambiental. Sendo assim, o diagnóstico ambiental busca apresentar as características físicas e os pontos críticos, principalmente sobre usos e ocupação do solo e estradas vicinais, para que a execução das obras hidroambientais se desenvolva de forma coerente e eficiente na bacia hidrográfica.

6. PARCEIROS

Com a articulação de parcerias foram mantidos constantes diálogos entre os agentes sociais e institucionais das sub-bacias, que colaboraram para o alcance dos resultados pretendidos. Destaca-se como parceiros e/ou apoiadores as seguintes entidades:

- ✓ Prefeitura Municipal de Lassance/MG;
- ✓ Prefeitura Municipal de Várzea da Palma/MG;
- ✓ Câmara Municipal de Vereadores de Lassance/MG;
- ✓ Câmara Municipal de Vereadores de Várzea da Palma/MG;
- ✓ Secretaria de Meio Ambiente de Lassance/MG;
- ✓ Secretaria de Educação/Meio Ambiente de Várzea da Palma/MG;
- ✓ Subcomitê da bacia hidrográfica do rio Guaicuí;
- ✓ EMATER/MG - Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Governo de Minas Gerais.
- ✓ Sindicato dos Trabalhadores Rurais;
- ✓ Associação Comunitária de Morada Nova – Lassance/MG;
- ✓ Universidade Estadual de Montes Claros/Departamento de Geociências;
- ✓ Centro de Referência em Recuperação de Áreas Degradadas/Unimontes.

7. COMPILAÇÃO DE DADOS DA UTE GUAICUÍ

7.1. Dados gerais da UTE Guaicuí

A UTE Guaicuí (**Figura 1**) se enquadra na região baixa da bacia do rio das Velhas, apresentando uma área de 4.136,93 (km²), o que representa 14,85% da bacia, abrangendo os municípios de Corinto, Lassance, Pirapora e Várzea da Palma no estado de Minas Gerais (PDRH – RIO DAS VELHAS, 2015).

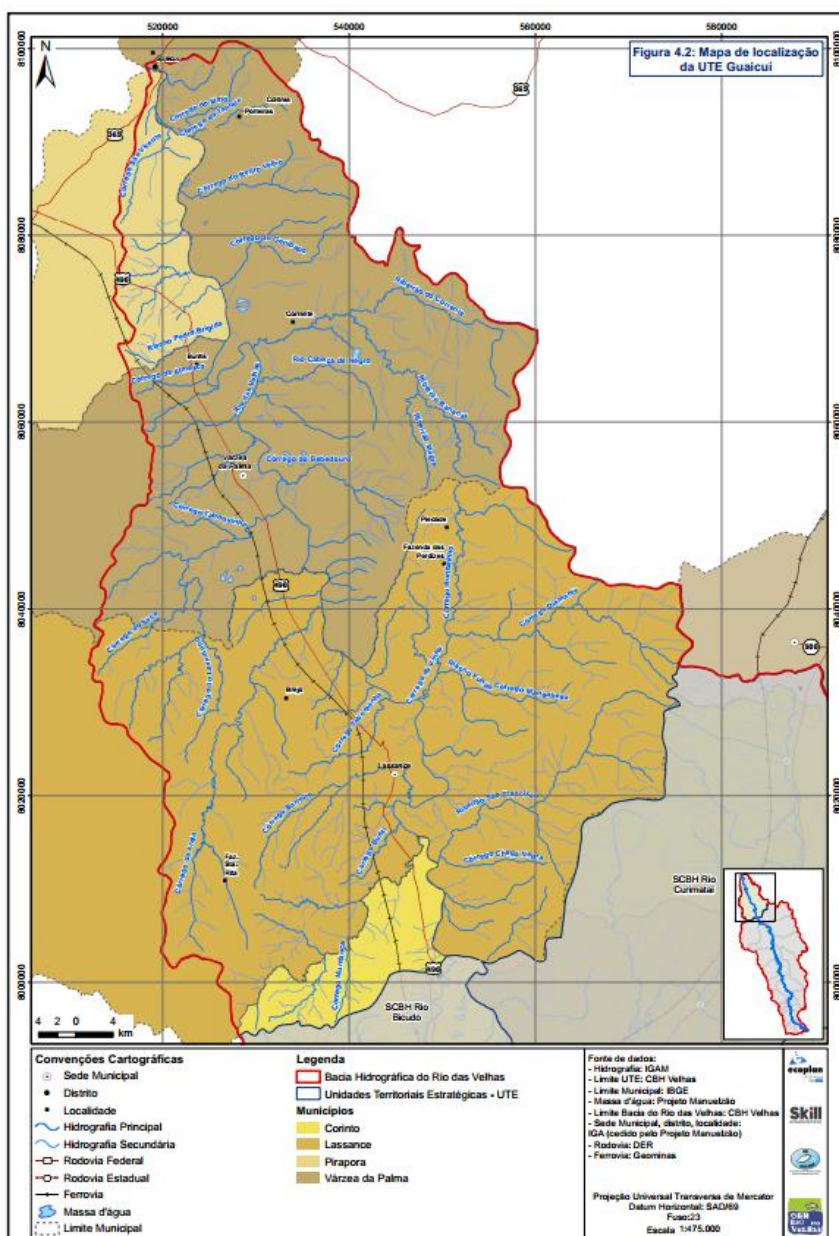


Figura 1. Território UTE Guaicuí.
Fonte: Diagnóstico Específico das UTEs (2014).

A região da UTE Guaicuí, segundo o IBGE no Censo Demográfico de 2010, abrange uma população de 31.581 habitantes, onde aproximadamente 85,3% residem na área urbana, restando 14,7% residentes na área rural.

As características morfométricas da UTE Guaicuí, apresentadas da PDRH – Rio das Velhas (2014) estão descritas na Tabela 1.

Área de Drenagem (km²):	4.136,93
Perímetro (km):	339,59
Rio Principal:	Rio das Velhas
Comprimento do rio principal (km):	153,66
Comprimento/área (km/km²):	0,04
Coefficiente de Compacidade:	1,48
Fator de Forma:	018
Declividade (%):	7,63

Tabela 1. Características hidrológicas da UTE Guaicuí.
Fonte: Diagnóstico Específico das UTEs (2014).

7.2. Uso do Solo

Segundo o PDRH Rio das Velhas (2015), para a classificação do uso do solo na região do baixo 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. A partir destas categorias foram definidas as classes de mapeamento conforme a Tabela 2 e a Figura 2 que apresentam a relação das classes por categoria:

Classe	Área (km ²)	UTE Guaicuí (%)
Cobertura Natural		
Afloramento Rochoso	35,15	0,85
Vegetação Arbustiva	1.702,89	41,16
Vegetação Arbórea	124,79	3,02
Hidrografia	25,21	0,61
Uso Antrópico		
Agropecuária	1.768,97	42,76
Agricultura Irrigada	35,34	0,85
Silvicultura	238,68	5,77
Queimada	194,03	4,69
Área Urbana	11,88	0,29
Total	4.136,94	100

Tabela 2. Principais Classes de Uso do Solo na UTE Guaicuí.
Fonte: Diagnóstico Específico das UTEs (2014).

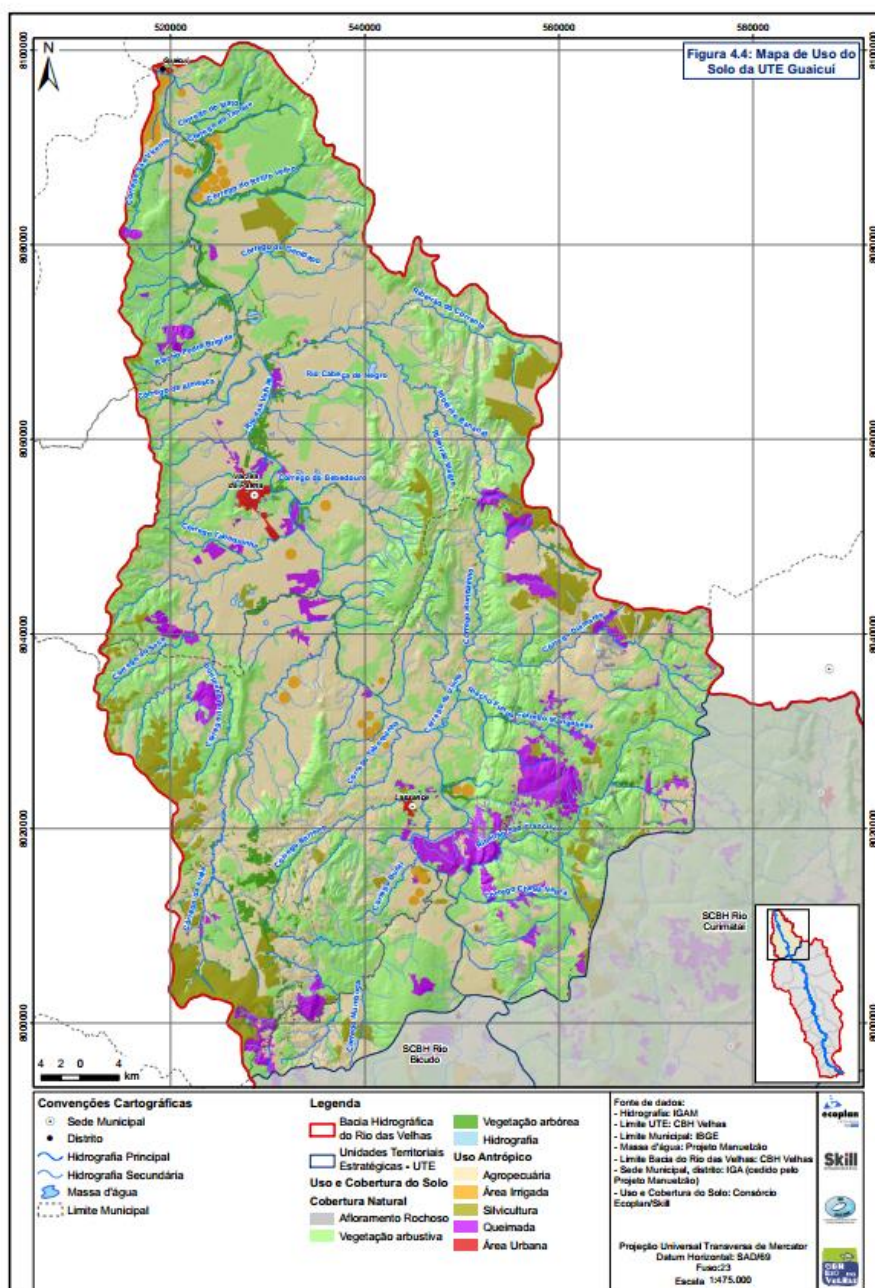


Figura 2. Mapa de Uso do Solo da UTE Guaicuí.
Fonte: Diagnóstico Específico das UTEs (2014).

A classe de Agropecuária se caracteriza por lavoura temporária, lavoura permanente e pecuária. O primeiro caso diz respeito às culturas de curta e média duração, que após a colheita deixam o terreno disponível para novo cultivo ou para o aproveitamento 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.

A pecuária aqui caracterizada está relacionada às áreas abertas visando à produção de gado (de corte e leiteiro), pastoreio de equinos e outros animais em menor quantidade na bacia. Nestas áreas predominam a vegetação campestre natural ou pastagem plantadas para o alimento dos animais.

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.

Desta forma, podemos observar que na distribuição das classes do uso do solo na UTE Guaicuí (**Figura 3**), na categoria de Uso Antrópico, a classe Agropecuária apresenta-se em 42,76% da área da UTE. A região também possui significativas áreas de Silvicultura, com 5,77% da região, muito superior às demais regiões. Na categoria de Cobertura Natural, a classe Vegetação Arbustiva (41,16%) é a mais presente. A Agricultura Irrigada possui aproximadamente 0,85% e a Hidrografia encontrada na região é de apenas 0,61%.

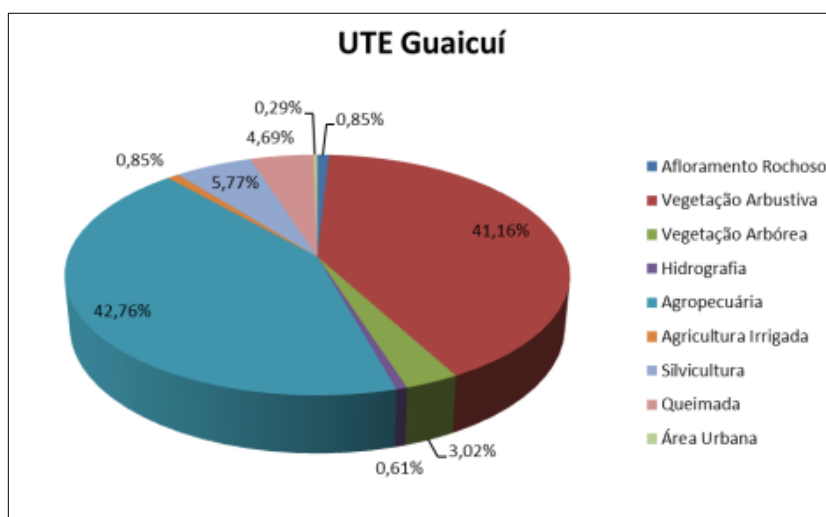


Figura 3. Distribuição das Classes de Uso do Solo da UTE Guaicuí
 Fonte: Diagnóstico Específico das UTEs (2014).

7.3. Caracterização Física

A caracterização física se fundamentou, segundo o Diagnóstico Específico das UTEs - Região do Baixo Rio das Velhas (2014), nos aspectos geológicos, geomorfológicos e pedológicos da região.

7.4. Geologia

Segundo o PDRH Rio das Velhas ao longo da área da UTE Guaicuí, ocorrem 11 unidades geológicas, conforme a Figura 4, sendo as mais representativas as Coberturas detrito-lateríticas com 38,96% e a Formação Três Marias com 16,4%. As demais unidades são Formação Serra de Santa Helena com 12,92%, Formação Galho do Miguel com 9,73%, subgrupo Paraopeba com 8,77%, Depósitos Aluviais e Coluviais com 3,83%, Formação Córrego dos Borges com 3,34%, Formação Santa Rita com 2,8%, Formação Jequitai com 2,11%, Formação Lagoa do Jacaré com 0,82% e Grupo Areado com 0,33%.

7.5. Geomorfologia

A geomorfologia da UTE Guaicuí é formada pela Depressão Sanfranciscana, que possui a denominação genérica das extensas áreas aplainadas e dissecadas ao longo dos principais rios da região e representam 47,28% (195.593,07 ha) da área.

A Depressão apresenta desníveis topográficos variáveis e cotas altimétricas que podem chegar a 900 metros. Ao longo de toda a unidade são comuns as formas aplainadas que apresentam superfícies onduladas que mostram sinais de reelaboração recente, revelando as irregularidades do terreno. Além disso, próximos aos principais cursos hídricos é possível encontrar superfícies de aplainamentos pleistocênicos, com evolução que processaram 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 52,72% (218.100,04 ha) da UTE Guaicuí. Esses planaltos são constituídos por rochas com camadas sub-horizontais e dobradas do Grupo Bambuí. A unidade é caracterizada por superfícies tabulares sobre coberturas sedimentares que formam extensas chapadas, com altimetria que

pode atingir 1000 metros com escarpamentos erosivos retilíneos que apresentam desníveis que variam de 50 a 100 metros.

7.6. Pedologia

A UTE apresenta Neossolo Flúvico ao longo da calha do rio das Velhas, com presença continuada de Latossolo Vermelho-Amarelo e Neossolo Litólico. Na porção leste há uma pequena mancha de Latossolo Vermelho-Escuro e ao sul ocorrência de Cambissolo, como pode ser observado na Figura 5.

7.7. Suscetibilidade à Erosão e Fragilidade Ambiental

De acordo com o Diagnóstico Específico das UTEs (2014) e através dos mapas temáticos de Suscetibilidade à Erosão (**Figura 6**) e Fragilidade Ambiental (**Figura 7**) das áreas da bacia do Guaicuí foi possível constatar que existem diferentes tipos potenciais de agentes de erosão, que podem estar presentes ou não, mas que se presentes, tendem a incrementar os processos erosivos.

As Áreas Cársticas representam 0,75% (3.112,96 ha) da área total da UTE. Nessas áreas, os processos erosivos potenciais estão associados às dolinas e sumidouros, à dissolução química e ao escoamento subsuperficial que são os principais agentes responsáveis pelo transporte de sedimentos.

As Áreas de Acumulação são regiões extremamente planas, com preenchimento aluvial e rupturas recentes que correspondem a 8,74% (36.142 ha) da área total. Os processos erosivos potenciais estão associados à capacidade dos cursos hídricos (condição natural) e às atividades antrópicas tais como a extração de areia e o desmatamento que, quando presentes, promovem o assoreamento dos rios.

Nas Áreas de Aplainamento predominam as superfícies tabulares conservadas e morros de topos planos que correspondem a 56,42% (233.423,56 ha) da área total. No sopé das escarpas dominam níveis de erosão acentuada, enquanto que nas bordas ocorrem erosão intensa e processos de transformação geoquímica. A agricultura e a silvicultura, se presentes nestas áreas, deixam o solo desprotegido acelerando a erosão através do escoamento superficial.

As Áreas de Influência Urbana representam 0,14% (588,90 ha) da área total. Nestas áreas, a compactação do solo, a declividade acentuada e a ocupação desordenada, quando presentes, aceleram as movimentações de massa nas vertentes. Nessas regiões também são fatores de erosão as alterações fluviais induzidas (canalizações e barramentos), que modificam a carga e a descarga sólida do rio e contribuem, quando presentes na área, para a abrasão e para o recuo das margens a jusante.

Entre as potenciais ações responsáveis pelos processos erosivos nas Áreas de Depressão, que representam 16,41% (67.887,26 ha) da área, destacam-se as atividades minerais, manejos agrícolas inadequados como as queimadas, pisoteio do gado e desmatamento.

Nas Áreas de Depressão, a cobertura vegetal natural é especialmente importante para regular e proteger a camada superficial do solo. Fatores que suprimem a cobertura vegetal natural destas áreas aumentam a exposição do terreno aos agentes erosivos, podendo surgir ravinas e voçorocas.

As Áreas Rochosas, que correspondem aos grandes compartimentos rochosos, representam 17,53% (72.538,40 ha) da área total. As atividades potencialmente impactantes nestas áreas são a extração de rochas e a mineração. Nestas áreas, os cursos hídricos existentes são encaixados e conseguem transportar grande quantidade de sedimentos, contribuindo para o assoreamento natural dos rios a jusante, processo que pode ser intensificado pelas atividades antrópicas que movimentam e fragilizam a estrutura rochosa da área.

As áreas de fragilidade ambiental (**Figura 7**) foram distribuídas da seguinte forma ao longo de toda a região: Fraca 11,7% (48.259,95 ha), Média 51,15% (211.620,37 ha), Forte 36,88% (152.558,37 ha) e Muito Forte 0,3% (1.254,40 ha).

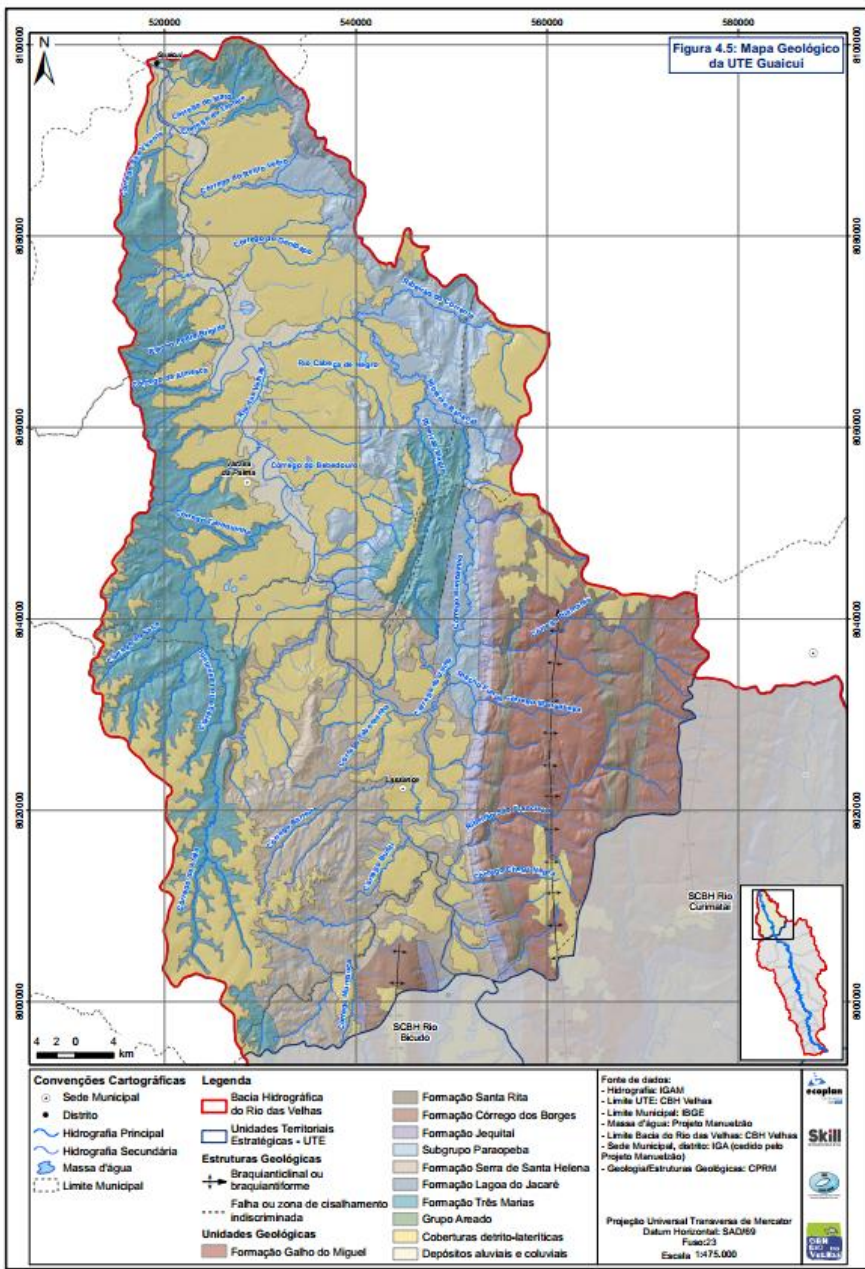


Figura 4. Mapa Geológico da UTE Guaicuí.
Fonte: Diagnóstico Específico das UTEs (2014).

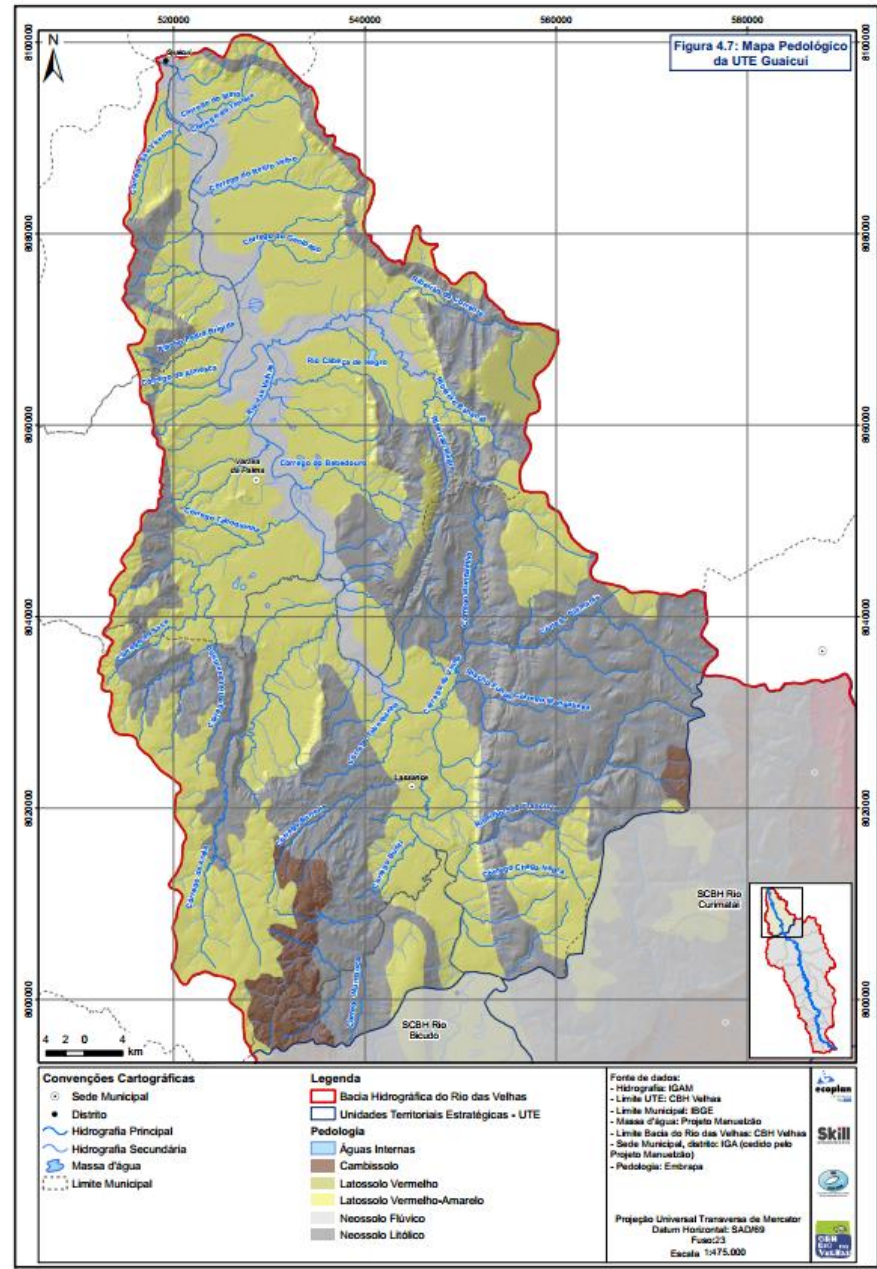


Figura 5. Mapa Pedológico da UTE Guaicuí
Fonte: Diagnóstico Específico das UTEs (2014).

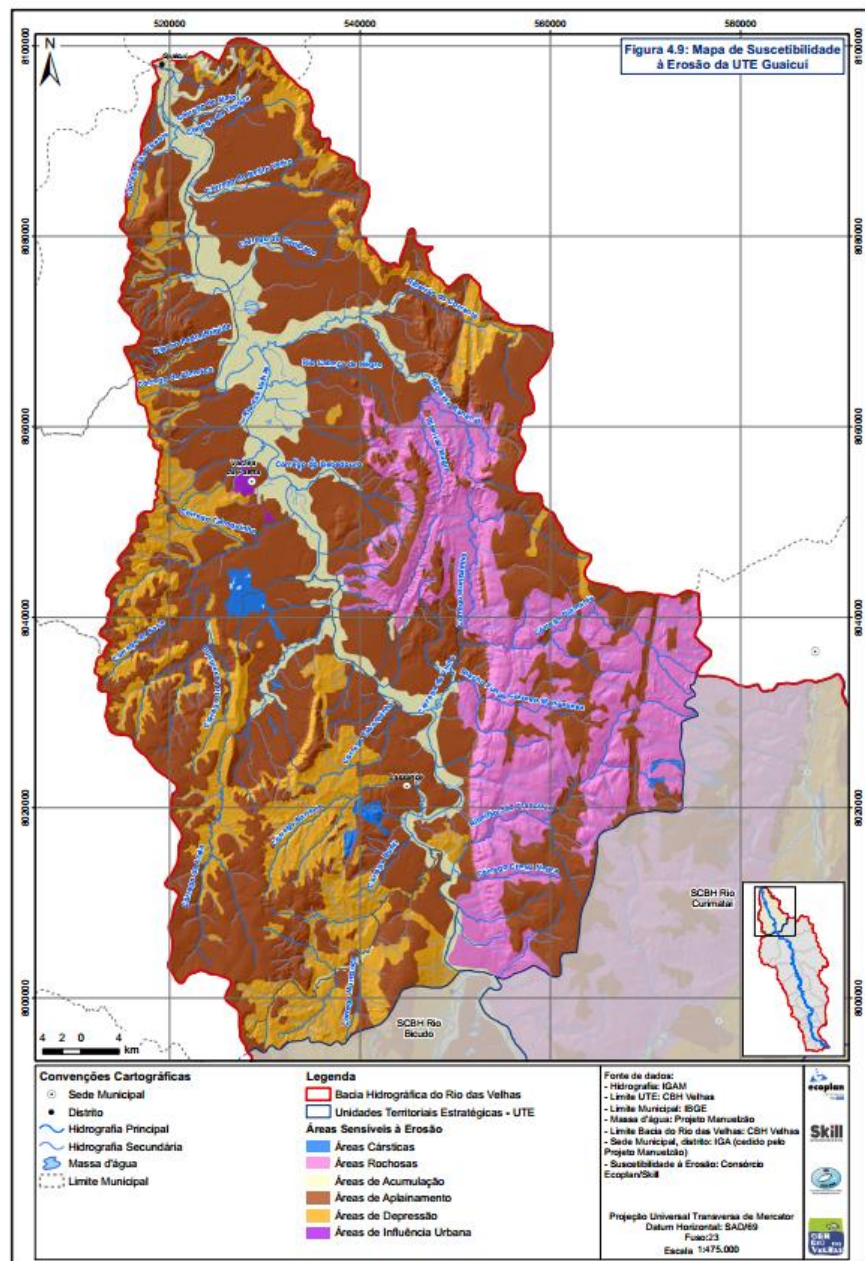


Figura 6. Mapa Fragilidade Ambiental da UTE Guaicuí.
Fonte: Diagnóstico Específico das UTEs (2014).

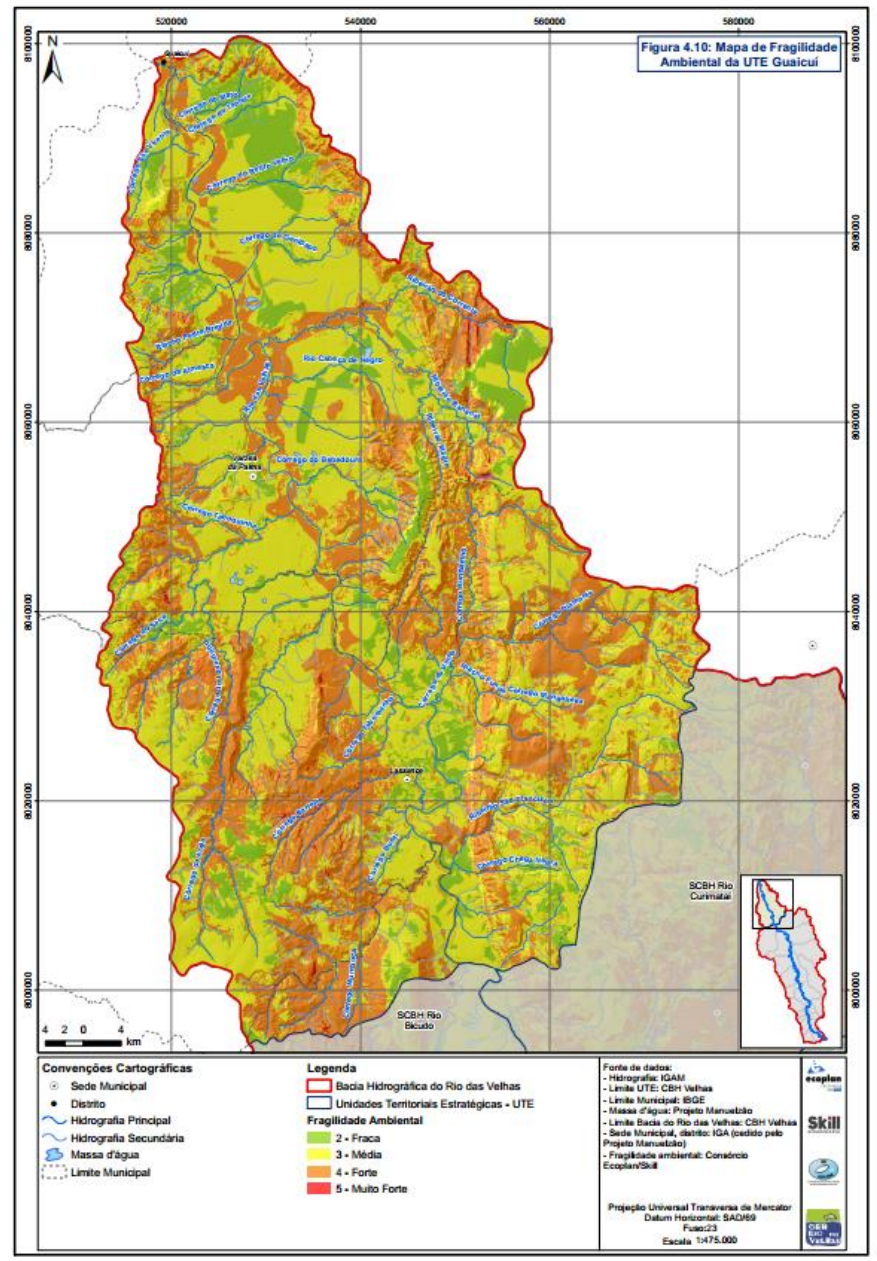


Figura 7. Mapa de Suscetibilidade à Erosão da UTE Guaicuí.
Fonte: Diagnóstico Específico das UTEs (2014).

7.8. Caracterização Biótica

A Caracterização Biótica foi descrita, segundo o Diagnóstico Específico das UTEs - Região do Baixo Rio das Velhas (2014), contemplando os aspectos de Vegetação (**Tabela 3**), Unidades de Conservação da UTE Guaicuí (**Tabela 4**) e Áreas Prioritárias para Conservação (**Tabela 5**).

Classe	Há	%
Agricultura	2.248,02	0,54
Corpos de Água	339,30	0,08
Floresta Estacional Decidual Montana	27.102,41	6,55
Floresta Estacional Semidecidual Aluvial	3.135,07	0,76
Floresta Estacional Semidecidual Montana	5.060,25	1,22
Influência Urbana	1.189,72	0,29
Pecuária (pastagem)	105.580,64	25,50
Reflorestamento	26.173,51	6,32
Savana Arborizada com Floresta de Galeria	22.709,58	5,48
Savana Florestada	674,42	0,16
Savana Gramíneo – Lenhosa com Floresta de Galeria	69.499,78	16,79
Savana Parque com Floresta de Galeria	150.345,25	36,31
Total	414.057,95	100,00

Tabela 3. Vegetação na UTE Guaicuí.
Fonte: Diagnóstico Específico das UTEs (2014).

Áreas Protegidas	Administração	ha total	ha UTE	% UC	% UTE
APA Serra do Cabral Augusto de Lima	Municipal	30.052,33	291,34	0,97	0,07
APA Serra do Cabral Buenópolis	Municipal	18.776,85	221,80	1,18	0,05
APA Serra do Cabral Joaquim Felício	Municipal	11.756,32	97,94	0,83	0,02
APA Serra do Cabral Lassance	Municipal	80.985,18	79.948,16	98,72	19,33
PAR Serra do Cabral	Estadual	22.472,60	16,15	0,07	0,00
TOTAL			80.575,39		19,48

Tabela 4. Unidades de Conservação na UTE Guaicuí.
Fonte: Diagnóstico Específico das UTEs (2014).

Unidade de Conservação/Tipo de Cobertura	Área (ha)	% UC
APA Serra do Cabral Augusto de Lima	291,34	
<i>Antrópico</i>	183,58	63,0
<i>Natural</i>	107,75	37,0
APA Serra do Cabral Buenópolis	221,80	
<i>Antrópico</i>	176,86	79,7
<i>Natural</i>	44,94	20,3
APA Serra do Cabral Joaquim Felício	97,94	
<i>Antrópico</i>	13,08	13,4
<i>Natural</i>	84,77	86,6
APA Serra do Cabral Lassance	79.948,16	
<i>Antrópico</i>	34.832,29	43,6
<i>Natural</i>	45.115,87	56,4
PAR Serra do Cabral	16,15	
<i>Natural</i>	16,15	100,0

Tabela 5. Situação das Unidades de Conservação da UTE Guaicuí.
Fonte: Diagnóstico Específico das UTEs (2014).

7.9. Socioeconômica

7.9.1. atividades econômicas - setor produtivo agropecuário

De modo geral, conforme o Diagnóstico Específico das UTEs da região Baixo Rio das Velhas (2014), a UTE Guaicuí apresenta uma estrutura fundiária, em nível de município, baseada na concentração de terras, visto que, a maior parte dos estabelecimentos agropecuários (30,7%) possuem de 20 a menos de 100 hectares e 22,7% possuem mais de 100 hectares (**Figura 8**).

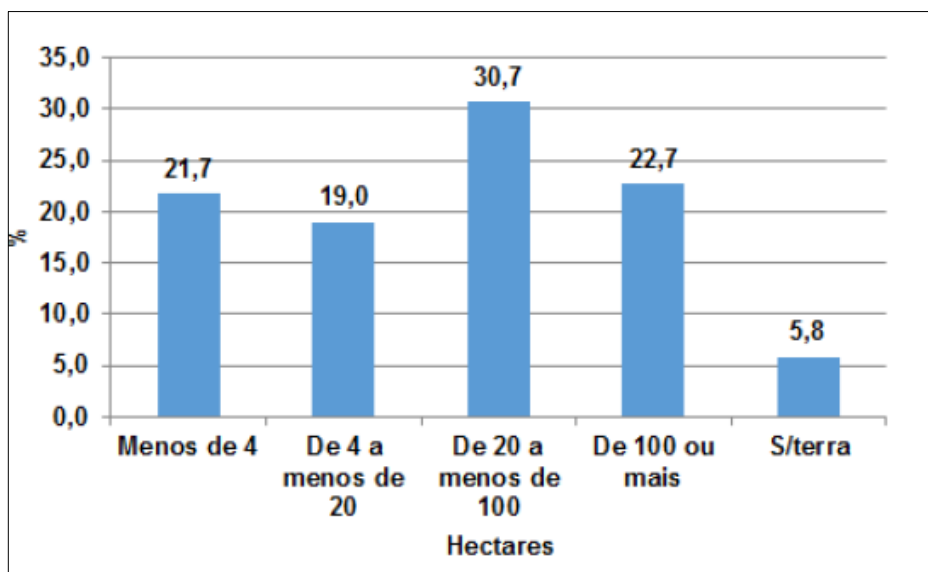


Figura 8. Distribuição (%) da área dos estabelecimentos agropecuários segundo faixas de tamanho dos estabelecimentos da UTE Guaicuí (2006).
Fonte: Diagnóstico Específico das UTEs (2014).

No que se refere à utilização das terras, verifica-se a predominância de Pastagens Plantadas em boas condições (33,1%), seguido de Pastagens Naturais (17,4%), conforme se verifica na Figura 9.

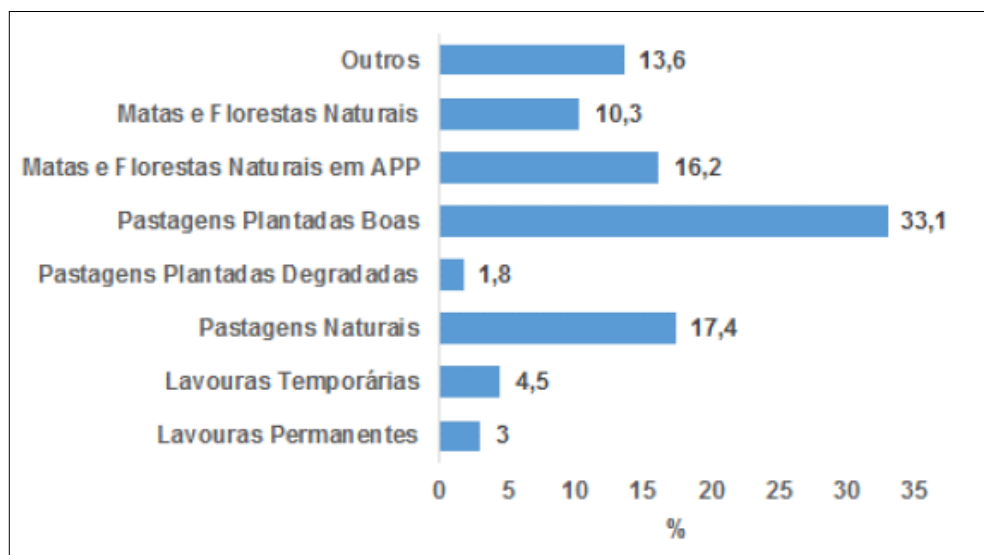


Figura 9. Distribuição (%) da Utilização das Terras dos Estabelecimentos Agropecuários dos Municípios da UTE Guaicuí (2006).
Fonte: Diagnóstico Específico das UTEs (2014).

7.9.2. atividades econômicas - atividades agrícolas e pecuária

Segundo o Diagnóstico Específico das UTEs, 2014, a área plantada de lavoura temporária no conjunto de municípios que integram a UTE Guaicuí foi de 8.260 ha em 2011. O principal cultivo temporário foi o milho, responsável por 6.808 ha (82,4% da área plantada naquele ano). Outros cultivos importantes são o feijão (535 ha) e o arroz (340 ha). Os maiores produtores são os municípios de Várzea da Palma e Corinto, responsáveis por 57,6% e 36,2% do total produzido na UTE em termos de área, respectivamente.

Com relação à lavoura permanente, a UTE registrou 2.604 hectares de área plantada, tendo como principais culturas o café (1.069 ha), a banana (468 ha) e a laranja (434 ha).

Segundo os dados de pesquisa do IBGE, o principal rebanho da pecuária da UTE Guaicuí em 2011, foi o de bovinos, que passou de 148.219 cabeças em 2002 para aproximadamente 203.698 cabeças em 2011, tendo como principais produtores em 2011 os municípios de Pirapora (1.350 cabeças) e Várzea da Palma (1.210 cabeças). O segundo maior rebanho registrado na UTE foi o de aves com 9.184 cabeças, seguido do efetivo de equinos (3.113 cabeças).

7.10 Saneamento Ambiental

Conforme levantamento realizado pelo PDRH do CBH Rio das Velhas (2015), dos municípios inseridos nas sub-bacias em estudo e pesquisa realizada junto às administrações municipais, somente Várzea da Palma possui Plano Municipal de Saneamento Básico, elaborado em 2014. Segundo informações obtidas através da EMATER-MG e Secretaria de Meio Ambiente do Município de Lassance, existe uma articulação institucional para elaboração do plano de saneamento desse município, mas até o momento encontra-se em fase de projeto.

7.11 Disponibilidade Hídrica

7.11.1 superficial

As vazões características de disponibilidade hídrica superficial da UTE Guaicuí foram determinadas a partir da técnica de regionalização de vazão utilizada para

suprir a carência de informações hidrológicas em locais com pouca ou nenhuma disponibilidade de dados. A Tabela 6 apresenta a disponibilidade hídrica da UTE.

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
Guaicuí	4.136,93	47,49	11,48	10,82	2,62	9,82	2,37	6,95	1,68

Tabela 6. Disponibilidade Hídrica Superficial da UTE Guaicuí.
Fonte: PDRH Rio das Velhas (2015).

Utilizando a base de dados disponibilizada no Sistema Integrado de Informações Ambientais do Estado de Minas Gerais, foi possível verificar a disponibilidade de água produzida nas sub-bacias hidrográficas estudadas, conforme Tabela 7.

Sub-Bacias	Rendimento específico	Vazão Q _{7,10} da bacia
Ribeirão Corrente	0,60 l.s ⁻¹ .km ⁻²	222,40 l.s ⁻¹
Ribeirão Cotovelo	1,09 l.s ⁻¹ .km ⁻²	328,43 l.s ⁻¹
Ribeirão São Gonçalo das Tabocas	1,00 l.s ⁻¹ .km ⁻²	106,63 l.s ⁻¹

Tabela 7. Disponibilidade Total de Água nas Sub-bacias em Estudo.
Fonte: LOCALMAQ, 2017.

O banco de dados das demandas hídricas superficiais nas sub-bacias foi extraído do Sistema Integrado de Informações Ambientais do Estado de Minas Gerais, porém nesses dados contemplam apenas os usos regularizados junto ao órgão gestor do Estado (Tabela 8).

Sub-Bacias	Vazões superficiais autorizadas	Vazão disponível 30% Q _{7,10}
Ribeirão Corrente	4,5 l.s ⁻¹	66,72 l.s ⁻¹
Ribeirão Cotovelo	10,87 l.s ⁻¹	98,53 l.s ⁻¹
Ribeirão São Gonçalo das Tabocas	12,54 l.s ⁻¹	31,99 l.s ⁻¹

Tabela 8. Disponibilidade Outorgável de Água nas Sub-bacias em Estudo.
Fonte: LOCALMAQ, 2017.

7.11.2 subterrânea

A UTE Guaicuí fica no extremo norte da bacia, envolvendo a foz do rio das Velhas. Nesta área o relevo dissecado com patamares extensos cria condições para deposição de coberturas detríticas e de depósitos aluvionares bem desenvolvidos. Ainda, nesta UTE aflora arenitos do Grupo Urucuia. Neste conjunto de rochas sedimentares desenvolve-se o aquífero de natureza granular que ocupa 43% da área total desta UTE.

No banco de dados do SIAGAS/CPRM encontram-se cadastradas 52 captações de água subterrânea no aquífero granular, que são feitas por meio de poços escavados e tubulares profundos. Nas coberturas detríticas concentram a maioria destas captações (28 poços tubulares), e a produtividade deste aquífero é baixa mostrando uma vazão específica média de $1,430 \text{ m}^3/\text{h/m}$.

Entretanto, é importante comentar que, de forma geral, as coberturas que cobrem as rochas do Grupo Bambuí não possuem grandes espessuras. O mais provável é que estes poços tiveram a perfuração iniciada no aquífero granular, mas também penetraram no sistema fissurado sotoposto. Com isso, os dados hidrodinâmicos, citados no banco de dados, podem não representar apenas o aquífero granular.

Esta última colocação não diminui a importância do aquífero granular para o equilíbrio hídrico da região. Este sistema é responsável pela retenção das águas de chuva que infiltram nesse sistema e vai alimentar os aquíferos subjacentes bem como manter as vazões da drenagem superficial nos períodos de estiagem.

8. MATERIAL E MÉTODOS

8.1. Delimitação das Sub-bacias e Classificação do Uso e Ocupação do Solo

Durante a realização deste trabalho realizou-se na etapa inicial a definição dos seguintes materiais:

- Cena SE-23-X-C e SE-23-Z-A do radar Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), disponível no site do serviço geológico dos EUA).
- Imagens do satélite LANDSAT 05, sensor TM, órbita/ponto 218/72 dos anos de 1986 e 2008, disponíveis no sítio do Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE).
- Mosaico de imagens de satélite Word View II, disponibilizado do acervo de imagens do Laboratório de Geoprocessamento da Universidade Estadual de Montes Claros - UNIMONTES. As imagens georreferenciadas se encontram em formato Geotiff (*.tif) e após o seu tratamento foi gerando a composição multiespectral com as bandas azul, vermelho e infravermelho. Todas as imagens de satélite Word View II usadas estavam ortoretificadas com resolução espacial de 1,2 metros e resolução radiométrica de 16 bits. O sistema geodésico utilizado foi o SIRGAS 2000 e o ano de geração destas imagens foi de 2014.
- Base vetorial da hidrografia de Minas Gerais, do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM).

Para a organização e compatibilidade de todos os produtos digitais usados foi realizado o registro desses produtos por meio da Base vetorial da hidrografia de Minas Gerais, do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM). Esse procedimento iniciou a etapa operacional realizada no software ArcGIS 10.2, licenciado para o Laboratório de Geoprocessamento da UNIMONTES. A base vetorial da hidrografia de Minas Gerais do IGAM também foi adotada como verdade para determinação da drenagem das sub-bacias.

Com o objetivo de interpretar os aspectos visuais da imagem e avaliar a melhor composição multiespectral para a fotointerpretação, realizou-se a composição colorida. Para a classificação das imagens do Landsat, que deram suporte para a

classificação do uso da terra às imagens do Word View II, a composição colorida resultante foi a banda 3 no verde, a banda 4 no vermelho e a banda 5 no azul. Já para a composição colorida das imagens Word View II de alta resolução, utilizada na classificação supervisionada, foi usada a composição de cor verdadeira, sendo usadas as bandas azul, verde e vermelho.

Para a aquisição dos dados topográficos e hidrológicos das bacias hidrográficas dos Ribeirões Corrente, Cotovelo e São Gonçalo das Tabocas, foi necessário a utilização das imagens do radar SRTM, das cenas SE-23-X-C e SE-23-Z-A. Esse produto permitiu a extração automática da área representativa das três bacias de estudo, a partir de algoritmos contidos na extensão *spatial analyst (Hydrology)*. 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 e o vetor de curso d'água nas áreas das bacias em estudo. A partir do polígono da bacia hidrográfica foi recortada a área de interesse nas imagens do Word View II de 1,2 metros de resolução geométrica.

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 visita a campo serviu também para realizar registro fotográfico da paisagem. 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 seguir serão apresentados os registros fotográficos de alguns dos pontos coletados para realizar a validação da classificação do uso e ocupação e identificação dos fatores de pressão ao longo das sub-bacias do Ribeirão Cotovelo e Ribeirão São Gonçalo das Tabocas, no município de Lassance (MG), e da sub-bacia do Ribeirão Corrente no Município de Várzea da Palma (MG). O levantamento foi realizado entre os dias 30/05 a 02/06 de 2017 e contou com o auxílio dos Srs. Eustáquio Pinheiro Filho da Silva e Jacqueson Azevedo de Souza.

- **Ribeirão Cotovelo**

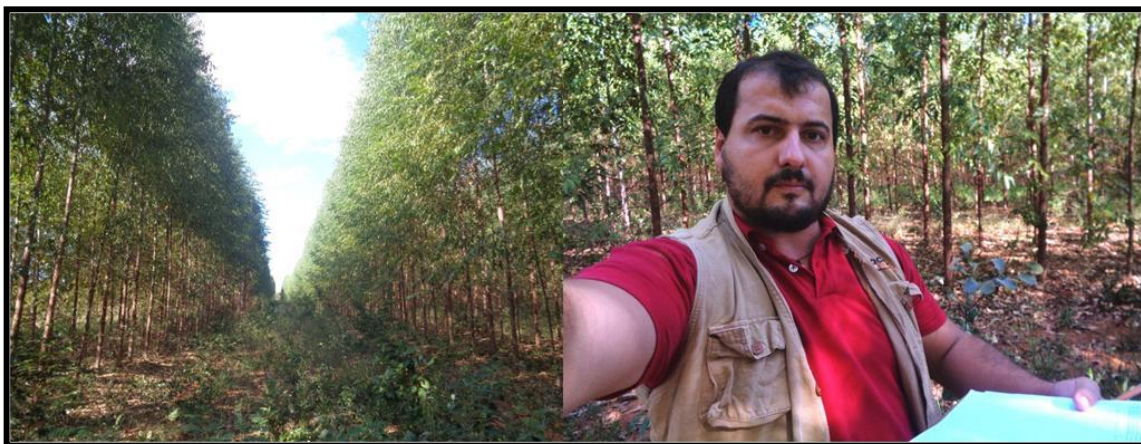


Figura 10. Área de Eucalipto - S 8.016.222,285/ E 528.630,315.
Fonte: LOCALMAQ, 2017.



Figura 11. Vegetação Nativa – S 8.015.061,701/ E 528.712,7941.
Fonte: LOCALMAQ, 2017.



Figura 12. Área de Mata Ciliar - N 8.012.311,285/ 529.134,315.
Fonte: LOCALMAQ, 2017.



Figura 13. Barraginhas Assoreadas - N 8.012.307,333/ E 529.027,353.
Fonte: LOCALMAQ, 2017.



Figura 14. Cabeceira do Ribeirão Cotovelo - N 8.007.805,285/ E 527.759,315.
Fonte: LOCALMAQ, 2017.



Figura 15. Nascente do Ribeirão Cotovelo - N 8.005.794,151/ E 528.570,552.
Fonte: LOCALMAQ, 2017.



**Figura 16. Nascente do Ribeirão Cotovelo, N 8.005.213,550/ E 528.900,526.
Fonte: LOCALMAQ, 2017.**



**Figura 17. Cerrado em Regeneração N 8.007.632,285/ E 527.650,315.
Fonte: LOCALMAQ, 2017.**



**Figura 18. Silvicultura - N 8.002.201,285/ E 526.219,315.
Fonte: LOCALMAQ, 2017.**



Figura 19. Cerrado em Regeneração N 8.011.838,195/ E 527.773,593.
Fonte: LOCALMAQ, 2017.



Figura 20. Ribeirão Cotovelo - N 8.011.028,285/ E 526783,315.
Fonte: LOCALMAQ, 2017.



Figura 21. Silvicultura - N 8.002.201,285/ E 526.219,315.
Fonte: LOCALMAQ, 2017.



Figura 22. Propriedade do Sr. Antônio, N 8.004.949,816 / E 522.766,093.
Fonte: LOCALMAQ, 2017.



Figura 23. Riacho Areia - N 8.004.922,285/ E 522.938,315.
Fonte: LOCALMAQ, 2017.



Figura 24. Silvicultura - N 8.005.054,285/ E 521.753,315.
Fonte: LOCALMAQ, 2017.



Figura 25. Vereda do Riacho Areia - N 8.006.591,908/ E 524.933,190.
Fonte: LOCALMAQ, 2017.



Figura 26. Vereda do Riacho Areia - N 8.008.785,997 - E 523.001,321.
Fonte: LOCALMAQ, 2017.



Figura 27. Vereda do Riacho Areia - N 8.010.786,794/ E 527.402,407.
Fonte: LOCALMAQ, 2017.

- **Ribeirão São Gonçalo das Tabocas**



Figura 28. Área de Pastagem - N 8.011.925,174/ E 529570,382.
Fonte: LOCALMAQ, 2017.



Figura 29. Cerrado - N 8.011.821,986/ E 529.552,126.
Fonte: LOCALMAQ, 2017.



Figura 30. Cerrado - N 8.010.391,285/ E 529.782,315.
Fonte: LOCALMAQ, 2017.



Figura 31. Área em processo de regeneração - N 8.011.368,487/E 532.539,98.
Fonte: LOCALMAQ, 2017.



Figura 32. Vegetação - N 8.010.092,776, E 529.787,475.
Fonte: LOCALMAQ, 2017.



Figura 33. Vereda no Ribeirão Tabocas - N 8.011.873,285/ E 530.459,315.
Fonte: LOCALMAQ, 2017.

- **Ribeirão Corrente**



Figura 34. Ribeirão Corrente - N 8.072.011,734, E 540.387,223.
Fonte: LOCALMAQ, 2017.



Figura 35. Pastagem - N 8.073.837,458/ E 545.107,874.
Fonte: LOCALMAQ, 2017.



Figura 36. Solo Litólico - N 8.065.022,890- E 551.296,765.
Fonte: LOCALMAQ, 2017.



Figura 37. Vegetação Nativa - N 8.066.319,247/ E 550.051,027.
Fonte: LOCALMAQ, 2017.



Figura 38. Eucalipto - N 8.065.587,286/ E 552.342,315.
Fonte: LOCALMAQ, 2017.



Figura 39. Vereda no Ribeirão Corrente - N 8.066.512,192/ E 554.989,024.
Fonte: LOCALMAQ, 2017.



Figura 40. Vereda no Ribeirão Corrente - N 8.066.512,192/ E 554.989,024.
Fonte: LOCALMAQ, 2017.



Figura 41. Córrego Bananal - N 8.058.806,285, E 554.434,315.
Fonte: LOCALMAQ, 2017.



Figura 42. Vereda no Ribeirão Corrente - N 8.054.396,985, E 554.232,508.
Fonte: LOCALMAQ, 2017.



Figura 43. Nascente do Ribeirão Corrente - N 8.069.127,286, E 558.102,315.
Fonte: LOCALMAQ, 2017.



Figura 44. Afluente do Ribeirão Corrente N 8.071.010,286/ E 551.764,315.
Fonte: LOCALMAQ, 2017.



Figura 45. Córrego Bananal - N 8.058.806,285/ E 554.434,315.
Fonte: LOCALMAQ, 2017.

Na classificação final do uso da terra foram definidas as classes de vegetação natural, pastagem, mata ciliar, cultivo, eucalipto e solo exposto. Esses são os usos predominantes nas três bacias. Como foi usada uma imagem de alta resolução espacial (1,2 metros), a classificação utilizada foi a visual. Em pontos de dúvidas foram usadas outras bandas espectrais do Landsat, como as faixas do infravermelho médio e longo. Com a visita a campo, os pontos de dúvidas foram verificados e a classificação validada. Por fim, a classificação foi corrigida gerando o mapa final de uso da terra das três bacias de análise.

O mapa de uso da terra foi fundamental para gerar o mapa de fragilidade ambiental, pois é uma das variáveis para compor essa modelagem. A metodologia de mapeamento da fragilidade ambiental foi adaptada de Ross (1994). Essa metodologia está entre as mais usadas em trabalhos técnicos e acadêmicos devido à simplicidade de composição. Neste trabalho foram usadas apenas as variáveis: uso da terra e declividade.

A partir dos mapas de declividade e de uso do solo foram atribuídos os pesos para gerar o mapa de fragilidade ambiental, conforme valores apresentados nas Tabelas 9 e 10.

Uso da terra	Peso
Mata ciliar/água	01
Vegetação natural	02
Eucalipto	03
Cultivo/ Área urbana e rodovia	04
Pastagem/Solo exposto	05

Tabela 9. Peso das Classes de Uso do Solo no Mapa de Fragilidade.
Elaboração: LOCALMAQ, 2017.

Declividade	Peso
>30%	05
20-30%	04
12-20%	03
06-12%	02
0-06 %	01

Tabela 10. Peso das classes de declividade no mapa de fragilidade.
Elaboração: LOCALMAQ, 2017.

Dessa forma, as áreas no mapa de fragilidade poderão ser classificadas com as seguintes categorias: muito alta, alta, média, baixa e muito baixa. Sendo que a fragilidade será maior onde houver as classes de uso da terra e declividade com a maior média nos pesos. Logo, as áreas de solo exposto com declividade acima de 30% são áreas com alta fragilidade. Com esse mesmo raciocínio definem-se as outras classes de fragilidade.

9. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DAS SUB-BACIAS

9.1. Área de Abrangência

O presente estudo foi realizado nas áreas das sub-bacias hidrográficas, Ribeirão Cotovelo e Ribeirão São Gonçalo das Tabocas, no município de Lassance (MG) sob as coordenadas W 17°52'22" S, 44°46'32" e na sub-bacia do Ribeirão Corrente em Várzea da Palma (MG) sob as coordenadas W 17°28'29" S 44°37'31", na região Norte do Estado de Minas Gerais (**Figura 46**). Essas sub-bacias estão inseridas na Unidade Territorial Estratégica Guaicuí (UTE Guaicuí), que por sua vez está inserida na bacia hidrográfica do Rio das Velhas.

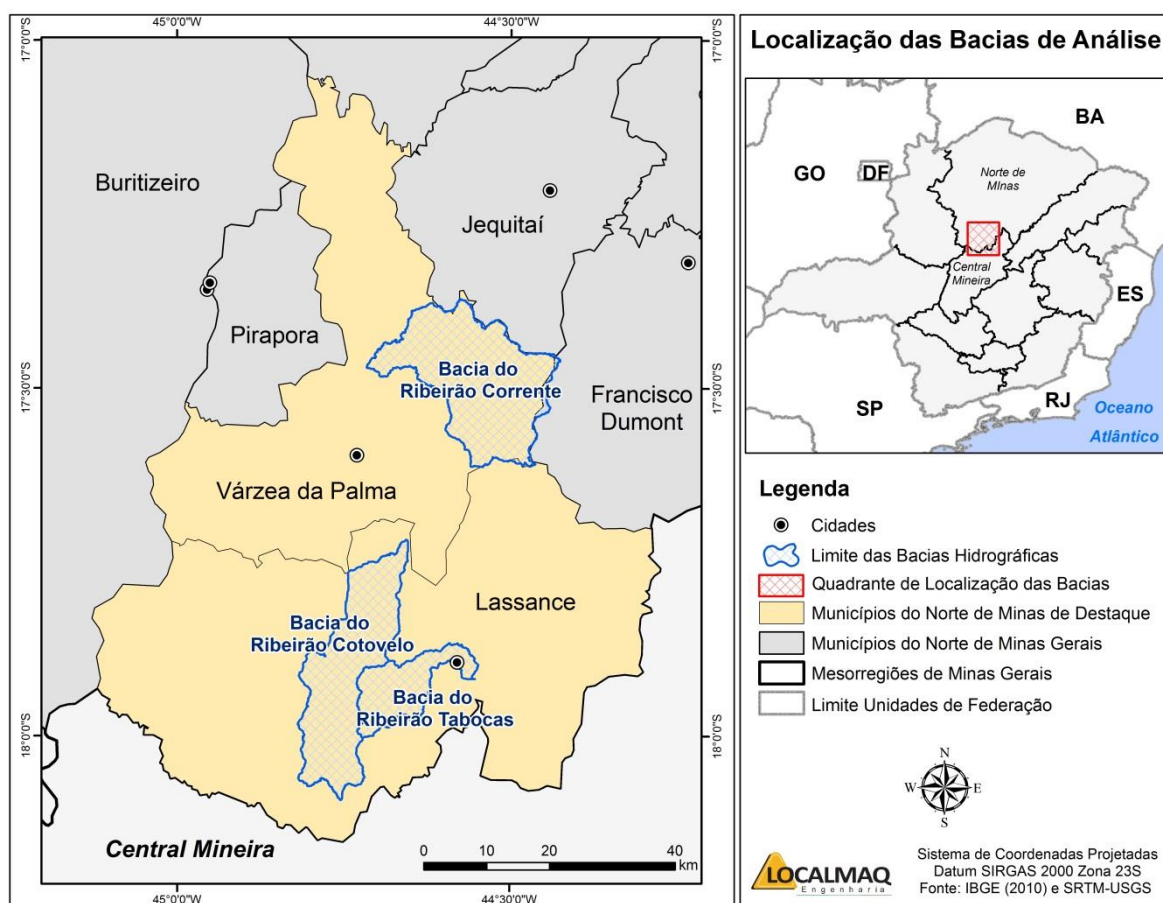


Figura 46. Mapa de Localização das Sub-bacias.
Elaboração: LOCALMAQ, 2017.

O município de Lassance (MG) (**Figura 47**) se encontra na microrregião de Pirapora e possui população estimada para o ano de 2016 de 6.663 habitantes, segundo o Censo 2010 do IBGE. A área do município é de 3.204 km² e sua distância até a capital mineira, Belo Horizonte, é de 268 km. A principal atividade econômica do

município está baseada no setor agropecuário, além do setor de serviços.

O município de Várzea da Palma (**Figura 47**), da mesma forma, pertence à microrregião de Pirapora e possui uma população estimada para o ano de 2016 de 38.838 habitantes, de acordo com o Censo 2010 do IBGE. A área do município abrange 2.220 km² e o mesmo dista 296 km de Belo Horizonte. A principal atividade econômica de Várzea da Palma está baseada no setor industrial, além do setor de serviços e agropecuária.

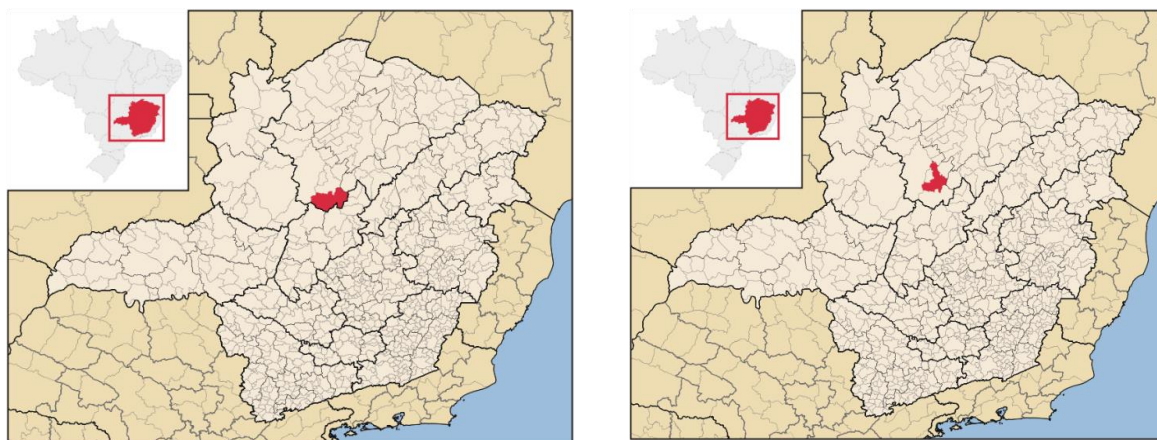


Figura 47. Destaque dos municípios de Lassance (MG) e Várzea da Palma (MG).
Fonte: Wikimedia, 2017.

9.2. Caracterização Climática

O clima dos municípios de Lassance (MG) e Várzea da Palma (MG), segundo a classificação de Koppen (**Figura 48**), é do tipo Tropical com Estação Seca (Aw), com 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. A média térmica do mês mais quente na região, em outubro, é superior a 30°C. A precipitação concentra-se entre os meses de novembro a março, com médias anuais de 1200 mm.

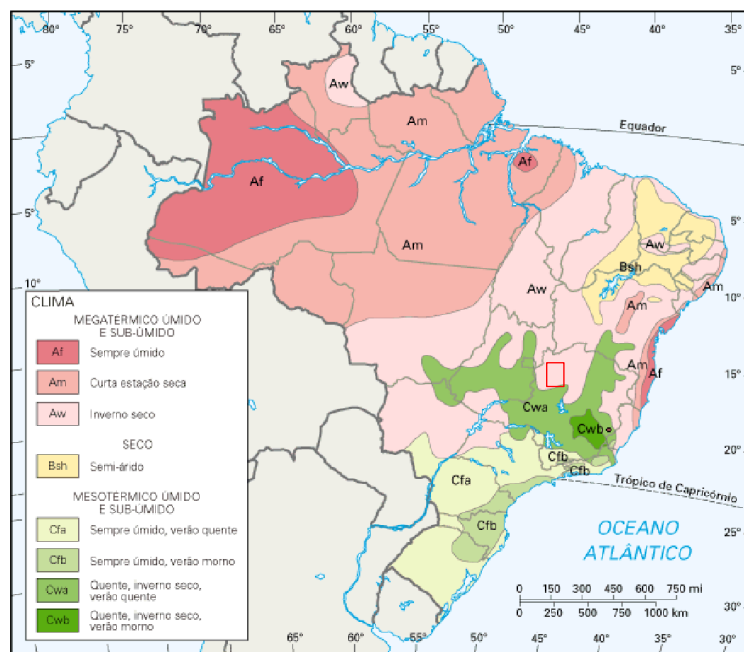


Figura 48. Destaque dos Tipos climáticos Brasileiros na Área de Estudo.
Fonte: <http://geografalando.blogspot.com.br>, 2017.

Os dados apresentados a seguir representam o comportamento da chuva e da temperatura ao longo do ano no município de Lassance (MG) e Várzea da Palma (MG) (**Figuras 49 e 50**) e foram obtidos no site Climatempo (www.climatempo.com.br). As 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.

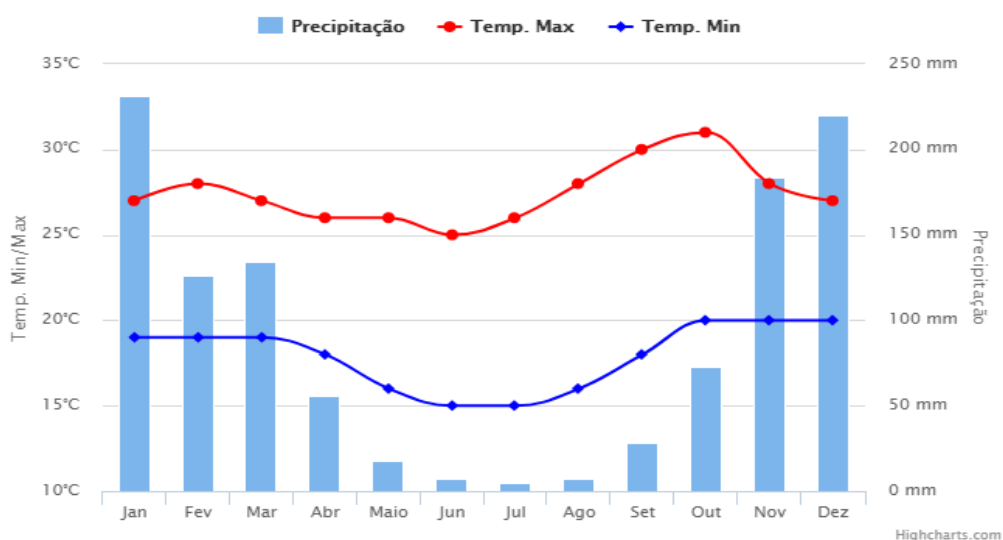


Figura 49. Climatologia no município de Lassance/MG.
Fonte: CLIMATEMPO, 2017.

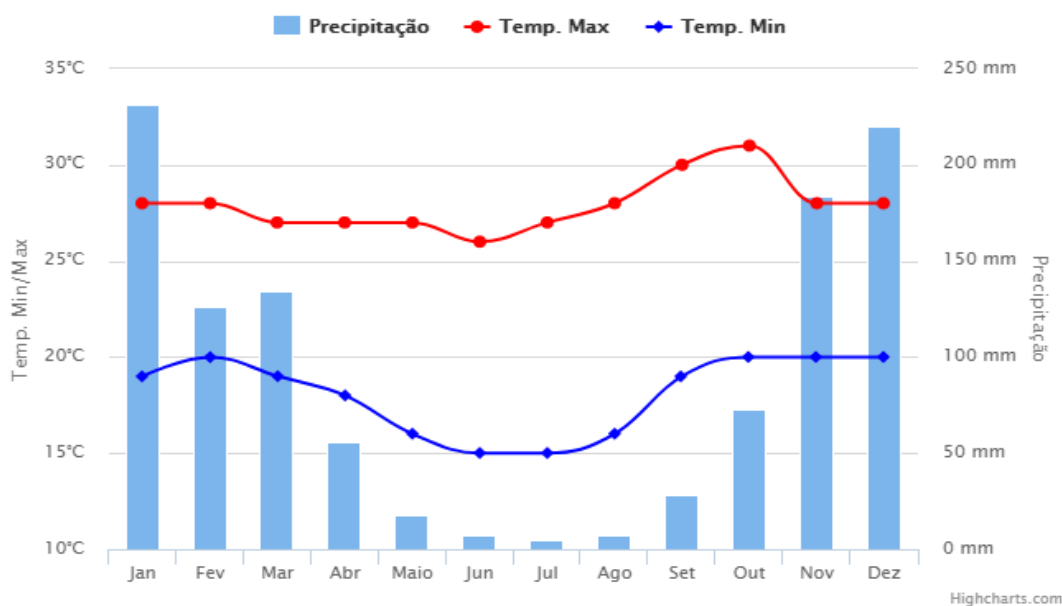


Figura 50. Climatologia no município de Várzea da Palma/MG.
 Fonte: CLIMA TEMPO, 2017.

9.3. Caracterização Física

9.3.1. 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 aplicada em conjunto com outras ciências que estudam os componentes da superfície terrestre, tais como rochas, solos, vegetação e água, e na definição da fragilidade/vulnerabilidade do ambiente.

Os aspectos quantitativos do relevo, como as variáveis: medidas 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 de fragilidade ambiental destaca-se a hipsometria, a amplitude altimétrica, extensão da drenagem, declividade e densidade de drenagem (CUNHA; GUERRA, 2003).

Essa ciência traz à tona informações necessárias para a realização dos diagnósticos hidroambientais, pois destacam 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 de uma entrada de água (precipitação) e a saída dessa água (sistema de drenagem e escoamento) e 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 Figura 51 são apresentadas as delimitações das sub-bacias em estudo e a rede de drenagem obtidas a partir do processamento das imagens do radar SRTM, das cenas SE-23-X-C e SE-23-Z-A. Na Tabela 11 é apresentado o resumo dos parâmetros físicos das sub-bacias.

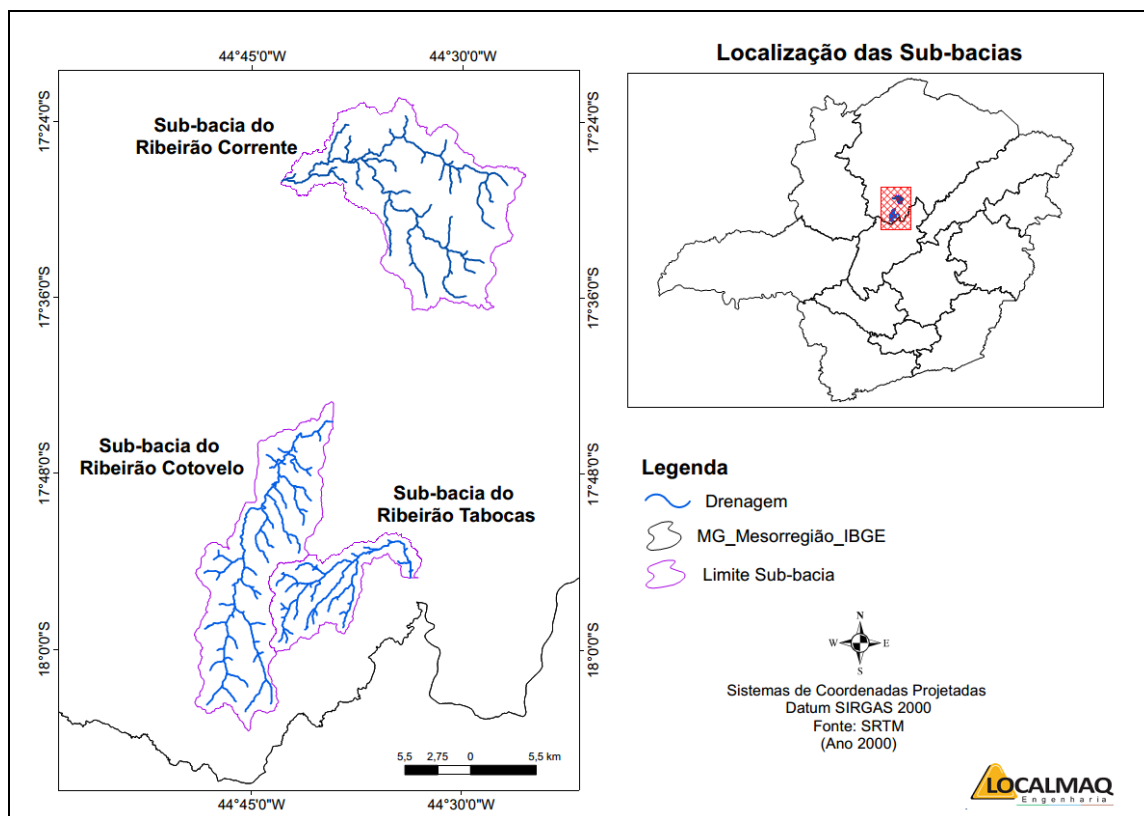


Figura 51. Delimitação e Rede de Drenagem das Sub-bacias.
Elaboração: LOCALMAQ, 2017.

Parâmetros físicos	Bacia Tabocas	Bacia Cotovelo	Bacia Corrente
Área	131,64	334,80	411,86
Perímetro	95,19	154,84	158,39
Comprimento total dos canais (km)	94,04	176,47	256,45
Comprimento axial (km)	21,88	42,71	31,57
Altitude máxima (m)	872	891	1055
Altitude mínima (m)	508	497	497
Altitude média (m)	690	694	776
Fator de forma	0,27	0,18	0,41
Coefficiente de compacidade (kc)	2,32	2,378	2,19
Densidade de drenagem (km/km ⁻²)	0,71	0,53	0,62
Declividade média do canal principal	3,15%	1,62%	2,46%
Padrão de drenagem	Paralela	Paralela	Detrítica
Ordem	4 ^a	3 ^a	4 ^a

Tabela 11. Parâmetros Físicos das Sub-bacias.
Elaboração: LOCALMAQ, 2017.

Após análise dos parâmetros físicos e de acordo com a classificação de Beltrame (1994) pode-se constatar que as três sub-bacias não estão propensas a grandes enchentes, uma vez que apresentaram valores de coeficientes de compacidade superiores a 1,5 e fator de forma inferior a 0,5. É possível observar também que todas as sub-bacias apresentam densidade de drenagem média, uma vez que seus valores se encontram entre os intervalos de 0,5 - 2,00 km/km².

Na geomorfologia o estudo do relevo tem grande influência sobre os fatores meteorológicos e hidrológicos, tendo em vista que a velocidade do escoamento superficial condiciona-se pela declividade do terreno. Variáveis como a temperatura, a precipitação e a evaporação, de outra forma, 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 52**) e declividade (**Figura 53**) e sua estatística ao longo das áreas de estudo (**Tabela 12**).

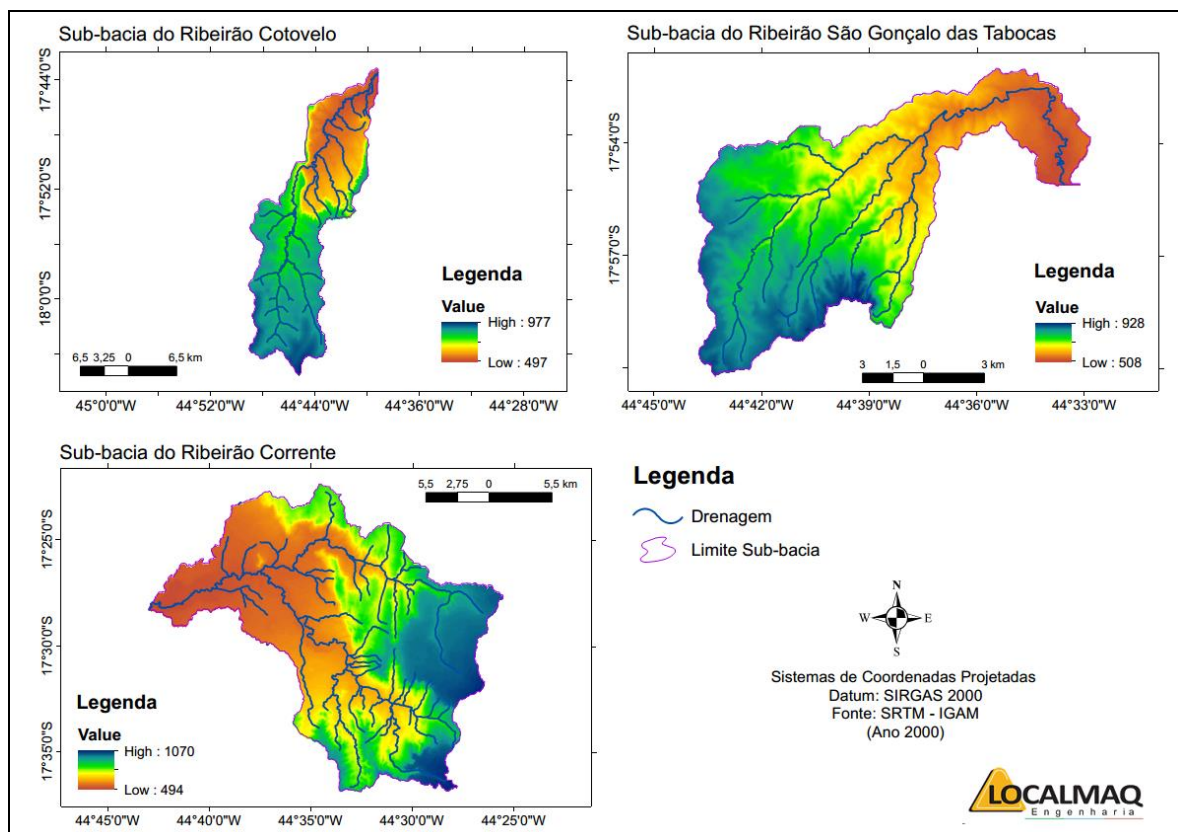


Figura 52. Hipsometria das Sub-bacias em Estudo.

Elaboração: LOCALMAQ, 2017.

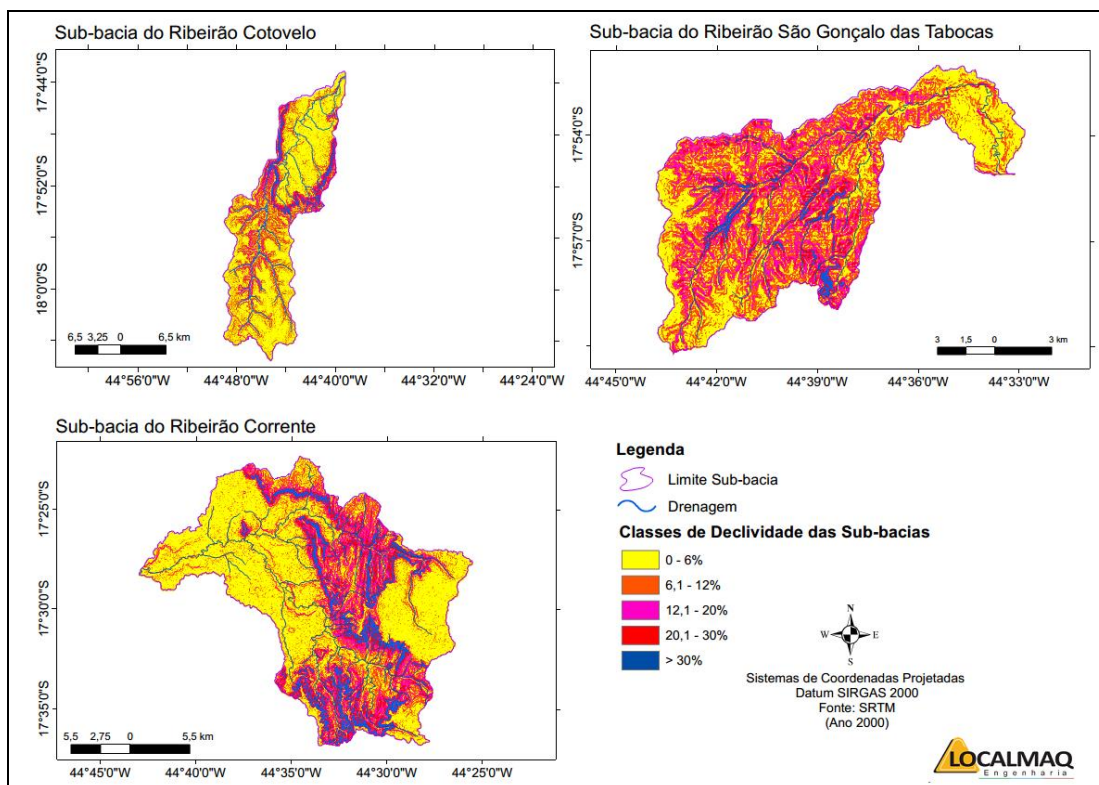


Figura 53. Declividade das Sub-bacias em Estudo.
Elaboração: LOCALMAQ, 2017.

Classes	Bacia Tabocas		Bacia Cotovelo		Bacia Corrente	
	km ²	%	km ²	%	km ²	%
0 a 6%	43,90	33,4%	203,10	60,7%	209,86	51,0%
6.1 a 12%	47,36	36,0%	88,61	26,5%	83,38	20,2%
12.1 a 20%	27,47	20,9%	24,63	7,4%	50,84	12,3%
20.1 a 30%	9,25	7,0%	8,94	2,7%	35,47	8,6%
> 30%	3,67	2,8%	9,52	2,8%	32,31	7,8%
TOTAL	131,64	100,0%	334,80	100,0%	411,86	100,0%

Tabela 12. Dados Estatísticos da Declividade das Sub-bacias.
Elaboração: LOCALMAQ, 2017.

Para o foco desse estudo destaca-se o fator declividade das bacias, sendo que nessa caracterização demonstra-se que quanto maior for a declividade de um terreno, maior será a velocidade de escoamento, menor o tempo de concentração de água e maior as perspectivas de picos de enchentes. A magnitude desses picos de enchente e a infiltração da água traz como consequência, maior ou menor grau de erosão. O grau de impacto dessa erosão associa-se à cobertura vegetal, tipo de solo e tipo de uso da terra. A estatística de declividade das três sub-bacias Tabocas, Cotovelo e Corrente demonstram que as maiores áreas encontram-se em relevo

suave ondulado/ondulado. A bacia do rio Corrente apresentou maior área com declividade forte ondulada/montanhosa/escarpada, com cerca de 16,4%, seguida pela Tabocas com 9,8% e Cotovelo com 5,5%, conforme classificação da (EMBRAPA, 1979).

9.3.2. geologia

A geologia insere-se nas ciências da terra, com abordagem da sua composição e de seus processos evolutivos. O objeto de estudo dessa ciência contempla os agentes de formação e transformação das rochas, da composição e da disposição dessas 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 podem ser transportadas sob a influência da gravidade, da água, do gelo ou do vento a um novo lugar de deposição, mais ou menos distantes, onde então se processa a sedimentação ou a acumulação desse material. A partir desse movimento originam-se as 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. Outros processos de transformação podem suceder a diagênese motivados pelo aumento da temperatura e pressão.

Para efeito de estudos os pacotes rochosos são divididos em unidades estratigráficas. Essa estratificação, quando baseada em critério litológico, divide as porções de rochas da crosta terrestre em grupo, subgrupo, formação, membro, camada, complexo, suíte e corpo. A formação se apresenta como a unidade mais importante e fundamental, tratando-se de uma divisão que representa um conjunto homogêneo de material com características distintas das unidades adjacentes. Esse conjunto delimita-se ao nível das mudanças litológicas, e seus limites adjacentes podem apresentar mudanças litológicas abruptas ou graduais, conforme os processos erosivos ou de sedimentação.

A classificação estratigráfica nas sub-bacias hidrográficas tem por objetivo subsidiar a caracterização dos solos da bacia, especialmente as características físico-hídricas dos mesmos e a sua vulnerabilidade à erosão.

Para essa classificação foi utilizada a base de dados do Serviço Geológico do Brasil – CPRM, mapa temático da litoestratificação do ano de 2004 com escala 1:1.000.000. O recorte da área foi realizado através do software ArcGis, versão 10.2 licenciado pelo Laboratório de Geoprocessamento da UNIMONTES, sobre a área de drenagem de cada sub-bacia, ambos georreferenciados. Após a elaboração do mapa temático (**Figura 54**) litoestratificado realizou-se a extração das informações geológicas das áreas (**Tabela 13**).

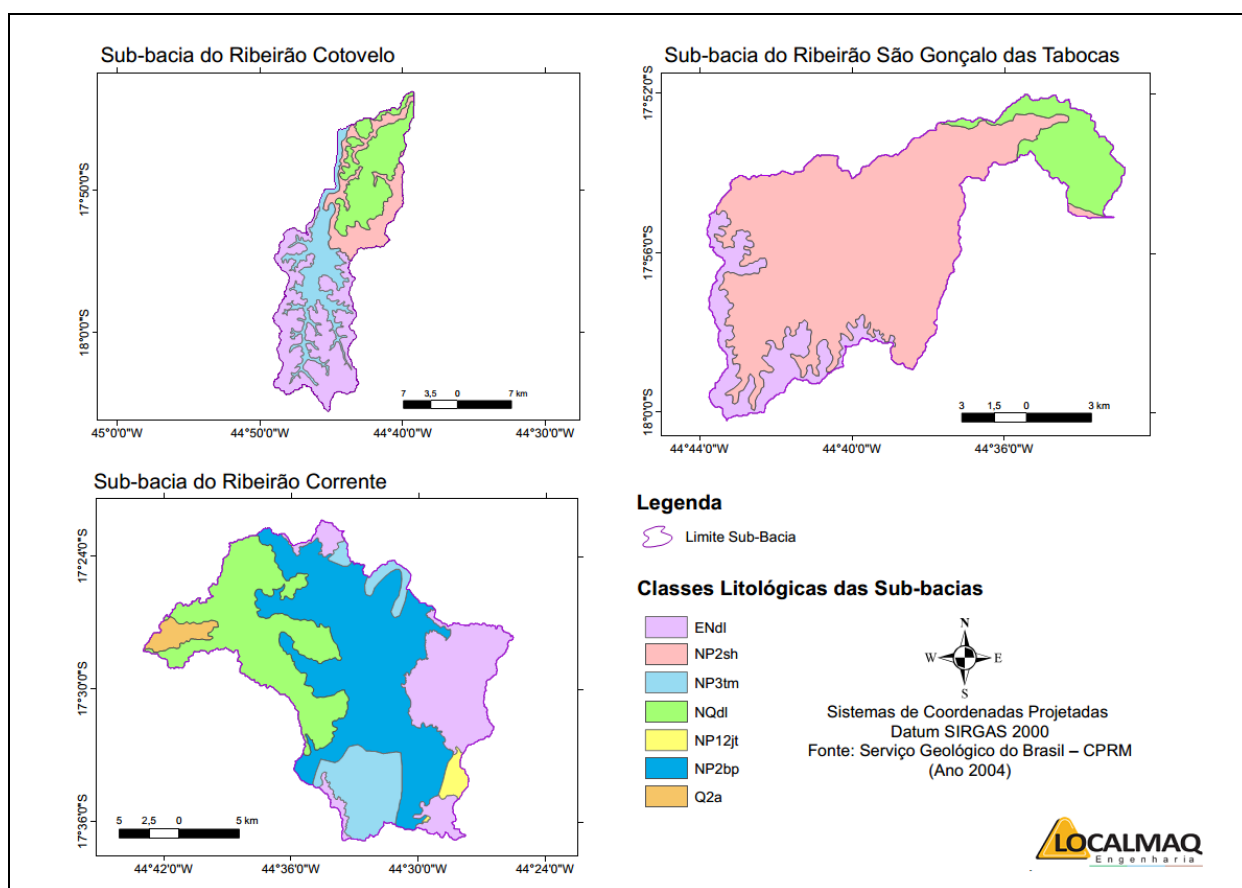


Figura 54. Classes Litológicas das Sub-bacias em Estudo.
Elaboração: LOCALMAQ, 2017.

Classes	Bacia Tabocas		Bacia Cotovelo		Bacia Corrente	
	km ²	%	km ²	%	km ²	%
ENdl	16,74529	12,72%	124,16	37,09%	79,71	19,35%
NP2bp	-	-	-	-	170,52	41,40%
NQdl	15,70	11,92%	79,11	23,63%	100,06	24,30%
NP12jt	-	-	-	-	6,17	1,50%
NP2sh	99,20	75,35%	59,67	17,82%	-	-
NP3tm	-	-	71,86	21,46%	45,78	11,12%
Q2a	-	-	-	-	9,62	2,34%
TOTAL	131,64	100%	334,80	100%	411,86	100%

Tabela 13. Dados Estatísticos das Classes Litológicas das Sub-bacias.
Elaboração: LOCALMAQ, 2017.

Cada formação litológica apresenta certa característica específica, que reflete nas formações das classes de solo e conseqüente formações vegetais na bacia. Na esfera ambiental os dados físicos se integram para a extração das informações relativas às fragilidades do sistema.

- Cobertura detrito-lateríticas com concreções ferruginosas – ENdl.
- Litotipo Laterita, Depósito de areia, Depósito de argila, Depósito de cascalho.

A formação detrito-laterítica com concreções ferruginosas - ENdl estão presentes na parte alta da bacia em regiões de chapada. Nessas áreas foi identificado como litotipo principal, o depósito de areia, depósito de argila e depósito de cascalho. Esses sedimentos deram origem à formação de solos bem drenados e profundos.

Os solos associados aos lateríticos apresentam, em sua maioria, elevado grau de desenvolvimento. No entanto, podem ocorrer nas adjacências desses, solos pouco desenvolvidos, rasos, principalmente nas posições de corte do relevo, onde a morfogênese, surgimento de formas por processos erosivos, conteve a pedogênese. Em geral, a presença destes solos é muito menor do que aqueles bem desenvolvidos nas áreas de ocorrência. Para a Engenharia Civil/Geotecnia o emprego do termo solo laterítico ainda é de uso comum, porém no campo da Ciência do Solo, que trata da gênese, morfologia e classificação – a Pedologia instituiu a denominação “Latosolo” para aqueles solos profundos bem desenvolvidos (ESPINDOLA; DANIEL, 2012).

- Formação Jequitaí – NP12jt.
- Diamictito, Arenito, Varvito, Tilito.

A Formação Jequitaí (Np12jt) aflora em partes da Serra do Cabral, também margeando a serra da Água Fria. A principal litologia da Formação Jequitaí é um diamictito que, quando se encontra em estado não intemperizado, tem aspecto denso e duro, de coloração cinza-azulada. A matriz da rocha é quartzítica fina, localmente síltica, onde se distribuem de modo caótico clastos de diversas origens, tais como quartzito, quartzo, filito, granito, gnaiss, além de rochas carbonáticas e vulcânicas básicas. Apresenta como aspecto comum o maciço das rochas e a aparente inexistência de estruturas sedimentares primárias (CPRM, 2006). Essa formação apresenta como evolução para o solo litólico com presença de afloramento rochoso.

- Formação Paraopeba – NP2bp.
- Calcarenito, Arcóseo, dolomítico, silito, folhelho, argilito, ritmito, marga.

Formação Paraopeba (NP2bp) - sua litologia é variada, contendo calcários, quartzitos, siltitos, margas, argilitos e ardósias constituindo depósitos carbonáticos e pelíticos de origem marinha, que são sobrepostos pelos depósitos areno-arcosianos plataformais da Formação Três Marias (FONSECA; VIANNA, 2012).

A presença de minerais do manganês nas rochas do subgrupo Paraopeba é derivada de compostos de origem predominantemente marinha, formados originalmente em ambientes de precipitação química tanto de compostos de origem continental como de vulcanismo marinho, a exemplo dos nódulos de manganês existentes nos fundos oceânicos. O manganês, juntamente com outros metais encontrados nos lateritos, é oriundo de ambientes euxínicos onde os íons metálicos formam compostos complexos e se precipitam no fundo marinho. Em razão de sua variada litologia a pedogênese originou diferentes solos desde latossolos a neossolos litólicos (FONSECA; VIANNA, 2012).

- Formação Três Marias – NP3tm.
- Arcóseo, Argilito, Silito.

Formação Três Marias (NP3tm) - assentada sobre a formação Paraopeba é composta de arenitos finos, siltitos e arcóseos. Os arcóseos são rochas sedimentares areníticas com mais de 25% de feldspato, muito quartzo e alguns fragmentos de rocha, de cores róseas a cinzas. O arcóseo confunde-se, muitas vezes, a um olhar mais rápido, com fácies de rochas graníticas pela aparência maciça em afloramentos. Revela processo de erosão e de deposição rápida de terrenos graníticos e gnáissicos em áreas tectonicamente instáveis. São comuns estruturas de estratificação cruzada e as camadas, muitas vezes, apresentam-se em cunhas. Sua evolução de gênese do solo origina os neossolos litólicos com severa restrição de profundidade, em muitos casos com afloramento de rochas (CPRM, 2012).

- Cobertura detrito-laterítica com concreções ferruginosas – NQdl.
- Aglomerado, laterita, Depósitos de areia, Depósito de argila.

As coberturas detrito-lateríticas (NQdl) são representadas por lateritos autóctones com carapaça ferruginosa. Podem ocorrer sobre qualquer tipo de substrato (CPRM/SIC-SGM, 2008). São características de climas tropicais e propícios à concentração de ouro, manganês, alumínio e outros metais pouco solúveis, porventura presentes no substrato (GOIAS, 2012).

São representados por sedimentos inconsolidados de cor predominantemente vermelha, areno-argilosos com níveis de cascalhos. Localmente, ocorre laterização, formando canga, constituída de grãos angulosos, mal selecionados de quartzo, cimentados por material ferruginoso (TULLER *et al.*, 2010).

Predominam sedimentos argiloso-arenosos de cor bege ou lateríticos e latossolos avermelhados. Ocorrem em terrenos topograficamente mais baixos, sendo localmente associados a depósitos coluvionares areno-rudíticos e argilosos. Estes correspondem muitas vezes a cascalheiras quartzosas e paleocanais escavados sobre os sedimentos neoproterozóicos subjacentes, principalmente nas proximidades da Serra do Cabral (CPRM, 2006).

- Depósitos Aluvionares – Q2a.
- Depósito de Areia, Depósito de Cascalho.

Formação composta por sedimentos inconsolidados, de coloração marrom a bege, mal selecionados, com granulometria variando entre argila e areia grossa contendo frequentemente, grânulos, seixos e matacões. A natureza dos clastos rudáceos é variada, sendo encontrados quartzitos variados (fino, grosseiro e de alta coesão com cimento silicoso). Ocorrem predominantemente ao longo das margens dos rios São Francisco e das Velhas e em alguns dos seus afluentes, como no caso do rio Corrente. Na maioria das vezes recortam as coberturas eluvionares detrito-lateríticas estando encaixadas nas mesmas (CPRM, 2006).

- Serra Santa Helena – NP2sh.
- Siltito, Folhelho.

A Formação Serra de Santa Helena (NP2sh) é constituída por rochas siliclásticas e, subordinadamente, sedimentos carbonáticos (VIANA *et al.*, 1998). Os primeiros são representados, basicamente, por siltitos, folhelhos e argilitos (JUNIOR, 2016). E entre as rochas químicas destacam-se margas e calcarenitos. Os siliclásticos podem apresentar-se metamorfizados e com tonalidades esverdeadas, quando frescos (VIANA *et al.*, 1998).

Segundo VIANA *et al.* (1998), são finos estratos, caracterizados ou não por clivagem ardosiana. Sua laminação é plano-paralela, com marcas de ondas assimétricas e raramente estratificações cruzadas de pequeno porte. A contribuição carbonática na formação ocorre sob a forma de lentes constituídas por calcarenitos muito finos, de coloração escura, cortados por finos veios de calcita, além de calcissiltitos intercalados à argilitos e margas, com clivagem forte e ondulações assimétricas.

As rochas dessa sequência estão em contato tectônico com as da Formação subjacente e suas camadas apresentam mergulhos de sub-horizontais a muito inclinados. São frequentes intensos dobramentos com cavalgamento (JUNIOR, 2016).

Caracteriza-se por sequências metapelíticas compostas por intercalações de metassiltitos (predominância) e metargilitos, além da de estratos de metarenitos finos e ocorrência de ardósias. As intercalações pelíticas ocorrem ao longo de toda a

área mapeada em afloramentos que, no geral, mostram rochas com grau intermediário a alto de intemperismo, ora friáveis, exceto em leitos de algumas drenagens e cortes de estrada.

Nestas litologias são vistas estruturas de estratificação plano paralela e xistosidade que, por sua vez, mostra-se ondulada, ora paralela, ora oblíqua ao acamamento (CPRM, 2012).

Intercalações de arenito fino e calcário cinza-escuro são localmente encontrados nessa unidade. As rochas apresentam acamamento que varia de sub-horizontal a 10-20° de mergulho para oeste. A mineralogia é composta por sericita, clorita e quartzo imersos em matriz de argilominerais. Algumas lâminas mostram uma grande quantidade de carbonatos. As micas estão orientadas e são, em sua maioria, detríticas. Também há micas metamórficas, que apresentam foliação incipiente. A Formação Serra de Santa Helena representa uma transgressão onde ocorreu um afogamento gradual da plataforma carbonática e a deposição de uma sucessão em ambiente marinho plataformal. O ambiente possui profundidades variáveis e é submetido, por vezes, à influência de ondas (CPRM, 2012).

9.3.3 pedologia das sub-bacias

A pedologia se dedica a estudar os solos considerando sua constituição, sua origem, sua morfologia, suas classificações e seus mapas. Tais informações edificam as bases para a indicação do seu melhor uso, observando os princípios da proteção ambiental.

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 da história, promove ou acentua fenômenos químicos e físicos de transformação moldando 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 didaticamente em adições, perdas, transformações, transporte no interior do perfil e remanejamentos mecânicos. As diferentes combinações desses processos definem as características marcantes da natureza do solo.

A litologia é tão importante na gênese do solo que diversas classificações fundamentam-se nesse conhecimento. A litosfera, crosta superficial da Terra, foi formada por três grandes grupos de rochas, segundo sua origem: magmática, metamórficas e sedimentares. Sendo que as rochas magmáticas, que podem se transformar em metamórficas, constituem cerca de 95% do volume total da crosta, todavia ocupam apenas 25% da superfície, enquanto as sedimentares e as metassedimentares contribuem com apenas 5% do volume, mas cobrem 75% da costa (TEIXEIRA *et al.*, 2009).

O material de origem (rochas) fica sujeito às agressões ambientais quanto mais próximo estiver da superfície. O processo decorrente da atividade climática e biológica sobre essas rochas é denominado intemperismo, que pode se apresentar na modalidade química ou física. De uma forma geral, essas modalidades de intemperismo se apresentam simultaneamente, sendo que em razão de diferentes condições climáticas pode 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 nesse 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 agrônômico e geotécnico deles.

No aspecto ambiental cumpre destacar que a superfície da Terra não é estática, encontra-se em estado contínuo de modificações ao longo da sua história. Os rios, os ventos, as geleiras e as enxurradas das chuvas deslocam, transportam e depositam continuamente as partículas de solo. Tal fenômeno é conhecido como erosão geológica ou erosão natural, e foi a partir desse fenômeno que foram esculpidos os vales e depositados os deltas dos rios. Todavia, ressalta-se que em seu estado natural, a vegetação cobre o solo como um manto protetor fazendo com que sua remoção transcorra de forma muito lenta. Segundo LEPSCH (2002), em condições naturais, o ciclo de desgaste erosivo é equilibrado pela renovação e sob esse equilíbrio a vida é mantida em nosso planeta.

A degradação dos solos pela erosão de forma acelerada pela ação humana vem sendo tema de debates entre engenheiros, políticos, agricultores e empresários mais conscienciosos. O uso e ocupação do solo seja para a silvicultura, agricultura ou pecuária, sem a avaliação da aptidão agrícola da área, e sem a devida aplicação de conceitos técnicos de conservação de solo e da água revelam a aceleração do ritmo dos processos erosivos.

Nesse sentido frisa-se a importância do acompanhamento técnico em todas as fases de ocupação e uso do solo, desde o desmate, preparo, manejo e colheita. Em especial nas bacias hidrográficas em estudo, nota-se a presença proativa da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais – EMATER, em trabalhos de promoção de desenvolvimento sustentável com a prestação de serviços de assistência técnica aos produtores rurais da região, aliados às respectivas secretarias municipais.

Ainda nesse contexto de ocupação, destaca-se a presença massiva do agronegócio florestal nessas bacias hidrográficas, principalmente nas regiões com maior altitude. A incontestável importância econômica do agronegócio florestal reflete de maneira ainda mais notável a sua responsabilidade quanto às ações de conservação do solo e da água nesses locais. O cultivo de eucalipto, como em qualquer monocultura, produz impactos consideráveis ao ambiente, mas que podem e devem ser mitigados por meio de ações previstas na legislação florestal e ambiental, mas, sobretudo no monitoramento técnico dessa atividade por profissionais habilitados. Mais do que

obrigação legal, o agronegócio florestal deve compreender que os recursos naturais solo e água são insumos que condicionam continuidade dessa atividade em uma região, portanto toda e qualquer ação protetiva deve ser empregada.

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 de cada uma das sub-bacias por meio de ferramentas no ArcGIS 10.2, licenciado para o Laboratório de Geoprocessamento da UNIMONTES.

Após a elaboração do mapa temático dos solos predominantes nas sub-bacias (**Figura 55**) realizou-se a extração das informações pedológicas das áreas (**Tabela 14, 15**).

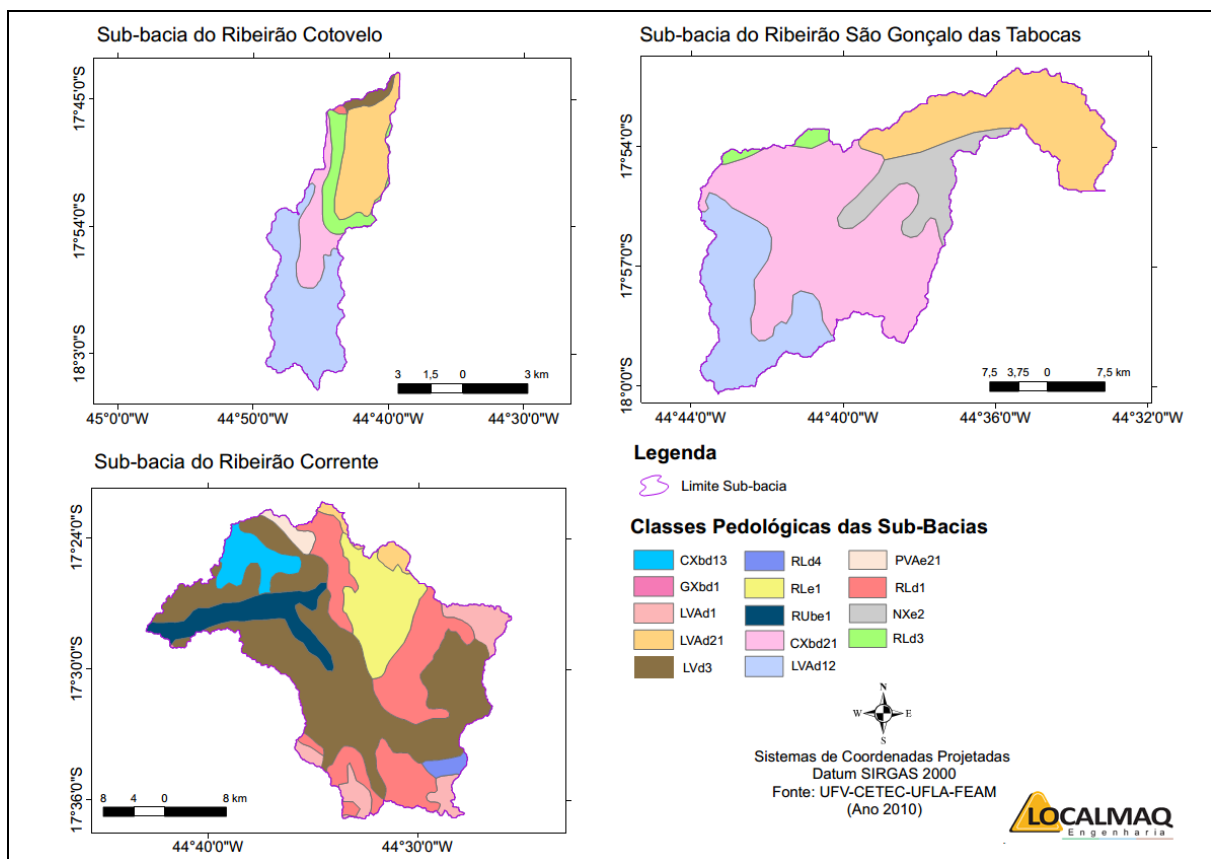


Figura 55. Classes Pedológicas das Sub-bacias em Estudo.
Elaboração: LOCALMAQ, 2017.

Classes	Bacia Tabocas		Bacia Cotovelo		Bacia Corrente	
	km ²	%	km ²	%	km ²	%
CXbd13	-	-	-	-	20,53	4,98%
CXbd21	60,80	46,19%	50,84	15,18%	-	-
GXbd1	-	-	-	-	0,08	0,02%
LVAAd1	-	-	-	-	26,84	6,52%
LVAAd12	26,28	19,97%	149,66	44,70%	-	-
LVAAd21	29,51	22,42%	87,94	26,27%	7,32	1,78%
LVd3	-	-	8,84	2,64%	178,35	43,30%
NXe2	13,29	10,09%	-	-	-	-
PVAe21	-	-	-	-	5,72	1,39%
RLd1	-	-	1,46	0,44%	90,12	21,88%
RLd3	1,76	1,33%	36,07	10,77%	-	-
RLd4	-	-	-	-	4,86	1,18%
RLe1	-	-	-	-	45,96	11,16%
RUbe1	-	-	-	-	32,08	7,79%
TOTAL	131,64	100%	334,80	100%	411,86	100%

Tabela 14. Dados Estatísticos das Classes Pedológicas das Sub-bacias.

Fonte: UFV-CETEC-UFLA-FEAM / Elaboração: LOCALMAQ, 2017.

CXbd13	CAMBISSOLO HÁPLICO distrófico típico A moderado textura siltosa/argilosa, pedregoso/não pedregoso + NEOSSOLO LITÓLICO distrófico típico A moderado; ambos fase campo cerrado, relevo ondulado.
CXbd21	CAMBISSOLO HÁPLICO distrófico típico e léptico A moderado textura média/argilosa, pedregoso/ não pedregoso + NEOSSOLO LITÓLICO distrófico típico A moderado + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico típico A moderado textura média/argilosa.
GXbd1	GLEISSOLO HÁPLICO distrófico típico A moderado + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico plíntico A moderado textura argilosa; ambos fase campestre, relevo plano.
LVAd1	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico típico A moderado textura argilosa; fase cerrado, relevo plano e suave ondulado.
LVAd12	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico típico A fraco/moderado textura média + NEOSSOLO QUARTZARENICO ORTICO típico A fraco/moderado; ambos fase caatinga hipoxerófila, relevo plano e suave ondulado.
LVAd21	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico típico A moderado textura argilosa + LATOSSOLO VERMELHO distrófico típico A moderado textura argilosa + CAMBISSOLO HÁPLICO distrófico típico A moderado textura siltosa/argilosa, pedregoso/não pedregoso; todos fase cerrado, relevo plano e suave ondulado e ondulado.
LVd3	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico típico A moderado textura média; fase caatinga hipoxerófila, relevo plano e suave ondulado.
NXe2	NITOSSOLO HÁPLICO eutrófico típico e chernossólico A moderado textura argilosa, pedregoso e rochoso + CAMBISSOLO HÁPLICO eutrófico típico e léptico A moderado/chernozêmico textura argilosa, pedregoso, rochoso + NEOSSOLO LITÓLICO eutrófico típico e chernossólico A moderado, textura argilosa, pedregoso, rochoso; todos fase floresta caducifólia e caatinga hipoxerófila, relevo suave ondulado e ondulado e forte ondulado.
PVAe21	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO eutrófico típico A moderado textura argilosa, rochoso, pedregoso + CAMBISSOLO HÁPLICO eutrófico típico e léptico A moderado textura siltosa/argilosa + NEOSSOLO LITÓLICO eutrófico típico A fraco; todos fase floresta caducifólia, relevo ondulado e forte ondulado.
RLd1	NEOSSOLO LITÓLICO distrófico típico A fraco/moderado; fase campo cerrado, relevo ondulado e escarpado.
RLd3	NEOSSOLO LITÓLICO distrófico típico A moderado/proeminente + CAMBISSOLO HÁPLICO distrófico típico e léptico A moderado textura média/argilosa, pedregoso/ não pedregoso; ambos fases campo cerrado , relevo ondulado e forte ondulado.
RLd4	NEOSSOLO LITÓLICO distrófico típico A fraco/moderado + AFLORAMENTO ROCHOSO; ambos fase cerrado e caatinga hipoxerófila, relevo ondulado e forte ondulado e montanhoso.
RLe1	NEOSSOLO LITÓLICO eutrófico chernossólico e típico textura argilosa + CAMBISSOLO HÁPLICO eutrófico típico e léptico A moderado textura argilosa; ambos fase floresta caducifólia, relevo ondulado e forte ondulado.
RUbe1	NEOSSOLO FLÚVICO Tb eutrófico típico A moderado + GLEISSOLO MELANICO distrófico/ GLEISSOLO HÁPLICO distrófico típico A moderado/proeminente; todos fase floresta subperenifólia e campestre, relevo plano.

Tabela 15. Descrição das Classes Pedológicas das Sub-bacias.

Fonte: UFV-CETEC-UFLA-FEAM, 2010.

Para apresentar algumas características físico-hídricas das unidades de mapeamento encontradas nas áreas das sub-bacias organizou-se a Tabela 16.

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.
Gleissolos GX	Os solos desta classe encontram-se permanente ou periodicamente saturados por água, salvo se artificialmente drenados. A água permanece estagnada internamente, ou a saturação é por fluxo lateral no solo. Em qualquer circunstância, a água do solo pode se elevar por ascensão capilar, atingindo a superfície. São solos mal ou muito mal drenados, em condições naturais.
Latosolos 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 ao 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.

Tabela 16. Características Físico-hídricas dos Solos das Sub-bacias.

Fonte: EMBRAPA, 2006.

Para cada classe de solo é atribuído diferentes graus de vulnerabilidade à erosão face ao escoamento superficial das águas pluviais. Segundo estudos realizados por Rossi (1994), tem-se modelado as classes de vulnerabilidade correlacionadas às unidades de mapeamento dos solos (**Tabela 17**).

MUITO BAIXA	Latossolo Roxo, Vermelho escuro, Vermelho amarelo e Argissolo textura argilosa e Gleissolo.
BAIXA	Latossolo Amarelo e Vermelho amarelo, textura média/argilosa.
MÉDIA	Latossolo Vermelho amarelo, Nitossolos, Aluvissolos, neossolos textura média/argilosa.
FORTE	Neossolos, Cambissolos, textura média/arenosa, Cambissolos.
MUITO FORTE	Neossolos com cascalho, litólicos e Neossolos Quartzarênicos.

Tabela 17. Classes de Vulnerabilidade de Solo à Erosão.
Fonte: Adaptado (Rossi, 1994).

Em análise à estatística de classes de solo das sub-bacias em correlação às classes de vulnerabilidade estabelecidas pela metodologia de Ross (1994) pode-se verificar que cerca de 90% dos solos da sub-bacia do rio Corrente encontra-se em vulnerabilidade média/forte em relação à erosão, seguida pela sub-bacia do Tabocas com 78% e Cotovelo com 74%. Essa informação para análise de fragilidade ambiental deve ser ponderada com os dados de declividade e uso e ocupação do solo, fatores relevantes para o diagnóstico.

A degradação dos solos pela erosão apresenta-se como um grave problema ambiental. Seus efeitos apresentam amplas consequências nas atividades econômicas, com destaque para o meio rural. O processo erosivo se apresenta em diversos modos, tornando-se causa de destruição de terras agricultáveis, assoreamento de rios, barragens, afetando obras de engenharia como estradas, pontes, entre outros.

Segundo o modelo de avaliação apresentado por Rossi (1994) pode-se verificar que os solos lateríticos, que apresentam grande profundidade (Latossolos), possuem média/baixa vulnerabilidade à erosão, tal fato pode ser explicado pelas características físico-hídricas desses solos que apresentam boa capacidade de drenagem e em relevos suaves, acompanham esse índice de vulnerabilidade os Argissolos e Gleissolos em face de sua textura argilosa. Já os Cambissolos e Neossolos pela deficiência de drenagem e em razão do material de origem (rochas) apresentam vulnerabilidade média/forte à erosão. Essa classificação permite avaliar

uma correlação entre a classificação dos solos e as características geomorfológicas de uma área.

As bases teóricas para os levantamentos digitais de solos partem do conceito de que o solo se apresenta como um corpo dinâmico e naturalmente organizado que pode ser estudado individualmente, tal como as plantas e animais.

Os fatores de formação do solo é função do clima, organismos vivos, material de origem, relevo, tempo. Nas paisagens em que todos os seus aspectos (geologia, geomorfologia e hidrologia) são semelhantes, os mesmos tipos de solos tendem a ser encontrados. Assim, a natureza dos solos pode ser projetada e mapeada com base nesse modelo do mapeamento. A base de dados utilizada para a elaboração do mapa temático dos solos desse estudo seguiu essa metodologia de classificação.

Outro ponto importante para se destacar é que os processos de formação dos solos compõem uma espécie de contínuo, apesar de que as variações em suas propriedades são por vezes suficientemente abruptas para representar os limites nos mapas. Em síntese os solos são resultado dos fatores climáticos, químicos e orgânicos que agem sobre um determinado material de origem sob a influência do relevo local e durante um determinado tempo. Em razão disso existe a previsibilidade em uma área, onde os fatores de formação de solo são similares, de se esperar que as classes de solos sejam semelhantes, e isto forma a base científica - ou paradigma - dos levantamentos de solos definido por Hudson (1992).

9.4. Biomas

A partir da adaptação da base de dados disponibilizada pelo sistema do Zoneamento Ecológico Econômico de Minas Gerais (ZEE/MG, 2009), na escala de 1:250.000, foram identificadas quatro fisionomias florestais naturais nas sub-bacias em estudo. A primeira contempla o Cerrado, agrupando as fisionomias campo, campo cerrado e cerrado *stricto sensu*; a segunda, a floresta estacional decidual montana, a terceira, a floresta estacional semidecidual montana e a quarta, a floresta estacional semidecidual submontana.

O Cerrado, que pelos critérios adotados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística foi denominado como savana, se apresenta como uma vegetação xeromorfa, que ocorre sob distintos tipos de clima. Reveste solos lixiviados aluminizados, com ocorrência em toda a Zona Neotropical e, prioritariamente, no Brasil Central. Em outras partes do País, recebe nomes locais, como: “Tabuleiro”, “Agreste” e “Chapada” na Região Nordeste; “Campina” ou “Gerais” no norte do Estado de Minas Gerais, Tocantins e Bahia; e “Lavrado” no Estado de Roraima, entre outras denominações (IBGE, 2012).

A Floresta estacional decidual Montana se apresenta como uma formação que ocorre em áreas disjuntas, sendo que para identificá-las devem ser observados os seguintes parâmetros altimétricos de acordo com as latitudes onde são encontradas: - De 4° latitude Norte a 16° latitude Sul, varia de 600 até em torno de 2000 m de altitude; - de 16° latitude Sul a 24° latitude Sul, varia de 500 até em torno de 1500 m de altitude; e - de 24° latitude Sul e 32° latitude Sul, varia de 400 até em torno de 1000 m de altitude. Esta variação altimétrica de acordo com as latitudes pode ser explicada pelas grandes diferenças de temperatura que influem na composição florística, observando-se que quanto mais ao sul, menor o espaço da faixa altimétrica (IBGE, 2012).

A Floresta estacional semidecidual Montana se apresenta como uma formação estabelecida acima de 500 m de altitude. A formação Montana é quase sempre dominada pelo gênero *Anadenanthera* que às vezes constitui consorciações da *ochlospécie* *Anadenanthera peregrina* (L) Speg, de origem amazônica, localizada principalmente nos sills basálticos ainda conservados (IBGE, 2012).

A Floresta estacional semidecidual submontana se apresenta como uma formação que ocorre frequentemente nas encostas interioranas das Serras da Mantiqueira e dos Órgãos, e nos planaltos centrais capeados pelos arenitos Botucatu, Bauru e Caiuá, dos períodos geológicos Jurássico e Cretáceo. Na forma disjunta, pode ocorrer ainda entremeada às formações savânicas especialmente na Região Centro-Oeste. Nas encostas interioranas das serras marítimas, os gêneros dominantes, com indivíduos deciduais, são os mesmos que ocorrem na Floresta Ombrófila Densa (Mata Atlântica), como: *Cedrela*, *Parapiptadenia* e *Cariniana*, sendo que, nos

planaltos areníticos, as espécies decíduais que caracterizam esta formação pertencem aos gêneros amazônicos *Hymenaea* (jatobá), *Copaifera* (óleo-vermelho), *Peltophorum* (canafístula), *Astronium*, *Handroanthus*, Balfourodendron e muitos outros. Contudo, o gênero dominante que a caracteriza é *Aspidosperma*, com seu ecotipo *Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg. (peroba-rosa) (IBGE, 2012).

Para avaliação da cobertura vegetal nativa e suas fisionomias nas sub-bacias foi realizado pesquisa em estudos de impacto ambiental de empreendimentos em fase de licenciamento ambiental junto à Superintendência de Meio Ambiente Regional Norte de Minas Gerais, nos municípios abrangidos nesse diagnóstico. Por meio do Sistema Integrado de Informações Ambiental do Estado de Minas Gerais, acesso aberto ao público, foi possível acessar alguns documentos EIA/RIMA, como o processo administrativo nº **09183/2005/007/2015**, localizado em Várzea da Palma (MG) registrando como destaque as áreas de cerrado, seguidas dos ambientes florestais (floresta estacional e ciliar) e das áreas de várzea.

No processo administrativo nº **12058/2009/001/2016**, localizado em Várzea da Palma (MG), o estudo destacou a predominância do bioma Cerrado. Identificado também a fisionomia de Campo Sujo, Cerrado Sentido Restrito, Matas de Galeria, além de manchas de Floresta Estacional Decidual.

Nos processos de nº **03651/2005/003/2011** e **06320/2008/005/2015**, no município de Várzea da Palma (MG), e o processo nº **05965/2004/002/2015** nos municípios de Várzea da Palma (MG) e Lassance (MG) foram identificados os domínios do Bioma Cerrado, Floresta Estacional com remanescentes florestais tropicais caducifólios classificáveis, como Floresta Estacional Semidecidual, que formam a Mata Ciliar.

Foi observado também no **Plano de Controle Ambiental** apresentado no processo de licenciamento nº **09683/2012/001/2012** e no **Processo Administrativo nº 06320/2008/001/2008**, no município de Lassance (MG) o domínio do bioma cerrado no território com suas variações campo sujo e cerrado *stricto sensu*.

A partir do banco de dados adaptado do ZEE (2010), foram calculadas as seguintes estatísticas fitogeográficas (**Tabela 18**):

Fisionomia vegetal	Tabocas %	Cotovelo %	Corrente %
Cerrado (savana)	96,52%	85,20%	70,65%
Floresta estacional decidual montana	0,36%	3,63%	12,08%
Floresta estacional semidecidual montana	3,11%	11,16%	17,17%
Floresta estacional semidecidual sub montana	0,01%	0,00%	0,10%

Tabela 18. Dados Estatísticos da Fisionomia Vegetal das Sub-bacias.
Fonte: LOCALMAQ, 2017.

Para espacialização dessas formações florestais foi elaborado o mapa temático fitogeográfico das sub-bacias dos rios Cotovelo, São Gonçalo das Tabocas e Corrente (Figura 56).

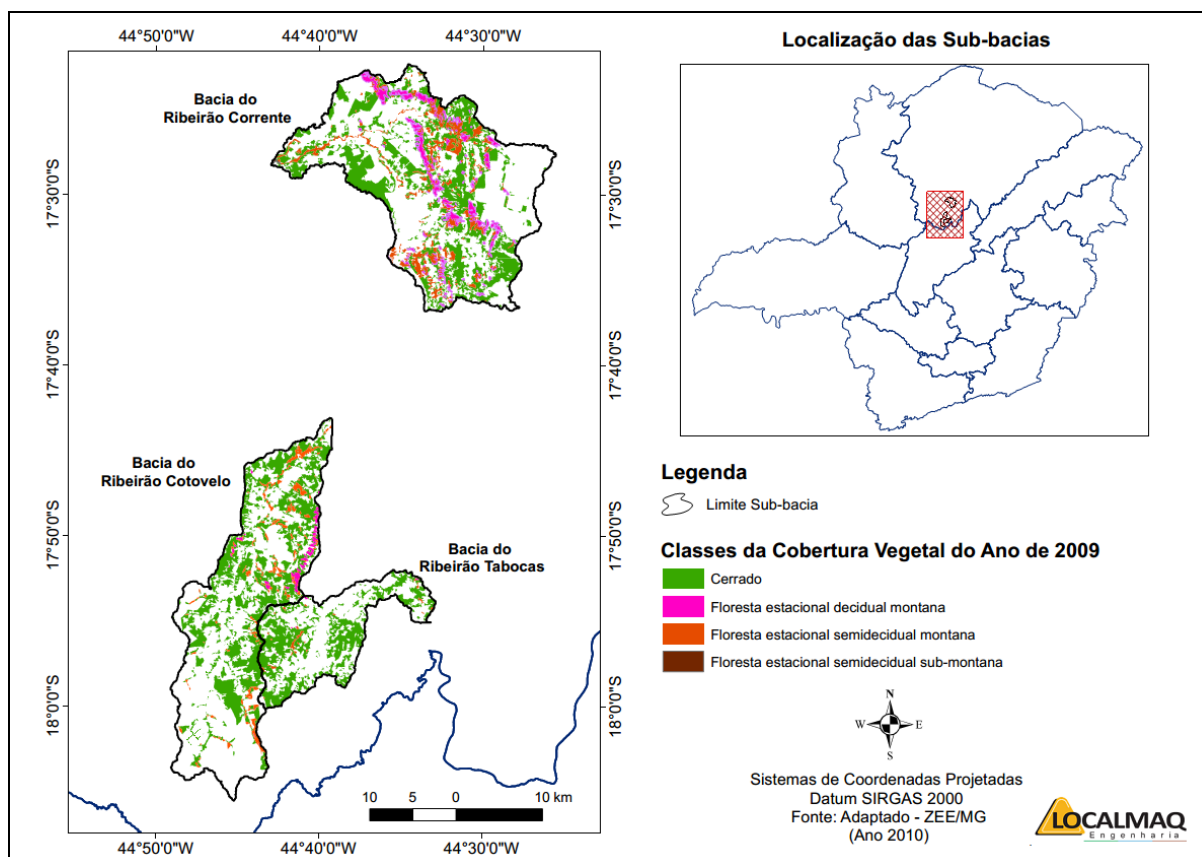


Figura 56. Fisionomia Vegetal das Sub-bacias em Estudo.
Elaboração: LOCALMAQ, 2017.

9.5. Uso e Ocupação do Solo

O uso e ocupação do solo apresentam-se como fatores relevantes de influência para aporte de sedimentos em bacias hidrográficas. Integrado ao relevo, tipos de solos e climas influenciam indiretamente na disponibilidade e na qualidade da água. De acordo com Silva et al. (2005), o efeito da cobertura do solo sobre as perdas de água e solo, pode ser explicado pela ação que essa cobertura tem em dissipar a energia cinética do impacto direto das gotas da chuva sobre a superfície, diminuindo a desagregação inicial das partículas de solo e, conseqüentemente, a concentração de sedimentos na enxurrada. Além disso, a cobertura do solo representa um obstáculo mecânico ao livre escoamento superficial da água, ocasionando a diminuição da velocidade e da capacidade de desagregação e transporte de sedimentos.

Estudos na bacia do córrego Rico, São Paulo, revelam a influência da vegetação natural remanescente e de atividades agrícolas na qualidade da água de quatro nascentes, concluindo que os períodos de amostragem, assim como as características do solo e seus diferentes usos, influenciam na qualidade da água das sub-bacias (DONADIO *et al.*, 2005).

Em áreas de clima tropical, como na região do norte de Minas Gerais, as chuvas ocorrem com grande intensidade e de forma concentrada em um curto período de tempo, fato que agrava a aceleração do processo erosivo. A presença de vegetação atua, por meio da transpiração, na redução da umidade do solo, o que contribui para o aumento da taxa de infiltração e a redução do volume de escoamento superficial.

De acordo com BRANDT (1986) a cobertura vegetal nos processos de erosão pode influenciar diretamente na redução do volume de água que chega ao solo, através da interceptação e na modificação e distribuição das gotas de chuva, afetando, com isso, a energia cinética da precipitação.

O estudo da cobertura vegetal e dos seus níveis de degradação, em estudo de bacia hidrográfica, auxilia no entendimento da dinâmica do uso e ocupação e serve como ferramenta para o desenvolvimento de políticas públicas de gestão da bacia (GOMES, 2010). As modificações na cobertura vegetal provocam alterações no

equilíbrio do ambiente, podendo acelerar os processos de erosão, reduzir a recarga d'água de rios e aquíferos, entre outros eventos (TRICART, 1977).

Após classificação da imagem, utilizou-se a estatística Kappa para avaliar a concordância entre os resultados observados e 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. Os valores encontrados foram de 91,79% de exatidão global e 88,11% para o índice Kappa na bacia do Ribeirão Corrente, 90,53% de exatidão global e de 87,29% para o índice Kappa na bacia do Ribeirão Cotovelo e 94,60% de exatidão global e 91,61% para o índice Kappa na bacia do Ribeirão São Gonçalo das Tabocas. Sendo assim, o valor exatidão global está acima do que Guptill e Morrison (1995) considera necessário para uma classificação ser aceitável e o índice Kappa encontra-se no intervalo de qualidade excelente conforme Tabela 19 apresentada pelo autor Richards (2013).

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

Tabela 19. A qualidade da Classificação Associada aos Valores do Índice Kappa.
Fonte: Richards (2013).

A seguir apresenta-se os mapeamentos temáticos, de uso e ocupação do solo nas sub-bacias em estudo (Ribeirão do Cotovelo, Ribeirão Corrente e Ribeirão São Gonçalo das Tabocas) provenientes das imagens do satélite WordView-2, ortorretificadas e com resolução de 1,2 metros (**Figuras 58, 59, 60**).

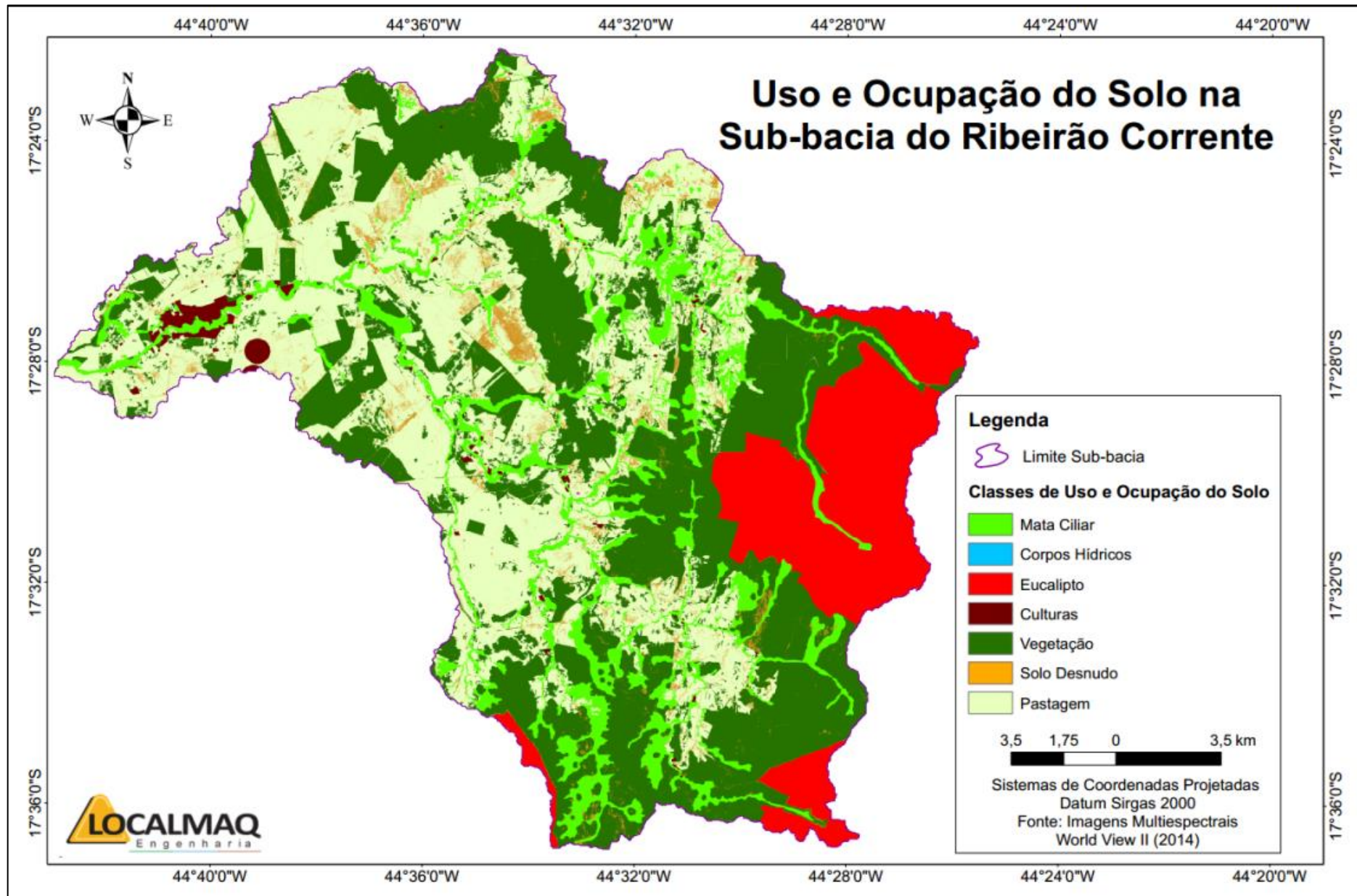


Figura 57. Uso e Ocupação do Solo na Sub-bacia do Ribeirão Corrente.
Elaboração: LOCALMAQ, 2017.

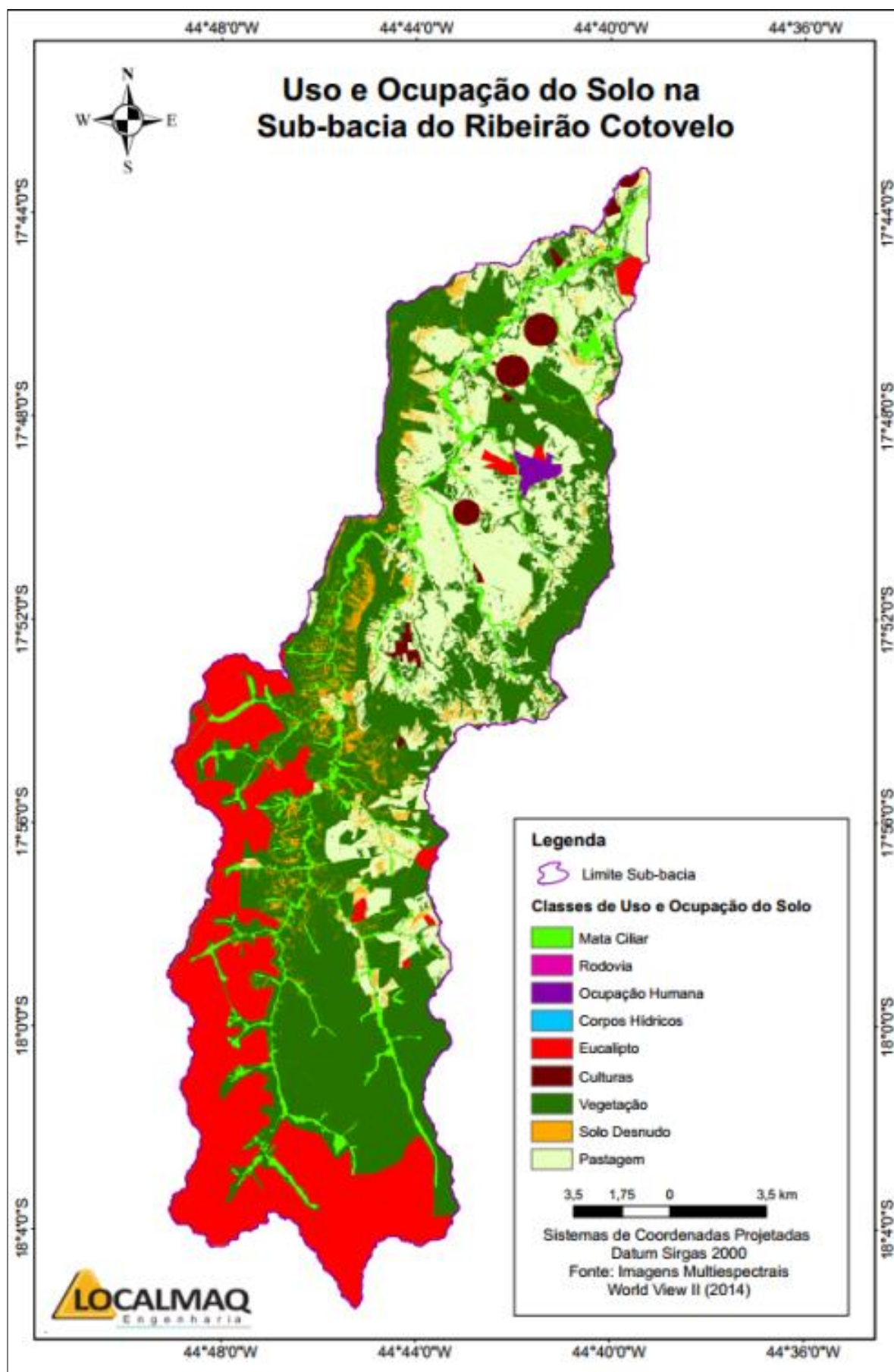


Figura 58. Uso e Ocupação do Solo na Sub-bacia do Ribeirão Cotovelo.
Elaboração: LOCALMAQ, 2017.

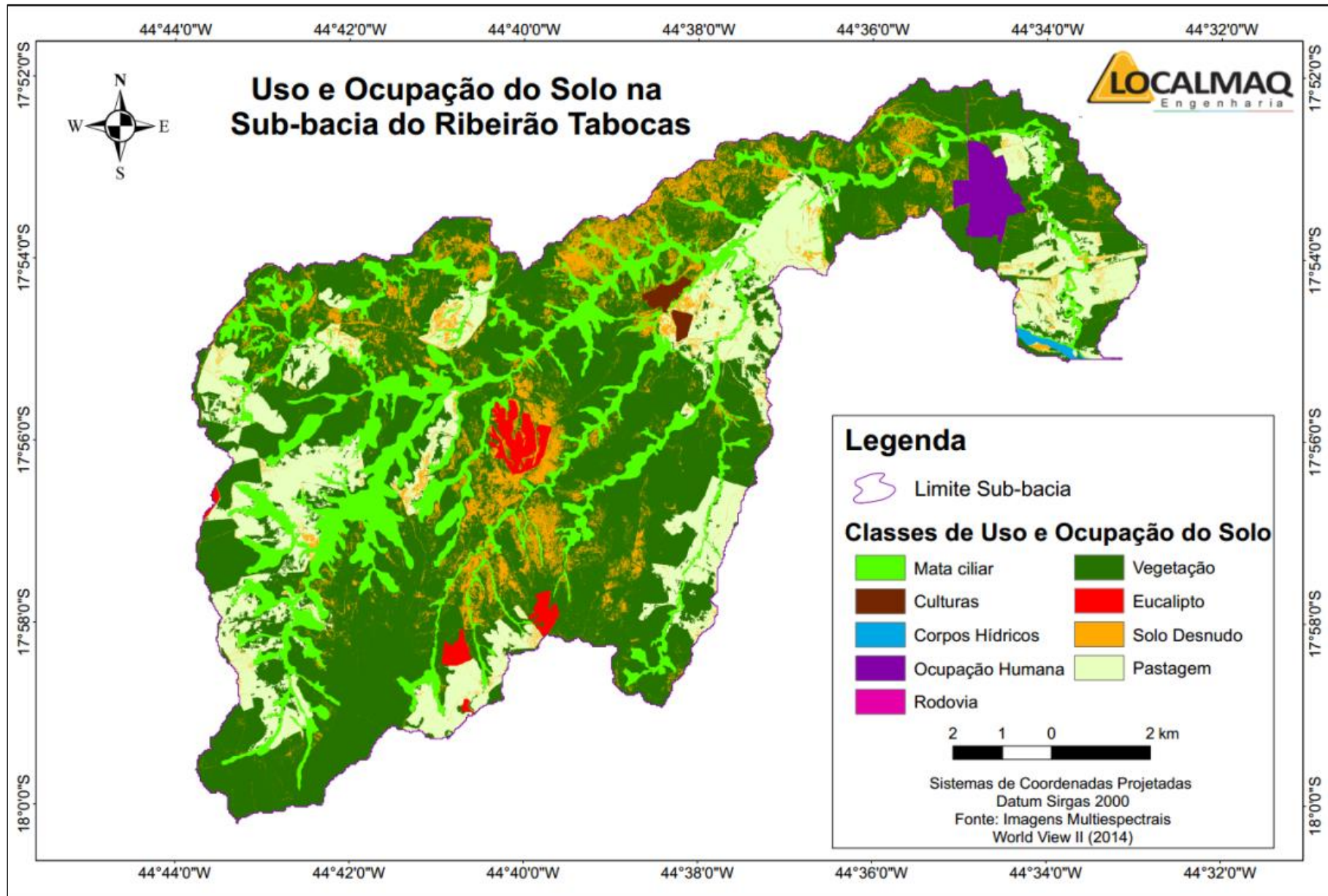


Figura 59. Uso e Ocupação do Solo na Sub-bacia do Ribeirão São Gonçalo das Tabocas.
Elaboração: LOCALMAQ, 2017.

Bacia Tabocas			Bacia Corrente			Bacia Cotovelo		
Classes	km ²	%	Classes	km ²	%	Classes	km ²	%
Mata Ciliar	20,12	15,28%	Pastagem	143,85	34,93%	Mata Ciliar	18,35	5,48%
Água	0,22	0,17%	Eucalipto	52,76	12,81%	Rodovia	0,04	0,01%
Vegetação	72,50	55,08%	Água	0,09	0,02%	Urbano	1,45	0,43%
Eucalipto	1,61	1,22%	Cultivos	3,65	0,89%	Água	0,03	0,01%
Culturas	0,51	0,38%	Vegetação	152,92	37,13%	Eucalipto	72,35	21,61%
Urbano	1,70	1,29%	Solo	13,74	3,34%	Culturas	4,80	1,43%
Rodovia	0,02	0,01%	Mata Ciliar	44,83	10,89%	Vegetação	149,47	44,65%
Solo	12,55	9,53%	TOTAL	411,86	100,00%	Solo	15,21	4,54%
Pastagem	22,41	17,03%				Pastagem	73,10	21,83%
TOTAL	131,64	100,00%				TOTAL	334,80	100,00%

Tabela 20. Estatística do Mapeamento de Uso e Ocupação Cobertura do Solo.
Elaboração: LOCALMAQ, 2017.

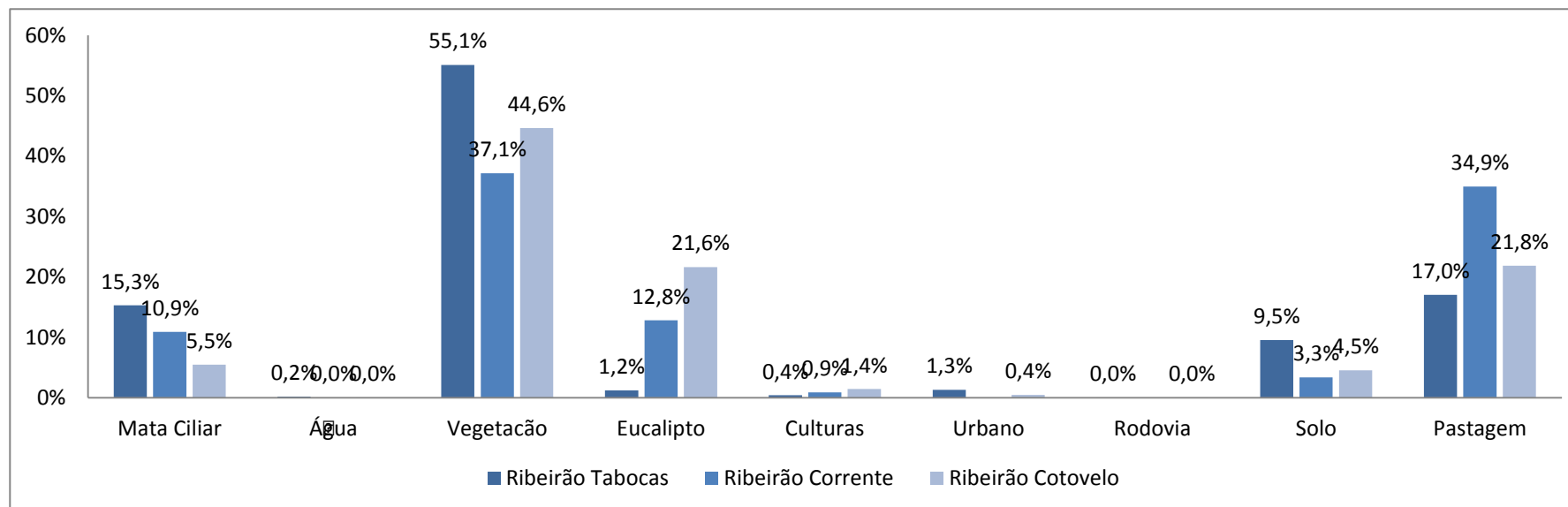


Figura 60. Distribuição de Uso e Cobertura do Solo.
Elaboração: LOCALMAQ, 2017.

Com a análise dos resultados obtidos nessa classificação verificou-se que a maior parte das bacias encontra-se sob a cobertura da vegetação nativa, destacando-se a sub-bacia Tabocas que possui a área mais preservada com aproximadamente 55% do seu território, seguida pela sub-bacia Cotovelo com 45% e por fim a sub-bacia Corrente, que apresentou o menor percentual de cobertura vegetal nativa com 37% de sua área.

Em relação à pecuária, verifica-se que as áreas ocupadas pela pastagem na sub-bacia do Corrente apresenta a maior ocupação relativa, em torno de 35% da área, acompanhada pelo Tabocas com 27% e pelo Cotovelo com 22%. Cabe ressaltar que a pecuária é uma atividade que em situações de manejo inadequado pode afetar negativamente o ambiente, como exemplo, o pisoteio excessivo do rebanho, provocado pelo excesso de animais em determinada área, pode provocar a compactação do solo e dificultar a infiltração de água de modo a torná-lo ainda mais exposto aos fatores climáticos e ainda mais suscetível aos processos erosivos. Aliado a isso, ações de conservação do solo e da água como a implantação de terraços, bacias de captação e manejo técnico no preparo do solo podem mitigar esses impactos negativos, rumo à sustentabilidade da atividade, porém não foi verificada a frequência desses tipos de práticas conservacionista nas sub-bacias em análise.

A silvicultura de eucalipto tem a maior ocupação relativa na sub-bacia do rio Cotovelo, com cerca de 22% da área, seguida pelo Corrente com 13% e pelo Tabocas com 1%. A mensuração dos impactos ambientais nas extensas áreas de monocultura de eucalipto recebem diferentes pareceres dos pesquisadores. Sob o ponto de vista energético a produção de madeira evita o avanço sobre as áreas de floresta nativa. Entretanto, há de se destacar a responsabilidade técnica do manejo florestal, principalmente quando esse manejo é avaliado em escala de microbacias hidrográficas.

Nessa escala é possível verificar as ações de manejo como: desmate, preparo do solo, compactação do solo, abertura de estradas, ocupação de matas ciliares, assoreamento, entre outras consequências. Segundo o IPEF (2004), um dos fatores que mais contribuem para o equilíbrio ambiental no manejo da silvicultura é a

manutenção do ecossistema ripário, ou seja, a manutenção das matas ciliares, visando proteger o sistema de drenagem, as margens dos riachos e veredas ao longo da microbacia. As matas ciliares desempenham um importante serviço ambiental, tanto na qualidade como na quantidade de água, influenciando no regime de vazão. Ao perder a proteção das matas ciliares, as drenagens, rios e nascentes tornam-se mais vulneráveis às degradações hidrológicas, perdendo gradativamente seu potencial de resiliência ambiental.

Outro ponto importante a ser discutido refere-se ao zoneamento da produção florestal na área das microbacias, e isso se deve ao potencial impacto da silvicultura sobre os lençóis freáticos. Segundo Vital (2007), quando a floresta de eucalipto está situada em locais de maior altitude, suas raízes não alcançam os lençóis freáticos, porém quando o plantio avança sobre as áreas adjacente às várzeas, a floresta passa a consumir mais água em razão do crescimento acelerado. É importante salientar que a profundidade dos lençóis freáticos sofrem variações em função das características do solo, bem como as características hídricas de cada região, tornando-se necessário a avaliação de impacto em cada cenário. Ainda nesse contexto, o equilíbrio hídrico em ambientes de floresta se dá pela função do volume pluviométrico e da evapotranspiração de uma região. Quando as chuvas superam a quantidade de água evapotranspirada pela floresta, verifica-se um balanço positivo ocorrendo manutenção da umidade do solo e na vazão dos rios. Todavia, se a água consumida pela floresta (evapotranspiração) for maior do que o volume de chuvas, isso significa que a floresta está “se alimentando” das reservas de água contidas no solo, fazendo-se necessários estudos específicos para essa avaliação.

Outra classe que demanda discussão refere-se ao solo exposto, enquadrando-se nessa as áreas degradadas, as estradas rurais, assim como as áreas preparadas para plantio. Em análise de uso e ocupação relativa às sub-bacias, essa classe representa uma pequena área, porém, com alta fragilidade ambiental e grande potencial de impacto sobre a bacia, principalmente com a perda de solo em processos erosivos.

Essa classificação de uso e ocupação do solo foi realizada a partir de imagens do ano de 2014.

9.6. Estradas rurais

Estradas rurais podem ser caracterizadas como estradas vicinais que possui pavimentação de algum tipo de revestimento primário. Além disso, essas estradas possuem como particularidade o baixo volume de tráfego, geralmente menor que 500 veículos por dia, cujo uso está relacionado às atividades agrícolas, pecuária ou para acesso às áreas florestais.

Nas sub-bacias hidrográficas em estudo, a atividade econômica é basicamente rural. Diante desse fato, o sistema viário rural pode se enquadrar como um forte fator de pressão nos processos erosivos e de assoreamento. As estradas, carreadores e caminhos são implantados em diferentes unidades geomorfológicas e muitas vezes não é considerada a aptidão do terreno. Nesse contexto, a conservação das estradas rurais torna-se um desafio para o poder público municipal, pois muitas estradas tornam-se intransitáveis devido ao forte ravinamento que se instala sobre o leito de circulação.

Segundo ODA et al. (2007) os sistemas de gerenciamento das estradas rurais é constituído por um elenco de atividades coordenadas, relacionadas ao planejamento, que envolvem projeto, construção, manutenção, avaliação e pesquisa, constituindo a ferramenta que pode ajudar os organismos rodoviários na otimização do uso deste recurso.

O escoamento superficial, quando concentrado no canal de drenagem da estrada e atinge determinada tensão cisalhante com intensidade superior à tensão crítica de cisalhamento do solo, passa a desprender partículas desse solo, o que desencadeia os processos erosivos nesses canais, principalmente em se tratando de trechos com maior declividade (GRIEBELER *et al.*, 2005).

A erosão em estradas rurais é expressivamente maior do que aquela que ocorre em áreas adjacentes (MACDONALD *et al.*, 2001), uma vez que estas estradas influenciam de diversas formas, como: interceptação direta das gotas de chuva no leito da estrada, baixa taxa de infiltração da água no solo e, conseqüentemente, maior volume de escoamento superficial, e recepção do volume escoado em áreas adjacentes no leito de rodagem da estrada. Nas estradas florestais a degradação do

leito pode ocasionar mudanças nas propriedades do solo e, ainda, no comportamento geomorfológico e hidrológico de áreas adjacentes, podendo provocar aumentos significativos na erosão do solo e movimento de massa em razão da ocorrência de chuvas intensas ocasionando o decréscimo na produtividade de florestas plantadas, visto que na camada superficial do solo se encontram os maiores níveis de matéria orgânica e nutrientes (FORSYTH *et al.*, 2006).

Além do processo de degradação do leito dessas vias, a erosão em estradas florestais tem sido citada como a principal causa do assoreamento e poluição dos cursos d'água nas florestas plantadas (ANTONANGELO; FENNER, 2005).

Para mitigar os impactos advindos com a abertura e conservação das estradas rurais faz-se necessário a instalação de um sistema de drenagem. Esse sistema de drenagem deve ser planejado tendo por base a drenagem natural do terreno, informações climáticas, tipo de solo predominante e cobertura vegetal. Em síntese sua função principal é captar, escoar e desaguar em um lugar seguro toda a água em excesso.

Nesse termo de referência, o sistema de drenagem foi projetado com a instalação de bacias de captação de águas de chuva. Essas estruturas têm por função absorver e reduzir a velocidade do escoamento, promover a infiltração da água e reter os sedimentos transportados pelo escoamento. O dimensionamento dessas estruturas está vinculado ao cálculo do volume de água a ser captado. Após a realização do dimensionamento hidráulico, inicia-se o procedimento de locação tendo como primeiro passo identificar os divisores de água nas estradas, de maneira a direcionar a enxurrada para as bacias de contenção, a serem locadas em função do declive e dimensionadas em função do volume a ser armazenado. Na medida em que o declive da estrada (greide) aumenta, a velocidade da água de escoamento superficial também aumenta, incrementando os riscos de erosão hídrica (MACHADO, 2013).

A seguir serão apresentados os mapas contendo as estradas vetorizadas contidas nas sub-bacias em estudo (**Figura 64, 65**).

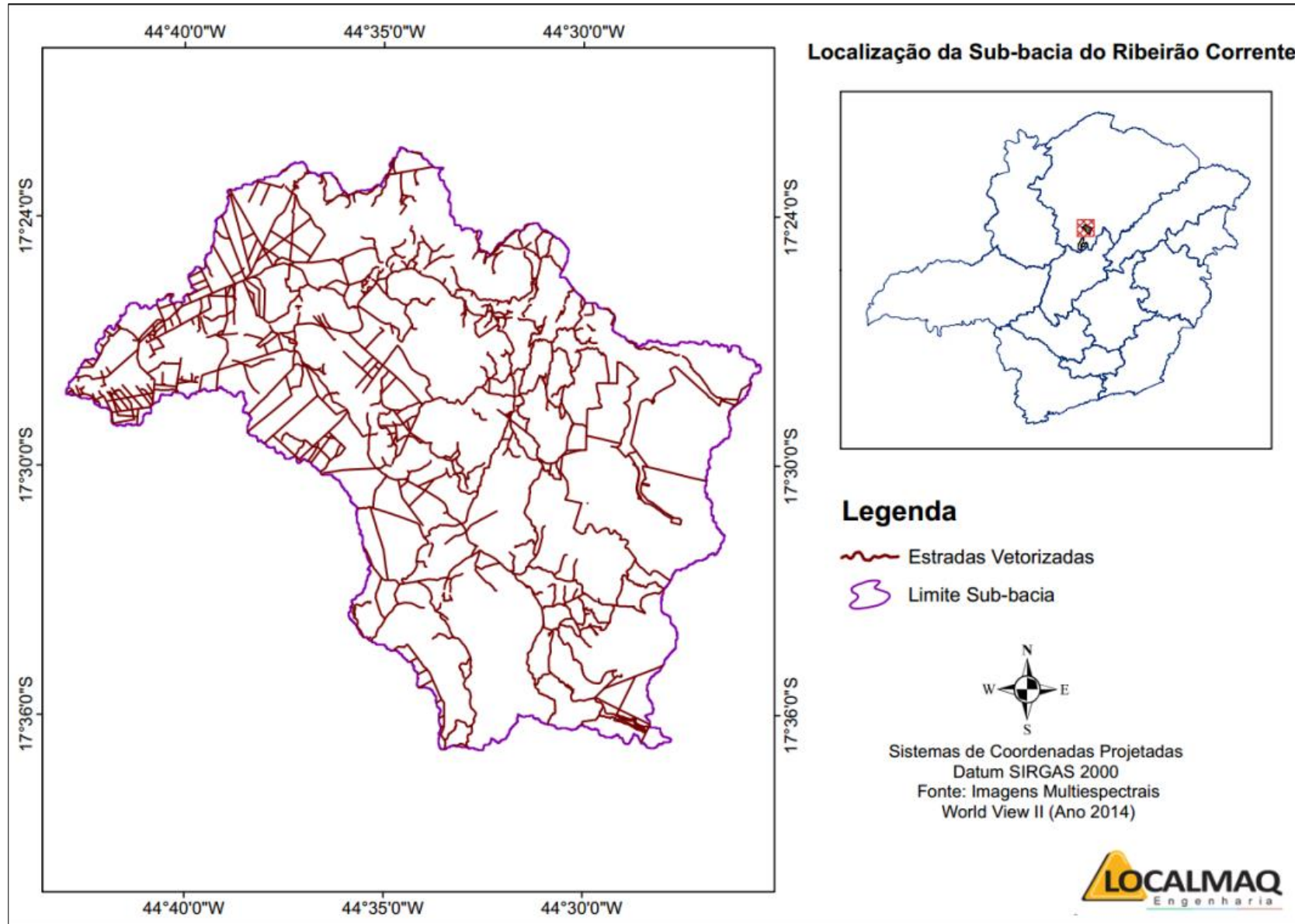


Figura 61. Estradas Vetorizadas da Sub-bacia do Ribeirão Corrente.
Elaboração: LOCALMAQ, 2017.

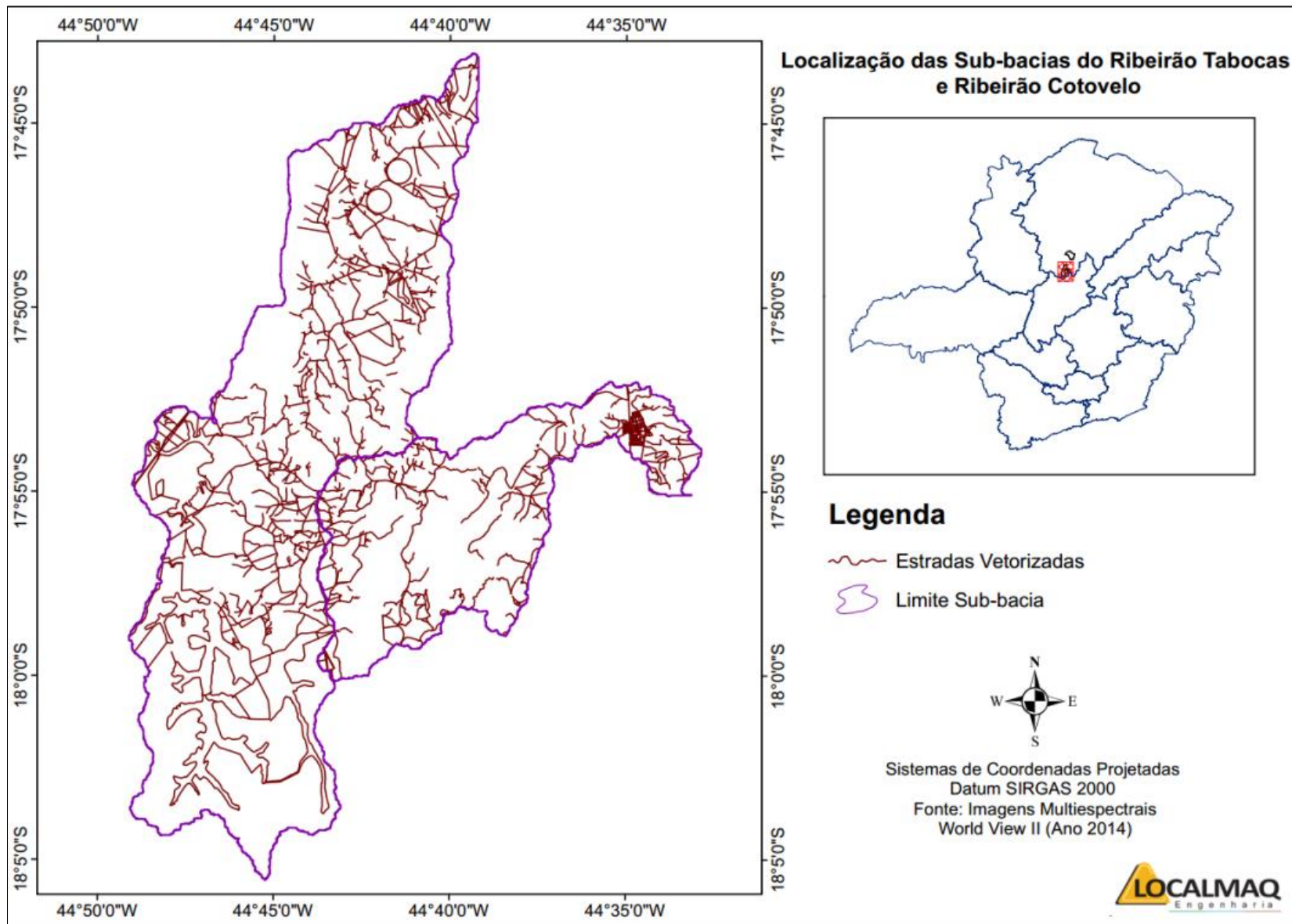


Figura 62. Estradas Vetorizadas das Sub-bacias do Ribeirão Cotovelo e Tabocas.
Elaboração: LOCALMAQ, 2017.

Para avaliação das áreas mais indicadas para instalação do sistema de drenagem das estradas rurais elaborou-se o estudo de fragilidade ambiental da área, tendo como base o uso e ocupação da área e a declividade das sub-bacias. Correlacionando essas variáveis, conforme metodologia adotada nesse diagnóstico, obteve-se as áreas prioritárias para construção das barraginhas (bacias de contenção). A partir dessa indicação a equipe de topografia de estradas avaliarão *in loco* as condições de instalação dessas estruturas, o encaixe do leito de rodagem da estrada, as condições de escavação, o menor impacto de desmatamento, tudo isso seguindo os vetores indicados pelo mapeamento do estudo de fragilidade.

9.7. Fragilidade Ambiental

Segundo Franco et al (2013) o mapa de fragilidade ambiental é uma das ferramentas mais utilizadas no planejamento ambiental. Gimenes e Filho (2013) destacam a importância da seleção dos atributos para a confecção dos mapas de fragilidade, bem como a seleção de dados representativos para o fornecimento de resultados próximos da realidade.

A metodologia de mapeamento da fragilidade ambiental foi adaptada de Ross (1994) e os fatores que influenciam a ocorrência de processos erosivos foram integrados por algoritmos em um SIG, sendo os fatores mais representativos da bacia o uso e ocupação da terra e a declividade, para construção de classes de fragilidade e a obtenção dos mapas de fragilidade ambiental relacionada ao risco potencial de erosão (**FIGURAS 66, 67, 68**).

Analisando os resultados gerados observa-se a predominância de áreas classificadas como de baixo e médio risco à erosão, principalmente nas áreas de menor declividade. Assim como os resultados obtidos por Valle et al (2016), com relação às declividades do terreno destaca-se com alto grau de fragilidade ambiental as áreas montanhosas e de menor cobertura vegetal. No entanto, nas áreas de maior declividade, mas que apresentam manutenção da cobertura florestal ocorre a redução dos riscos erosivos.

Ao integrar as informações das regiões de maior fragilidade e a localização georreferenciada das estradas rurais, obtém-se as áreas prioritárias para implantação das bacias de captação de água de chuva (barraginhas). Essas áreas,

em razão das características físicas contribuem de maneira mais significativa para os processos de assoreamento das sub-bacias. Nesse contexto metodológico cria-se a matriz de decisão para direcionamento das áreas mais adequadas para execução física das obras (barraginhas) **(Figuras 69, 70)**.

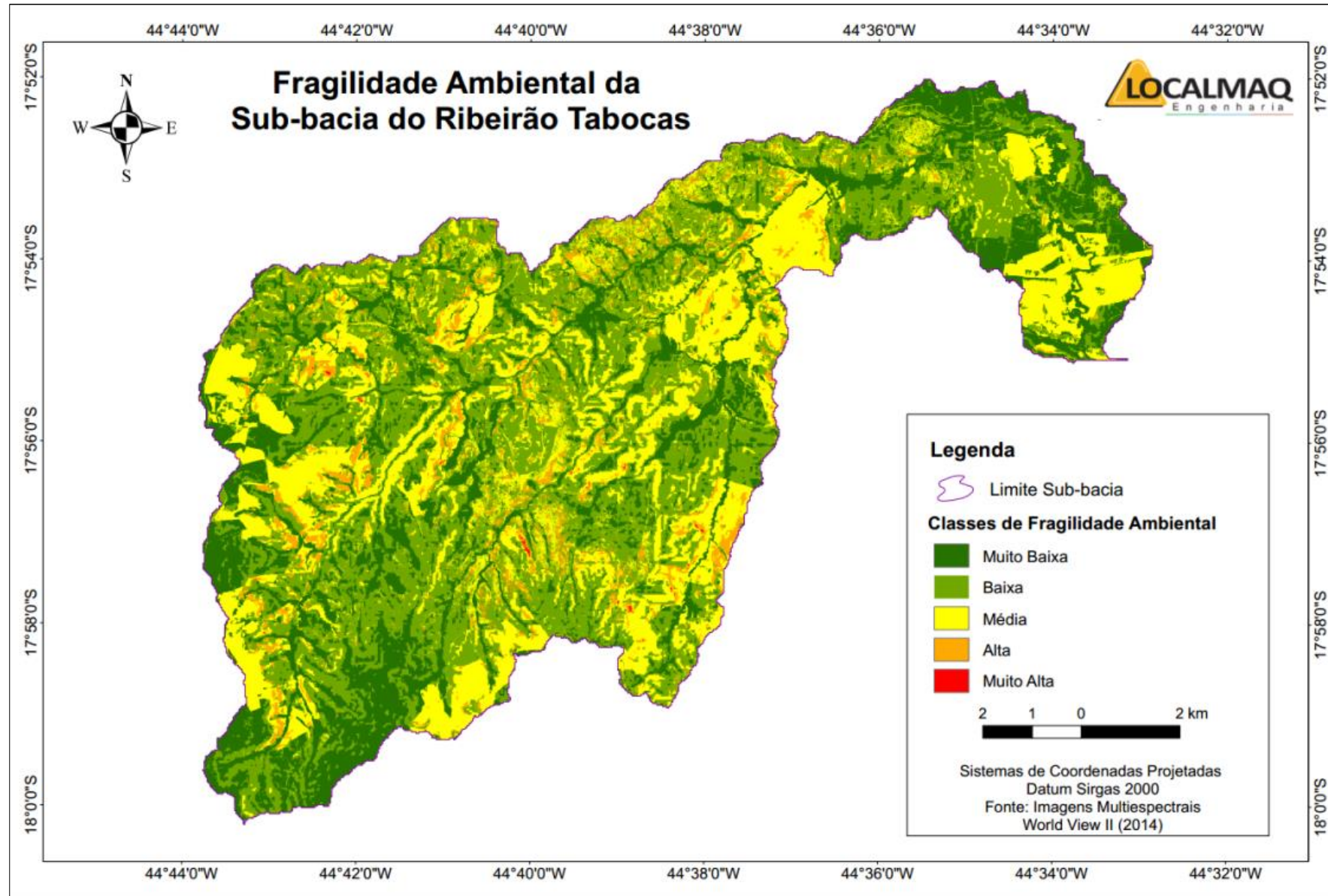


Figura 63. Fragilidade Ambiental da Sub-bacia do Ribeirão Tabocas.
Elaboração: LOCALMAQ, 2017.

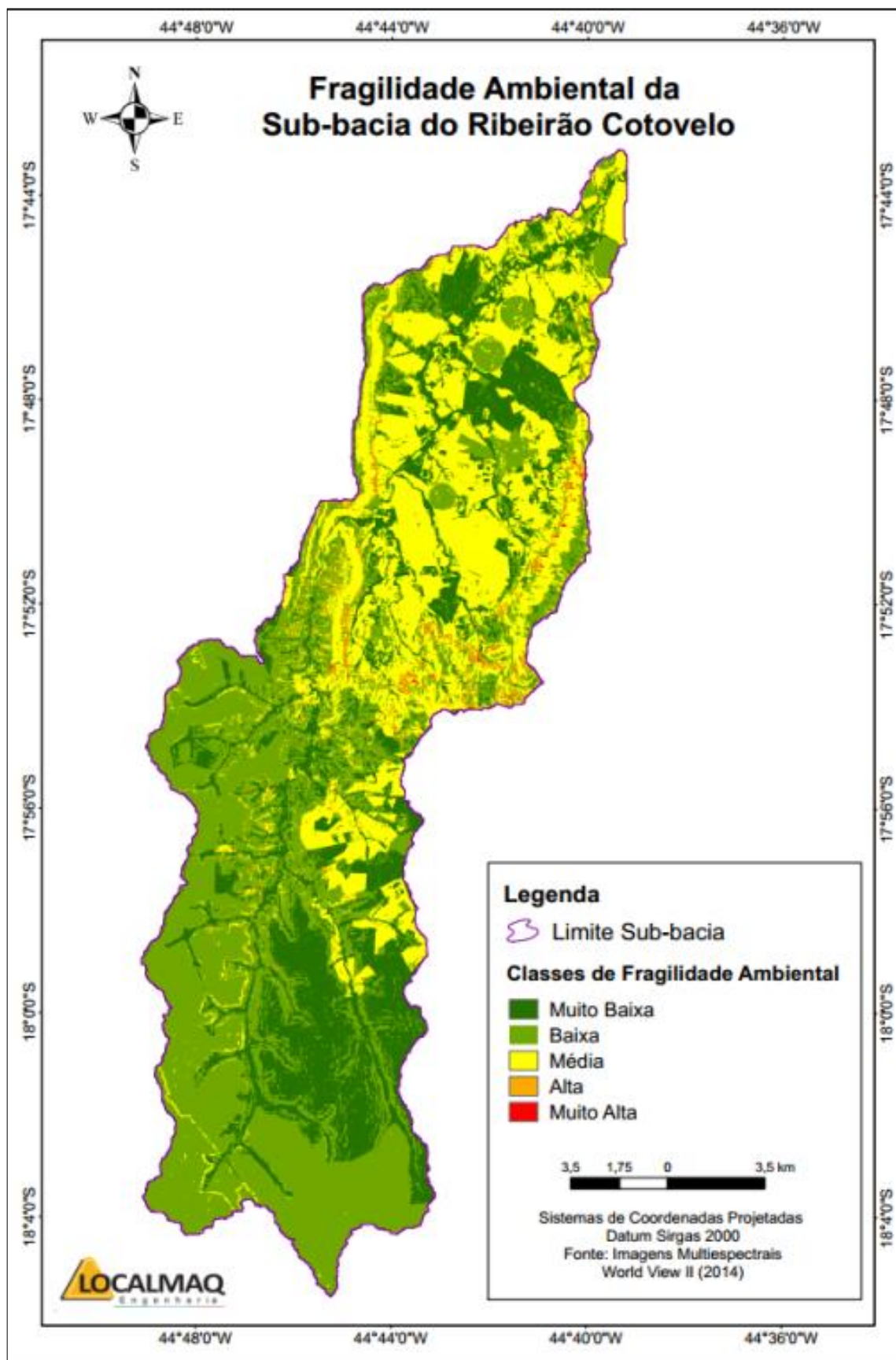


Figura 64. Fragilidade Ambiental da Sub-bacia do Ribeirão Cotovelo.
Elaboração: LOCALMAQ, 2017.

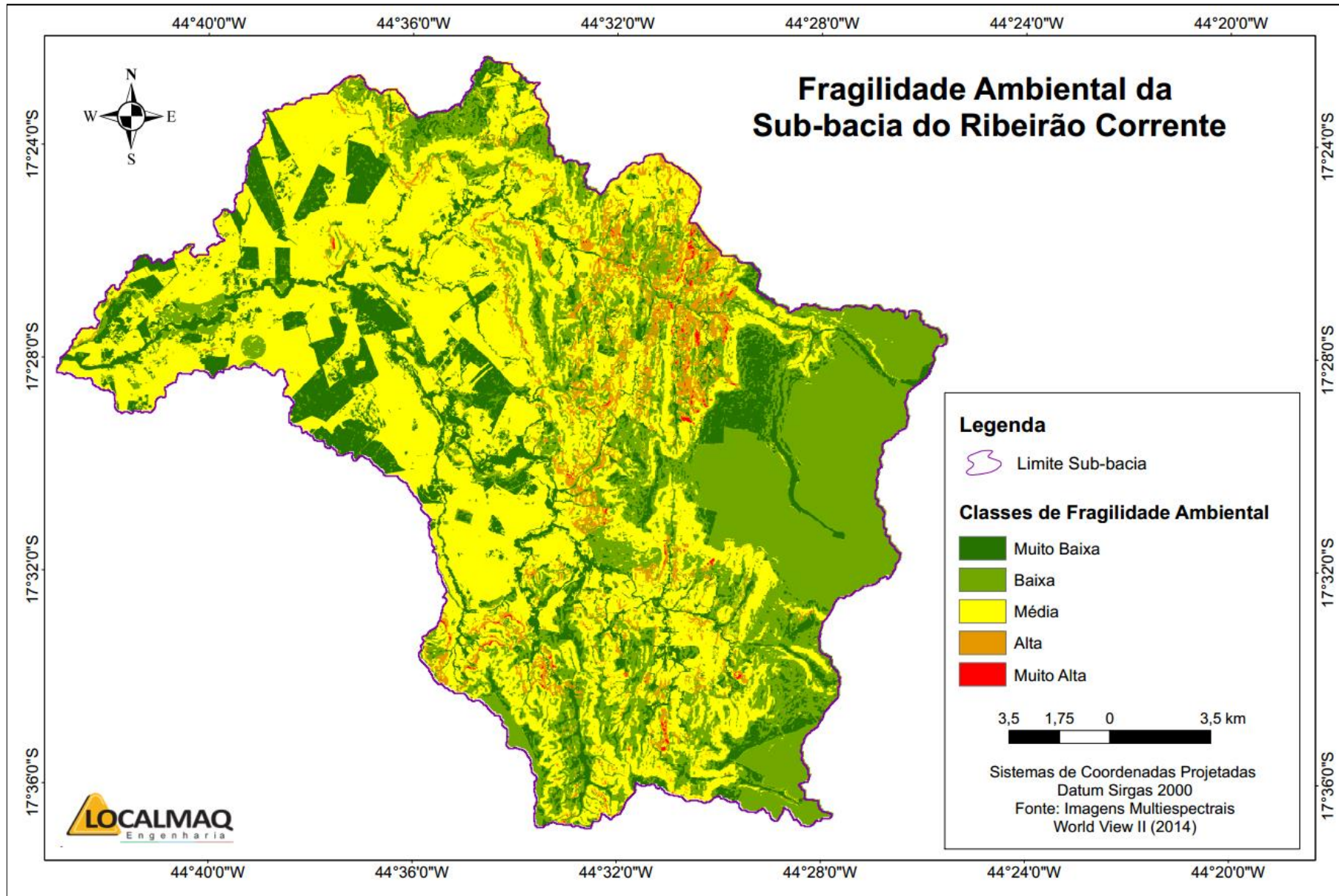


Figura 65. Fragilidade Ambiental da Sub-bacia do Ribeirão Corrente.
Elaboração: LOCALMAQ, 2017.

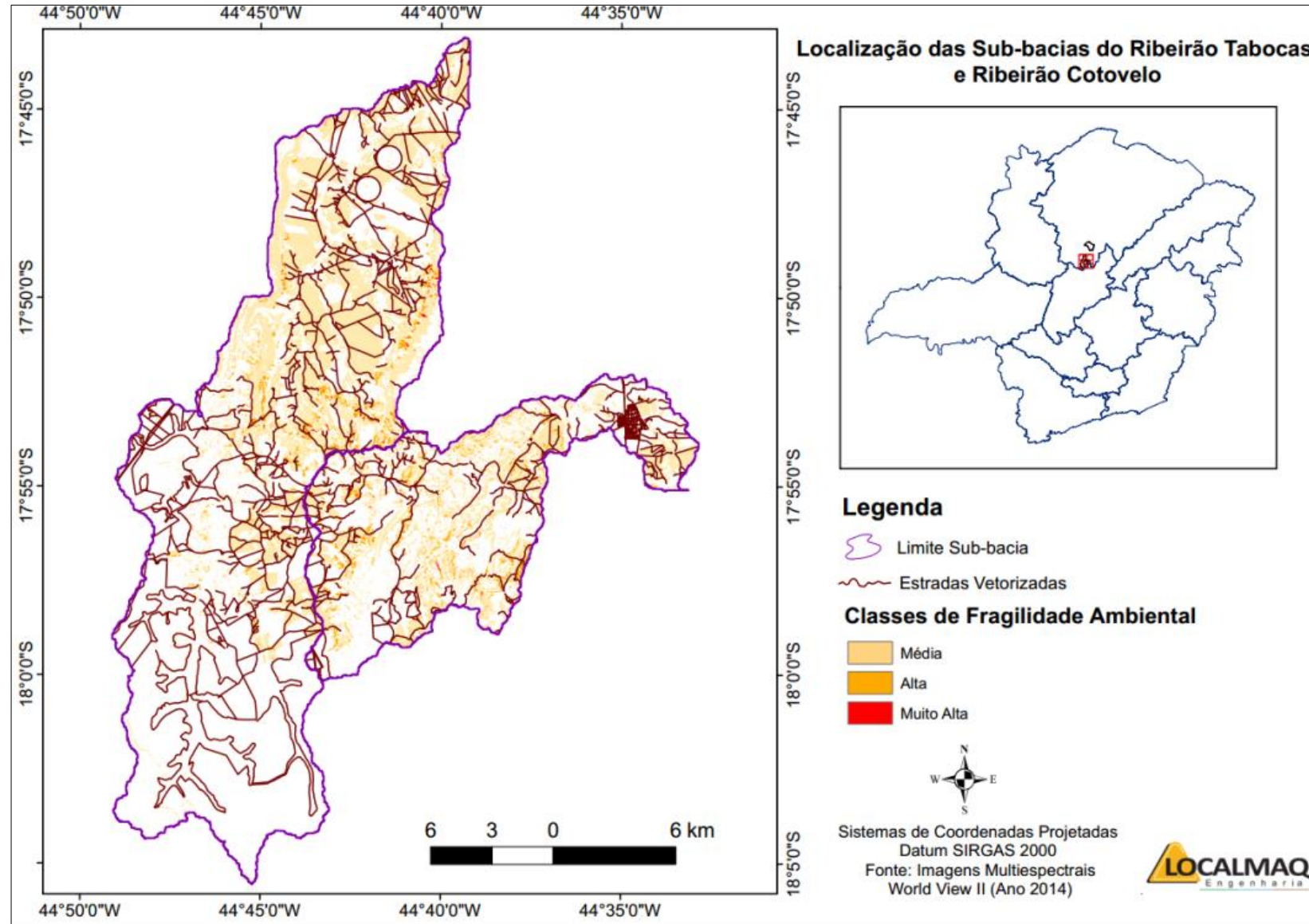


Figura 66. Indicação da Localização para Implantação das Barraginhas – Ribeirão Tabocas e Cotovelo.
Elaboração: LOCALMAQ, 2017.

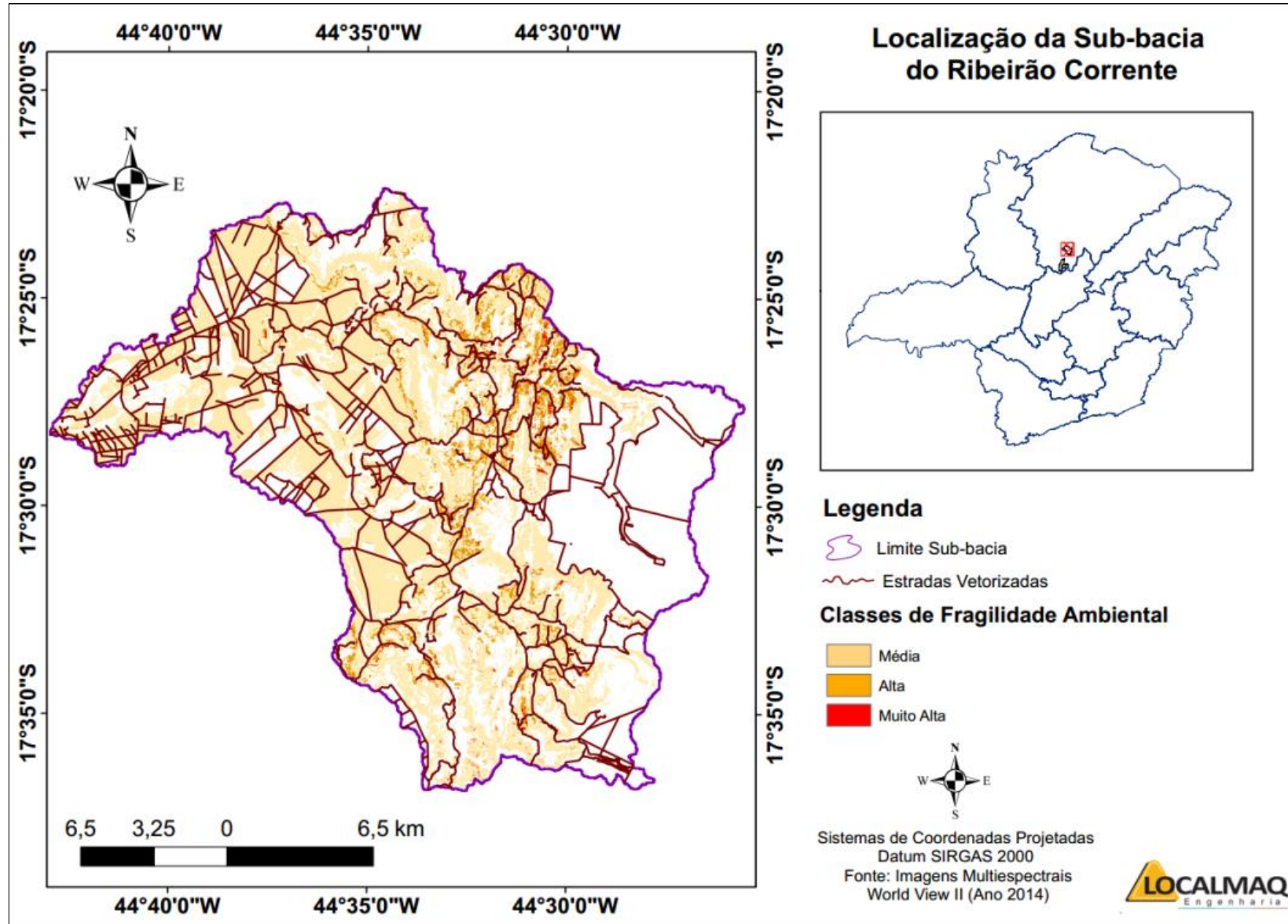


Figura 67. Indicação da Localização para Implantação das Barraginhas – Ribeirão Corrente.
Elaboração: LOCALMAQ, 2017.

As alternativas para a escolha dos locais de implantação das bacias de captação serão três: 1 - Fragilidade Muito Alta (peso 3), 2 - Fragilidade Alta (peso 2) e 3 - Fragilidade Média (peso 1) e os critérios de decisão serão: 1 - Profundidade do solo (peso 4), Proximidade das Áreas de Drenagem (peso 3), Inclinação Tratorável (peso 5), Estrada com leito encaixado (peso 1) e Necessidade de desmate para implantação (peso 2).

Com esses parâmetros relacionam-se as alternativas de escolha dos locais com os critérios para avaliação dessas alternativas, sendo os mais relevantes com peso maior (05). Correlacionando cada alternativa com um critério de avaliação, atribui-se uma nota (1 a 5) conforme atenda bem ou mal a cada critério. Multiplicando essa nota pelo peso atribuído a cada critério, tem-se a nota ponderada. A alternativa que tiver o maior número em nota apresenta-se como mais vantajosa para implantação da bacia.

Essa matriz de decisão apenas será realizada caso haja uma vasta possibilidade de escolha, e caso esse fato gere alguma dúvida para a execução da topografia. O critério experiência da equipe topográfica será utilizado para a determinação pontual das implantações e se necessário para avaliação dos critérios da matriz de decisão.

10. FATORES DE PRESSÃO

Para avaliação dos potenciais fatores de pressão nas sub-bacias foi também realizada a avaliação da dinâmica de uso e ocupação do solo nos anos de 1986 e 2008.

Para classificar as imagens foram escolhidas as seguintes classes de uso do solo: vegetação, eucalipto, ocupação humana, culturas e outros. Nesta última foram englobados as classes de pastagem, pastagem degradada e solo, pois foi identificado um alto grau de confusão entre essas classes.

Após a elaboração dos mapas temáticos de uso e ocupação do solo das sub-bacias para os anos de 1986 e 2008 (**Figura 61 e 62**) realizou-se a extração das informações das áreas (**Tabela 21**).

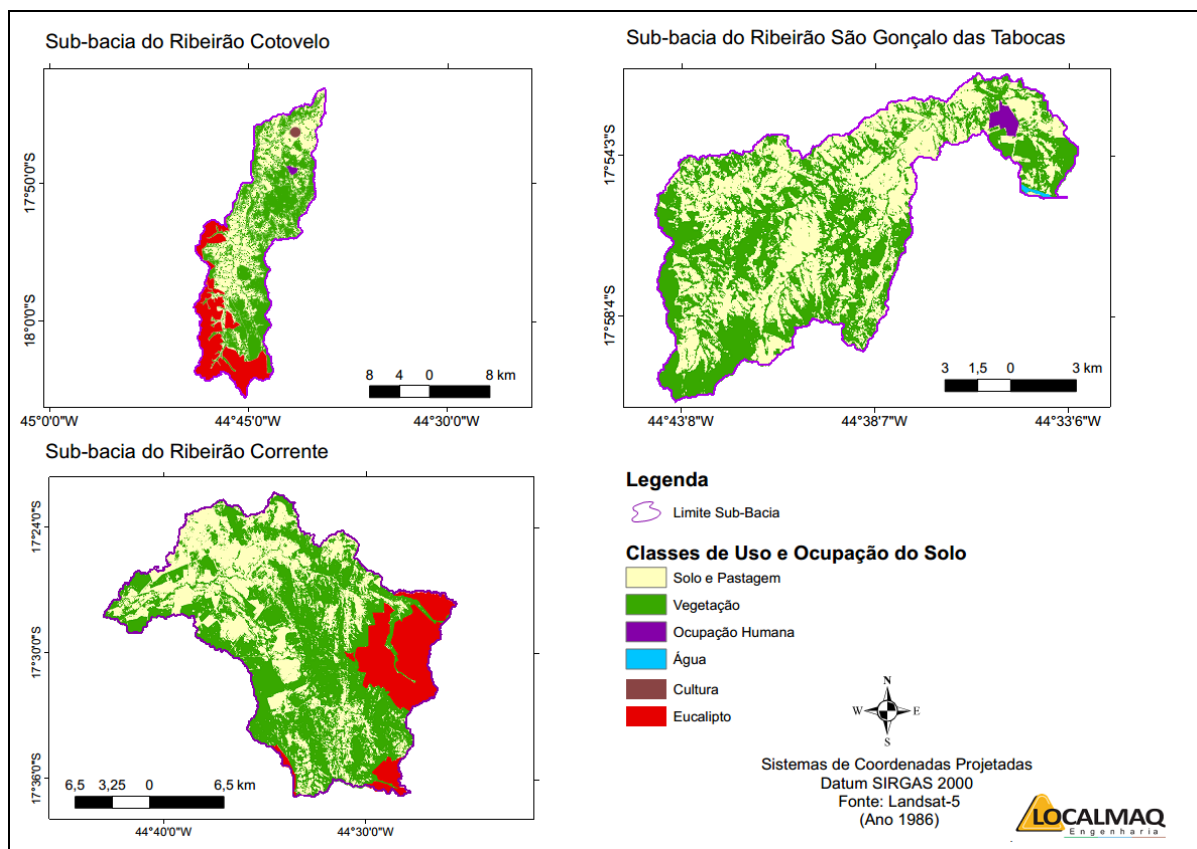


Figura 68. Classificação do Uso e Ocupação do Solo no Ano de 1986.
Elaboração: LOCALMAQ, 2017.

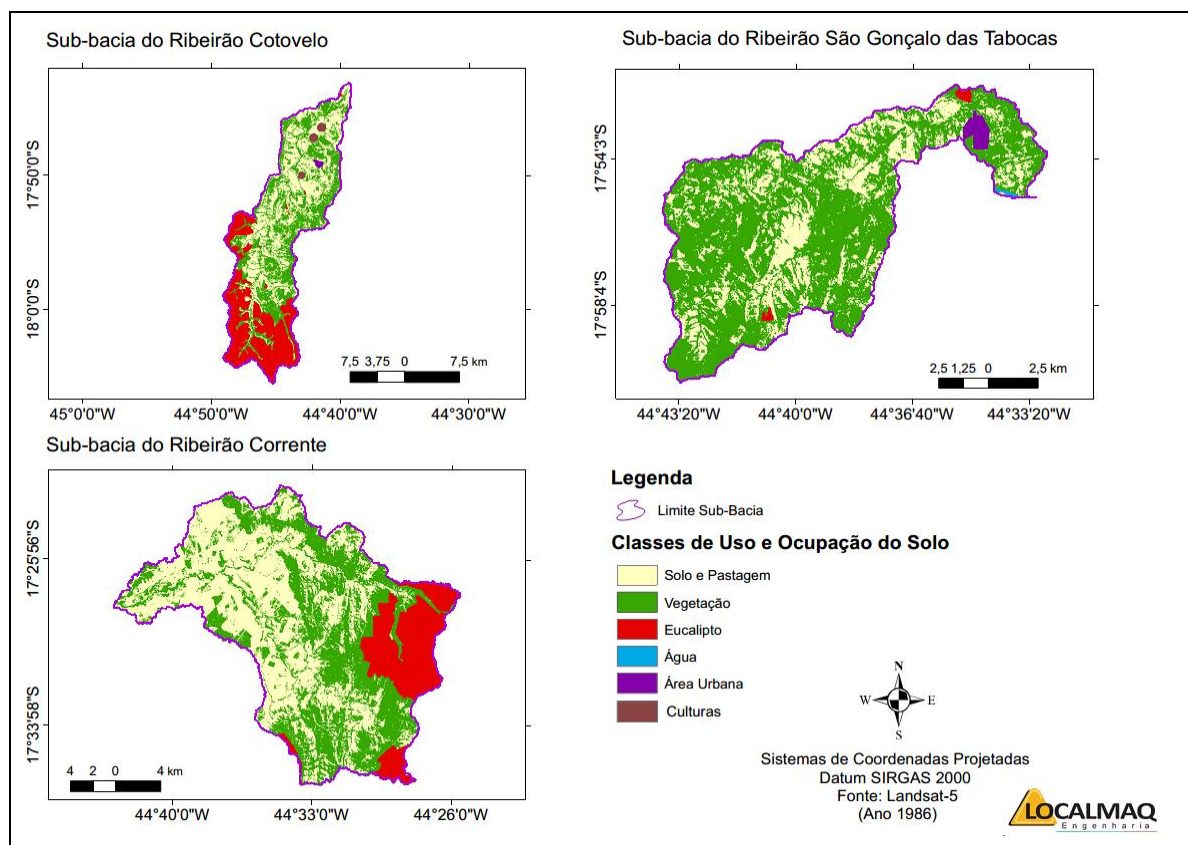


Figura 69. Classificação do Uso e Ocupação do Solo no Ano de 2008.
Elaboração: LOCALMAQ, 2017.

Classes	1986			2008			2014		
	Tabocas	Cotovelo	Corrente	Tabocas	Cotovelo	Corrente	Tabocas	Cotovelo	Corrente
Pastagem e Solo	48,04%	36,31%	33,31%	28,96%↓	34,62%↓	45,85%↑	26,50%↓	26,30%↓	38,60%↓
Vegetação	50,81%	42,64%	52,38%	68,99%↑	37,33%↓	39,65%↓	70,40%↑	50,10%↑	46,70%↑
Culturas	-	0,45%	-	-	0,96%↑	-	0,40%↑	1,60%↑	0,70%↑
Eucalipto	-	20,27%	14,31%	0,51%↑	26,76%↑	14,50%↑	1,20%↑	21,40%↓	13,90%↓
Ocupação Humana	0,94%	0,33%	-	1,35%↑	0,33%	-	1,30%↓	0,40%↑	-
Água	0,21%	-	-	0,19%↓	-	-	0,20%↑	-	-

Tabela 21. Estatística do Uso e Ocupação do Solo nos anos de 1986 e 2008.
Elaboração: LOCALMAQ, 2017.

Para avaliação dos fatores de pressão é determinada a dinâmica de ocupação de área das principais classes econômicas nas sub-bacias (**Figura 63**). Essa dinâmica temporal permite inferir as classes que mais avançaram ou regrediram sobre a classe de vegetação natural.

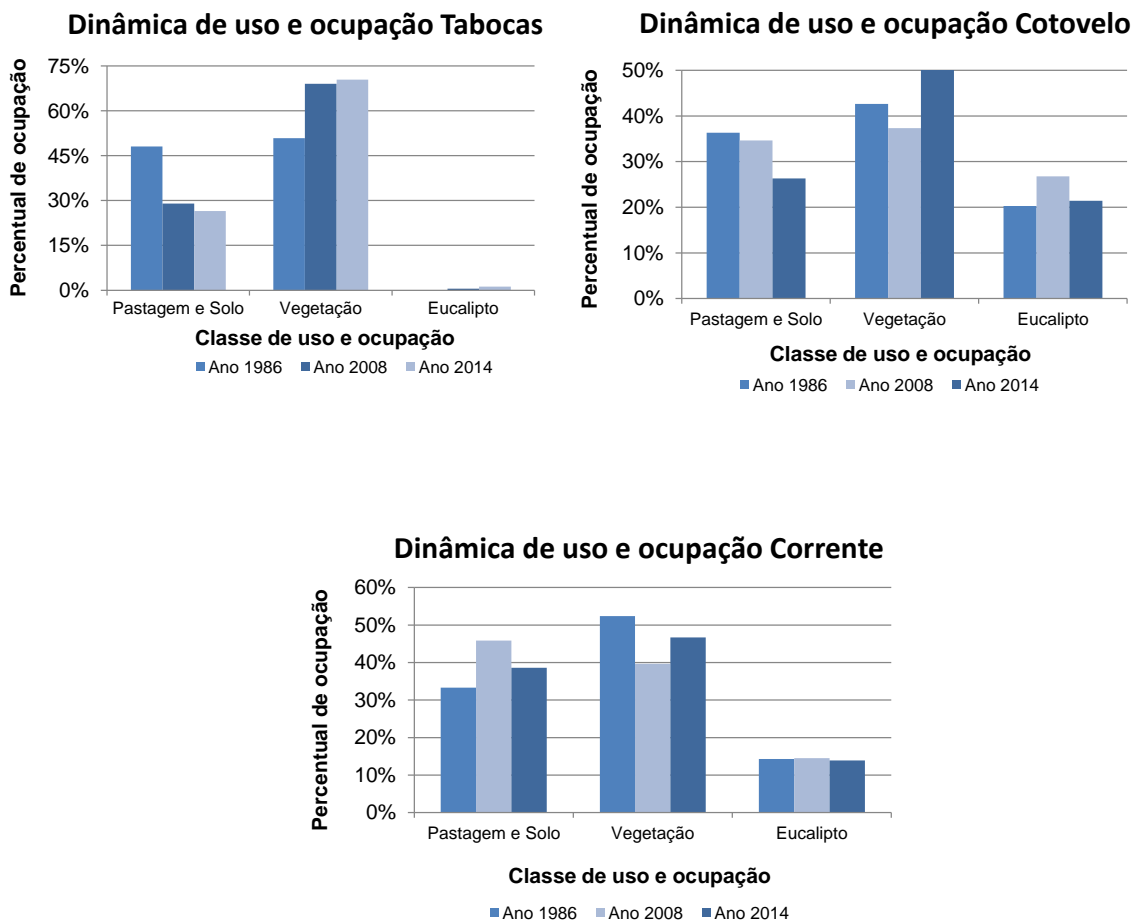


Figura 70. Dinâmica do Uso e Ocupação do Solo nos Anos de 1986, 2008 e 2014.
Elaboração: LOCALMAQ, 2017

Na sub-bacia do rio Tabocas a pastagem, pastagem degradada e o solo exposto regrediram na ocupação da bacia abrindo espaço para o aumento da vegetação nativa, apresentando uma dinâmica decrescente para pastagem/solo e crescente para vegetação nativa. A silvicultura permaneceu com o percentual de ocupação semelhante. Esse cenário demonstra o recuo da pecuária na bacia com a regeneração do cerrado em detrimento das áreas de pastagem.

Na sub-bacia do rio Cotovelo a área de ocupação pastagem/solo regrediu, abrindo espaço para a ocupação da vegetação nativa, que apresentou maior índice de elevação, acompanhado pela silvicultura que teve sua área de ocupação acrescida nesse período de análise na sub-bacia.

Na sub-bacia do rio Corrente ocorreu o acréscimo da área de pastagem/solo com pico de crescimento em 2008 e pequena regressão, entretanto em dinâmica crescente em relação a 1986. A vegetação nativa apresentou uma dinâmica

decrecente, com decréscimo mais acentuado em 2008 e um pequeno acréscimo em 2014, porém com índice menor em relação a 1986. A silvicultura permaneceu no mesmo índice de ocupação.

Como fator de pressão na sub-bacia Tabocas verifica-se uma tendência conservacionista com regeneração gradual da mata nativa, podendo esse cenário ser atribuído à crise hídrica. Segundo a EMATER, (2017), o impacto da estiagem na região Norte de Minas, que já vem se apresentando em cinco anos consecutivos, trouxe consequências danosas para a pecuária, sendo que cerca de 75% da pastagem que existia neste período (cinco anos) desapareceu e a remanescente encontra-se altamente degradada.

O fator de pressão no Cotovelo está inserido no acréscimo das áreas de silvicultura, segundo informações fornecidas pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente e pela EMATER-MG do município de Lassance (MG). O pico de crescimento do eucalipto na sub-bacia verificado em 2008 pode ser explicado pelas áreas de produção da empresa Italmagnésio, situada próxima às áreas de nascentes do rio Cotovelo. Em 2008 essas áreas estavam ocupadas pela silvicultura em plena produção. Em 2009/2017 essas áreas foram diminuindo a produção de eucalipto, fato que promoveu a regeneração natural da mata nativa, que gradualmente vem ocupando as áreas dessa empresa. Em visita, *in loco*, observou-se a substituição da ocupação de áreas antigas de eucalipto pela vegetação nativa, cerrado.

Como fator de pressão na sub-bacia do rio Corrente destaca-se o avanço das áreas de pastagem/solo sobre a vegetação. Mesmo diante da crise hídrica na região, a pecuária avança sobre a vegetação nativa. Sendo assim, ações como manejo adequado das pastagens, recuperação das pastagens degradadas com o uso de técnicas agrônomicas e ações de conservação de solo e da água se apresentam como alternativas necessárias para conter os efeitos dessa pressão. Outro aspecto de importante destaque para a bacia está na atuação proativa da Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Várzea da Palma, que atua na fiscalização das áreas ciliares nas veredas e riachos do município promovendo a recuperação gradual dessas áreas, outrora ocupadas pela silvicultura. Em visita aos locais das nascentes constatou-se o recuo de faixas ciliares entre 30 a 50 metros das principais

veredas do sistema de drenagem do rio Corrente, fato que pode explicar o pequeno recuo dos índices de ocupação da silvicultura.

11. CONCLUSÃO

O diagnóstico produziu como resultado principal a determinação das áreas de fragilidade ambiental e a partir desse resultado verificou-se os locais prioritários para adequação das estradas rurais, através da implantação de bacias de contenção (barraginhas), objeto desse contrato. Essas áreas, nas sub-bacias em estudo (Ribeirão Cotovelo, Ribeirão Corrente e Ribeirão São Gonçalo das Tabocas), de fragilidade acentuada, apresentam sinais de vulnerabilidade aos processos de erosão hídrica, tanto laminar, como em ravinas e erosões. Além da perda do horizonte “a” dos solos (top soil), essa recorrente perda de solo durante eventos chuvosos transporta para os mananciais hídricos grande massa de sedimentos, tendo por consequência o assoreamento e a redução da disponibilidade hídrica nos corpos d’água naturais, nascentes, lagos, córregos e rios.

O software Estradas, construído pelo Grupo de Pesquisas em Recursos Hídricos da Universidade Federal de Viçosa, será utilizado no momento da locação dessas estruturas (topografia), tendo em vista dimensionar, sob critérios técnicos, os parâmetros necessários para implantação do sistema de drenagem - bacias de contenção. Conforme descrito no Termo de Referência as bacias de contenção foram dimensionadas com o diâmetro de 14 metros e uma escavação no terreno (profundidade) de aproximadamente, 1,60 metros, a partir da cota do local onde ocorrerá a saída do excesso de água (ladrão da barraginha). Como pode ser verificado, não foi determinado pelo referido termo, uma metodologia de distanciamento entre essas bacias. Diante disso, foi adotada a metodologia contida nesse software, que a partir dos dados apresentados do dimensionamento das bacias e inserindo os dados de características do solo, declividade, intensidade máxima de chuva e área de contribuição pluvial nos trechos de estrada determinam-se as distâncias teóricas desse deságue.

A distância determinada por essa metodologia apresentará uma referência técnica para a equipe de topografia, no entanto, poderá haver ajustes técnicos em razão de fatores de impedimento à construção nos referidos trechos de estrada, como por exemplo, o rebaixamento acentuado do leito de rodagem, vegetação em avançado estágio de regeneração ou alguma barreira física à escavação como afloramento de rochas. Tais impedimentos devem modificar os distanciamentos inicialmente

calculados pelo software, porém ajustados sob critérios técnicos da equipe de engenharia da empresa.

Essa metodologia construída pela equipe de pesquisa da Universidade de Viçosa é amplamente utilizada em implantação de projetos de drenagem de estradas rurais, segundo Silva (2009):

Neste software o dimensionamento da bacia de acumulação é feito considerando as interações existentes entre fatores como as características da precipitação no local de interesse, a capacidade de infiltração da água no leito da estrada, a área de contribuição para a bacia de acumulação e a presença de contribuições de áreas externas à estrada.

Diversos estudos utilizaram essa metodologia como base de dimensionamento de sistemas de drenagem, (Fonseca de Oliveira, et al 2011) em estradas não pavimentadas no interior do Estado de Goiás, (Rabelo e Griebeler, 2012) em estradas da fazenda experimental da Universidade Federal de Goiás (Rosa, 2014) e em estradas do Ecocentro Social Vila dos Sonhos, Juiz de Fora, MG, apresentando resultados satisfatórios desse software.

É importante ressaltar que além da construção das bacias de contenção nas áreas mapeadas e identificadas como ambientalmente frágeis, também seja conveniente a implantação de outras intervenções que promoverão o manejo e conservação dos solos para minimizar ou mitigar a ocorrência desses processos erosivos. Dentre as possíveis técnicas destaca-se a mais convencional que é a construção de terraços.

A prática de terraceamento tem comprovada eficiência na redução das perdas de solo e água pela erosão, prevenindo a formação de sulcos e grotas, sendo mais eficiente quando usado juntamente com outras práticas conservacionistas, como as bacias de contenção, pois, além de evitarem o processo erosivo e a perda de nutrientes, apresentam o papel fundamental na recarga do lençol freático, auxiliando o processo de infiltração da água no solo.

Essa prática consiste na construção de terraços no sentido transversal à declividade do terreno, ou seja, feitos em nível ou gradiente, cortando o declive. Essas estruturas físicas são resultantes da terraplenagem, formando um canal coletor, de onde a terra foi retirada (corte) e um camalhão ou dique construído com o solo

movimentado (aterro). De maneira geral os locais identificados como frágeis ao longo das sub-bacias foram as áreas com menor cobertura vegetal nativa e sobre as áreas de declividade acentuada.

Os terraços podem ser classificados quanto à sua função, em nível ou em gradiente. Os terraços em nível devem ser construídos com canais de um mesmo nível e suas extremidades bloqueadas, interceptando a enxurrada, reduzindo a velocidade da água e promovendo sua infiltração. Caso esta técnica seja implantada nas áreas das sub-bacias, através de futuros projetos hidroambientais, é recomendada sua execução em áreas de até 12% de declividade.

Os terraços em desnível (em gradiente) devem ser construídos com canais de pequeno declive realizando o acúmulo da água e conduzindo-a para fora das áreas dos terraços. Esse tipo de terraço é indicado para áreas com até 20% de declividade e que apresentam uma permeabilidade lenta.

O tipo de terraço indicado para as áreas das Sub-bacias é do tipo nível de base média uma vez que se trata de áreas com implantação de culturas perenes, em sua maioria pastagem, onde pelo menos 85% das áreas de pastagem, nas três Sub-bacias, apresentam-se em áreas com até 12% de declividade.

É válido ressaltar também a importância no correto dimensionamento do espaçamento dos terraços tanto vertical (diferença de nível) quanto horizontal levando em consideração características do solo, susceptibilidade à erosão, capacidade de infiltração, aspectos do relevo, como declividade e o sistema de produção.

Em relação às áreas de preservação permanente pode-se verificar que boa parte apresenta faixas de mata de galeria, porém por se tratar de ecossistema de Veredas, pode ser requerido em um segundo projeto a determinação dos limites dos solos brejosos, ou seja, com o horizonte "Glei" significativo para determinação das áreas de início de contagem da faixa de preservação permanente. Tal estudo implica em inspeções locais com abertura de trincheiras e demais análises, determinadas pela pedologia.

A recomposição florestal deve ser avaliada em cada caso, pois a possibilidade de regeneração natural deve ser preterida em detrimento ao reflorestamento. As

espécies nativas em sucessão natural, quando em ambiente que permita essa possibilidade, direcionam de forma adequada a recuperação ambiental do ecossistema. Em casos de extrema degradação ambiental, com perda do condicionamento do solo e banco de sementes faz-se necessário a recomposição florestal com enriquecimento de flora.

De forma geral o diagnóstico alcançou resultado satisfatório em relação à determinação das áreas prioritárias para execução das bacias de captação de águas de chuva e caracterização física das áreas.

Os fatores de pressão foram determinados em análise multitemporal, o que possibilitou observar a dinâmica de uso e ocupação do solo das três sub-bacias.

A elaboração do diagnóstico viabilizou a aproximação da empresa junto à população residente nas sub-bacias, assim como das instituições agrícolas e ambientais, fato que colaborou para a divulgação do projeto hidroambiental e a mobilização social para o início dos trabalhos.

12. REFERÊNCIAS

ANA. Práticas mecânicas de conservação de água e solo - Unidade 2 Terraceamento. 2013.

ANTONANGELO, A.; FENNER, P. T. Identificação dos riscos de erosão em estradas de uso florestal através do critério do fator topográfico LS. **Energia na Agricultura**. v. 20, n. 3, p. 1 – 20, 2005.

BRANDT, C.J. **Transformation of the kinetic energy of rainfall with variable tree canopies**. 1986, 446 p. Tese (Doutorado). Universidade de Londres, Londres, 1986.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº. 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm>. Acessado em: 08 de maio de 2017.

BRASIL. [Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012](#). Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acessado em: 08 de maio de 2017.

CLIMA TEMPO. **Climatologia Lassance/MG**. Disponível em: <<https://www.climatempo.com.br/climatologia/3835/lassance-mg>>. Acessado em: 20 de maio de 2017.

CLIMA TEMPO. **Climatologia Várzea da Palma/MG**. Disponível em: <<https://www.climatempo.com.br/climatologia/4097/varzeadapalma-mg>>. Acessado em: 20 de maio de 2017.

COMITÊ DE BACIAS HIDROGRÁFICAS DO RIO DAS VELHAS - Cartilha da Unidade Territorial Estratégica do Guaicuí. **Cartilha do Plano Diretor de Recursos Hídricos da UTE do Guaicuí**. Disponível em: <https://issuu.com/cbhriodasvelhas/docs/cartilha_guaicui_22_5x27cm_2016_04_>. Acessado em: 02 de maio de 2017.

COMITÊ DE BACIAS HIDROGRÁFICAS DO RIO DAS VELHAS - Plano Diretor de Recursos Hídricos do Rio das Velhas 2014 - **Diagnóstico Específico das UTEs da região Baixo Rio das Velhas - TOMO IV/IV - Revisão 02 – UTE 23: Guaicuí**. Última versão: 06/11/2014. Disponível em: <http://200.98.167.210/site/arquivos/RP02B_TOMOIV.pdf>. Acessado em: 09 de maio de 2017.

COMITÊ DE BACIAS HIDROGRÁFICAS DO RIO DAS VELHAS - **Plano Diretor de Recursos Hídricos do Rio das Velhas - 2015**. Disponível em: <

http://200.98.167.210/site/arquivos/RE_VELHAS_Rev01.pdf>. Acessado em: 09 de maio de 2017.

COMITÊ DE BACIAS HIDROGRÁFICAS DO RIO DAS VELHAS - **Plano Diretor de Recursos Hídricos do Rio das Velhas 2015 (Resumo Executivo)**. Disponível em: <http://200.98.167.210/site/arquivos/PDRH_Velhas_VOLUME_I.pdf>. Acessado em: 08 de maio de 2017.

COMITÊ DE BACIAS HIDROGRÁFICAS DO RIO DAS VELHAS - **Plano Diretor de Recursos Hídricos do Rio das Velhas 2015 (Volume 1 - Diagnóstico)**. Disponível em: <http://200.98.167.210/site/arquivos/PDRH_Velhas_VOLUME_I.pdf>. Acessado em: 08 de maio de 2017.

COMITÊ DE BACIAS HIDROGRÁFICAS DO RIO DAS VELHAS - **Unidade Territorial Estratégica do Guaicuí**. Disponível em: <<http://cbhvelhas.org.br/guaicui/>>. Acessado em: 08 de maio de 2017.

CPRM. **Programa Geologia do Brasil: Folha Jequitaí – Relatório Final**. Minas Gerais: UFMG, 2006.

CPRM. **Programa Geologia do Brasil: Geologia e Recursos Minerais da Folha Curvelo**. Minas Gerais: UFMG, 2012.

CPRM/SIC-SGM. **Geologia do Estado de Goiás e do Distrito Federal**. Texto explicativo do mapa geológico. Goiânia, 2008.

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

CUNHA, Sandra Baptista da; GUERRA, Antônio José Teixeira. **Geomorfologia do Brasil - 3º Ed**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. 392 p.

DONADIO, Nicole M. M.; GALBIATTI, João A.; PAULA, Rinaldo C. de. Qualidade da água de nascentes com diferentes usos do solo na Bacia Hidrográfica do córrego Rico, São Paulo, Brasil. **Engenharia Agrícola**, v.25, n.1, p.115-125, jan./abr. 2005.

EMATER. **Desenvolve ações para convivência com a seca no Norte de Minas**. Disponível em: <http://www.emater.mg.gov.br/portal.cgi?flagweb=novosite_pagina_interna&id=20367> > Acessado em: 30 de junho de 2017.

EMBRAPA. **Projeto Rio Sesmaria: Diagnóstico Ambiental da Bacia Hidrográfica - Classes de Declividade**, 1979. Disponível em: <<http://www.ceivap.org.br/sesmarias/MAPA-SESMARIA-EMBRAPA-90-60.pdf>> Acessado em: 30 de junho de 2017.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 2. ed. – Rio de Janeiro : EMBRAPA-SPI, 2006. 306 p.

ESPINDOLA, Carlos Roberto; DANIEL, Luiz Antonio. Laterita e Solos Lateríticos no Brasil. **Boletim Técnico da FATEC – SP**. V.24, p.21- 24, 2008.

FRANCO, Renato Alberto Momesso; HERNANDEZ, Fernando Braz Tangerino; LIMA, Ronaldo Cintra. Análise da fragilidade ambiental na microbacia do córrego do Coqueiro, no noroeste paulista. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16., 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...** Paraná: INPE, 2013. p. 5040 – 5046.

FONSECA; Anísio Cláudio Rios; VIANNA, Ana Cláudia Mello; Morfologia e análise de elementos maiores das formações manganosíferas botrioidais (manganocretes) do subgrupo paraopeba, município de córrego d'Anta- MG. **Conexão Ciência**. Formiga, v.7, n.1, p. 17-29, fev. 2012.

Fonseca de Oliveira, J., Paulo Griebeler, N., Garvil, R. A., Oliveira, J. D. M., & de O Rabelo, M. W. (2011). **Uso do software Estradas para determinação do espaçamento entre desaguadouros em estradas não pavimentadas do interior de Goiás**. Revista Ceres, v. 58, n. 1, 2011.

FORSYTH, A. R.; BUBB, K. A.; COX, M.E. Runoff, sediment loss and quality from forest roads in a southeast Queensland coastal plain Pinus plantation. **Forest Ecology and Management**. v. 221, p. 194-206, 2006.

GIMENES, Filipe Biaggioni Quessada; FILHO, Oswaldo Augusto. Mapas de fragilidade ambiental utilizando o processo de análise hierárquica (AHP) e sistema de informação geográfica (SIG). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16., 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...** Paraná: INPE, 2013. p. 6564 – 6571.

GRIEBELER, N. P.; PRUSKI, F. F.; SILVA, J. M. A.; RAMOS, M. M.; SILVA, D. D. Modelo para a determinação do espaçamento entre desaguadouros em estradas não pavimentadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo - Viçosa**, v.29, n.3, p 397- 405, 2005.

GOIAS. Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Estado de Goiás. **Estudos técnicos para subsidiar a proposta de criação do Parque Estadual São Bartolomeu**. Brasília – DF, 2012. 32 p.

GOMES, D. D. M. **Análise da Degradação da Cobertura Vegetal da Bacia Hidrográfica do Rio Jaibaras/CE por Meio de Ferramentas de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto**. 2010. 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. II. 1995.

HUDSON, B. D. The soil survey as paradigm-based science: Soil Science Society. **America Journal**, v. 56, n. 4, p. 836–841, 1992.

IBGE. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Série Manuais Técnicos em Geociências 1, 2. ed. Revista e ampliada. IBGE, Rio de Janeiro, 2012.

JUNIOR, Walter dos Reis. **Caracterização das unidades geotécnicas da porção leste da Região Metropolitana de Belo Horizonte, Minas Gerais**. 2016. 163 f.

Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2016.

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

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.

MACDONALD, L.H., SAMPSON, R.W., ANDERSON, D.M. Runoff and road erosion at the plot and road segment scales, St. John, US Virgin Islands. **Earth Surface Processes and Landforms**. v. 26, p. 251–272, 2001.

MACHADO, Carlos Cardoso. **Estradas rurais e florestais**. Viçosa: O Editor, 2013. 441 p.

MINAS GERAIS. Decreto nº. 39.692, de 29 de junho de 1998. Institui o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas. Disponível em: <<http://www.cbhvelhas.org.br/images/CBHVELHAS/legislacao/decreto%20criacao%20cbh%20velhas.pdf>>. Acessado em: 08 de maio de 2017.

ODA, S; FERNANDES, J. F. J; SÓRIA, M. H. A. Implantação, localização e manutenção de estradas. **Departamento de Transporte - EESC-USP**, Universidade de São Paulo, 2007.

RABELO Max Well de Oliveira; GRIEBELER, Nori Paulo. **Determinação de incremento de altura de camalhão na integração terraço-estrada**. Pesquisa Agropecuária Tropical, v. 42, n. 1, 2012.

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

ROSA, R. H. D. **Simulação de um Sistema de Microdrenagem de Estradas não Pavimentadas do Ecocentro Social Vila dos Sonhos**. Monografia (Obtenção do título de Engenheiro Ambiental e Sanitarista). Universidade Federal de Juiz De Fora, 2014.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 1, n. 8, p. 63-74. 1994.

SANTOS, A. M.; TARGA, M. S.; BATISTA, G. T.; DIAS, N. W. Análise morfométrica 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.

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, D. D.; PRUSKI, F. F.; SCHAEFER, C. E. G. R.; AMORIM, R. S.S.; PAIVA, K. W. N. Efeito da cobertura nas perdas de solo em um Argissolo Vermelho-Amarelo utilizando simulador de chuva. **Engenharia Agrícola**, v.25, n.2, p.409-419, 2005.

TEIXEIRA, Wilson. FAIRCHILD, Thomas Rich. TOLEDO, M. Cristina Motta de. TAIOLI, Fabio. **Decifrando a Terra** – 2. ed. Companhia Editora Nacional. São Paulo. 2009.

TULLER, M.P. 2010. **Capítulo 2 – Aspectos Fisiográficos, Hidrografia, Clima e Vegetação**. p. 21-24. In TULLER, M.P; RIBEIRO, J.H; SIGNORELLI, N; FEBOLI, W.L. & PINHO J.M.M. (orgs). 2010. Projeto Sete Lagoas-Abaete, Estado de Minas Gerais: texto explicativo. Belo Horizonte. CPRM-BH.

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

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. **Mapa de solos do Estado de Minas Gerais**: legenda expandida. Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2010.

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.

VIANA, H.S; TAVARES, V.P.; KOHLER, H.C. **Síntese da geologia, recursos minerais e geomorfologia**. in CPRM. 1998. APA Carste de Lagoa Santa: Volume I – Meio Físico. Belo Horizonte. 301 p.

VITAL, Marcos H. F. Impacto Ambiental de Florestas de Eucalipto. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 28, p. 235-276, dez. 2007.

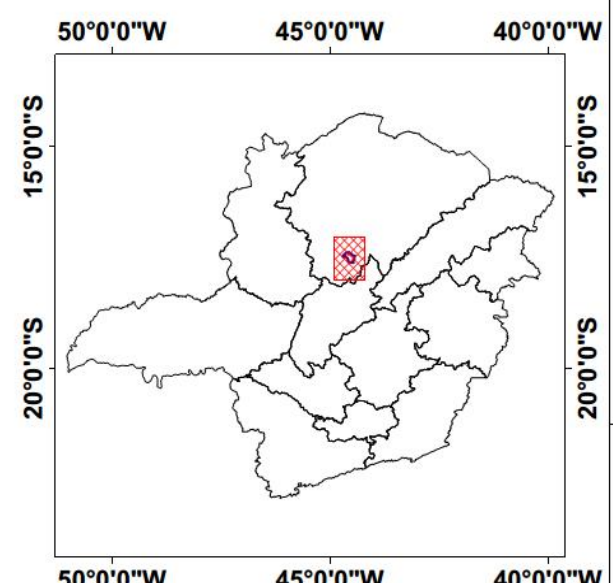
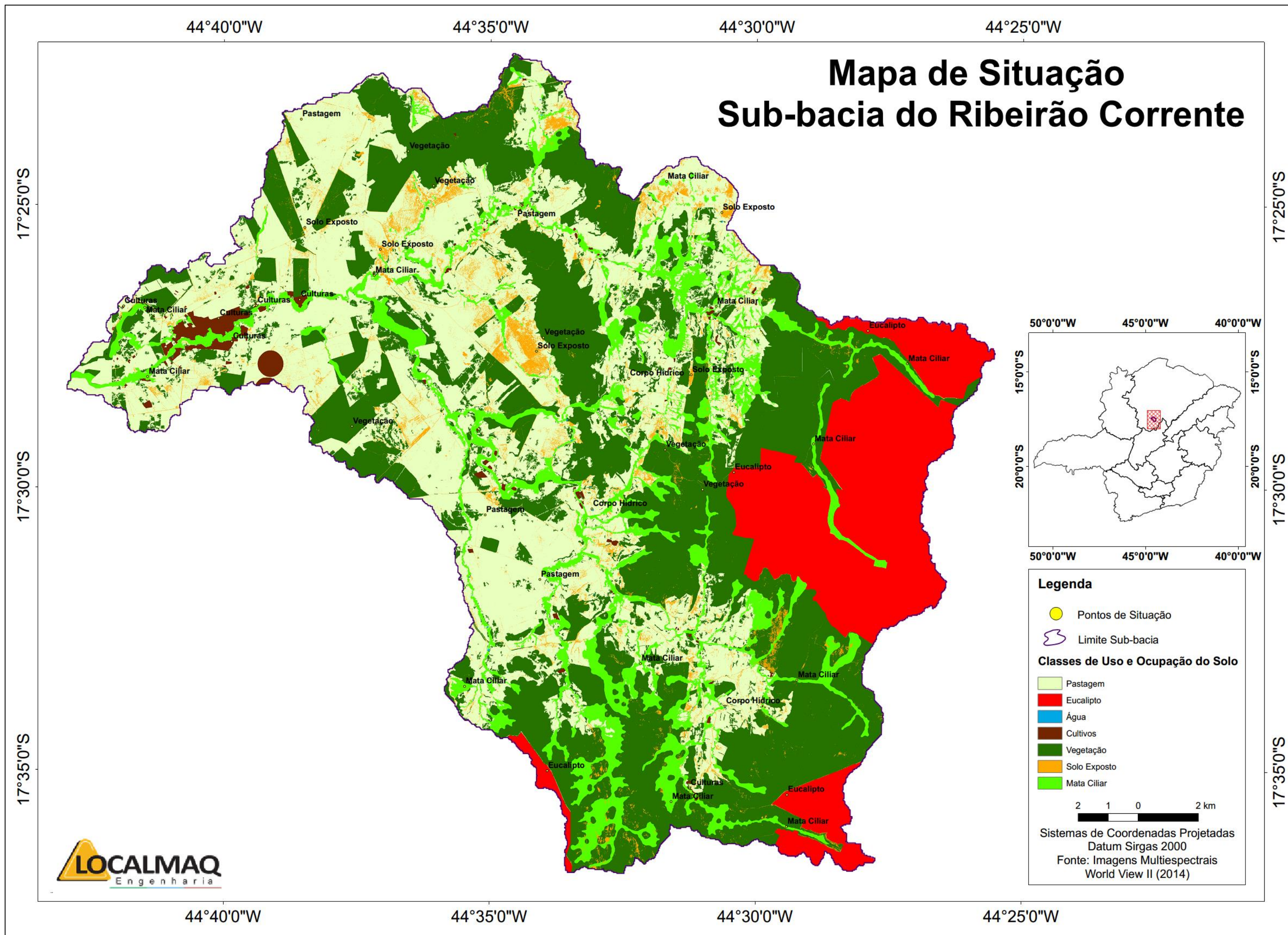
WIKIMEDIA. **Mapa de destaque do município de Lassance (MG)**. Disponível em: <
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/84/MinasGerais_Municip_Lassance.svg>. Acessado em: 05 de maio de 2017.

WIKIMEDIA. **Mapa de destaque do município de Várzea da Palma (MG)**. Disponível em: <
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/35/MinasGerais_Municip_Varzea daPalma.svg>. Acessado em: 05 de maio de 2017.

ZEE. **Zoneamento Ecológico Econômico do Estado de Minas Gerais**. 2010. Disponível em: < <http://geosisemanet.meioambiente.mg.gov.br/gueb/zee/versao2/>>. Acessado em: 02 de junho de 2017.

ANEXOS – MAPAS DE SITUAÇÃO

Mapa de Situação Sub-bacia do Ribeirão Corrente



Legenda

- Pontos de Situação
- Limite Sub-bacia

Classes de Uso e Ocupação do Solo

- Pastagem
- Eucalipto
- Água
- Cultivos
- Vegetação
- Solo Exposto
- Mata Ciliar

2 1 0 2 km

Sistemas de Coordenadas Projetadas
Datum Sirgas 2000
Fonte: Imagens Multiespectrais
World View II (2014)

44°50'0"W

44°45'0"W

44°40'0"W

44°35'0"W

Mapa de Situação - Sub-bacias do Ribeirão Cotovelo e São Gonçalo das Tabocas

17°45'0"S

17°50'0"S

17°55'0"S

18°0'0"S

18°5'0"S

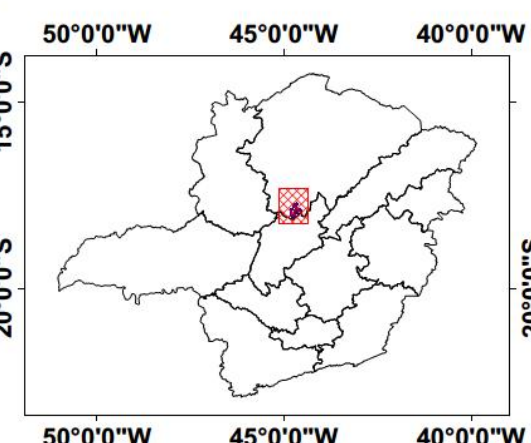
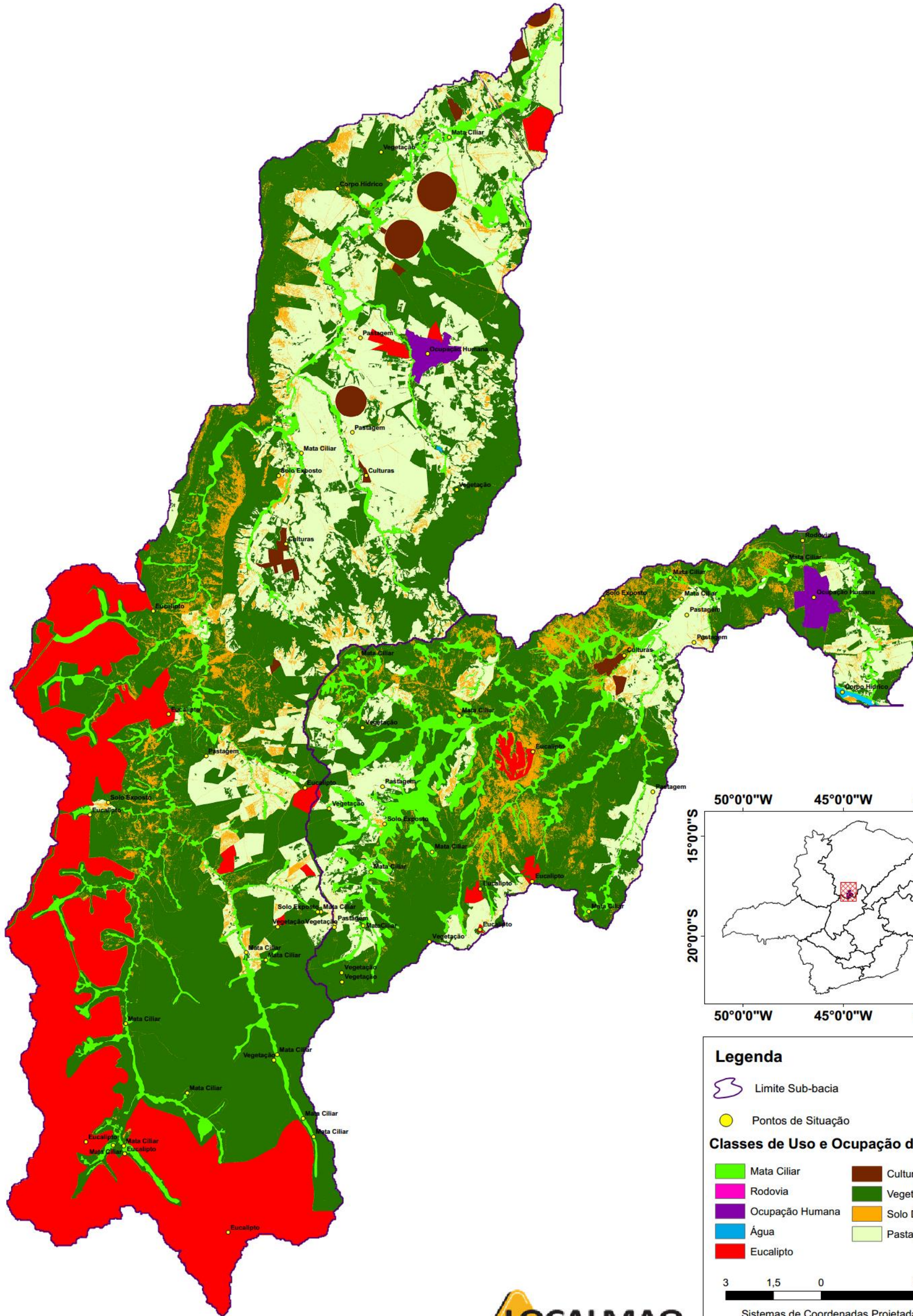
17°45'0"S

17°50'0"S

17°55'0"S

18°0'0"S

18°5'0"S



Legenda

- Limite Sub-bacia
- Pontos de Situação

Classes de Uso e Ocupação do Solo

Mata Ciliar	Culturas
Rodovia	Vegetação
Ocupação Humana	Solo Desnudo
Água	Pastagem
Eucalipto	

3 1,5 0 3 km

Sistemas de Coordenadas Projetadas
Datum Sirgas 2000
Fonte: Imagens Multiespectrais
World View II (2014)

44°50'0"W

44°45'0"W

44°40'0"W

44°35'0"W