



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CÂMPUS DE TRÊS LAGOAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO EM GEOGRAFIA**

**FRAGILIDADE POTENCIAL NATURAL DA BACIA HIDROGRAFICA DO
CÓRREGO MOEDA, TRÊS LAGOAS/MS**

WESLEN MANARI GOMES

**TRÊS LAGOAS
2016**

WESLEN MANARI GOMES

**FRAGILIDADE POTENCIAL NATURAL DA BACIA HIDROGRAFICA DO
CÓRREGO MOEDA, TRÊS LAGOAS/MS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação – Mestrado em Geografia/CPTL/UFMS – Área de Concentração Análise Geoambiental e Produção do Território, como exigência final para obtenção do Título de Mestre em Geografia, sob orientação do Profº. Drº. André Luiz Pinto.

**TRÊS LAGOAS
2016**

WESLEN MANARI GOMES

**FRAGILIDADE POTENCIAL NATURAL EROSIVA DA BACIA HIDROGRAFICA DO
CÓRREGO MOEDA, TRÊS LAGOAS/MS**

Dissertação apresentada à banca examinadora em:
24 de agosto de 2016, às 8:00 horas.

Sala de Aula da Unidade VI do Câmpus II da UFMS/Três Lagoas.

Prof. Dr. André Luiz Pinto

(Presidente e Orientador) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul –
UFMS/CPTL

Profª Drª Patrícia Helena Mirandola

(Membro) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS/CPTL

Prof. Dr. Mauro Henrique Soares da Silva

(Membro) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS/CPTL

Prof. Dr. Edson Luís Piroli

(Suplente) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP

**TRÊS LAGOAS
2016**

Dedicatória

“À minha família, por acreditar, confiar e investir em mim. Mãe (Silvana), seu cuidado e dedicação me proporcionou a esperança para seguir. Pai por escolha (Gilberto), sua presença e ensinamentos significou segurança, certeza e força de que desistir não é uma opção. E Dianaline, minha irmã querida, sua força de vontade, alegria e confiança em mim, foram uma grande fonte de inspiração e motivação.”

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, professor Dr. André Luiz Pinto pela paciência, incentivo, compreensão e confiança, que me acolheu e inspirou desde a graduação, tornando possível a conclusão desta dissertação, me orientando muito além da pesquisa, cujos ensinamentos foram e serão úteis para toda a vida, sendo um exemplo de pessoa e profissional.

A professora Dra. Patrícia Helena Mirandola, pela contribuição nas bancas de qualificação e defesa da dissertação e, muito antes, pelos ensinamentos e incentivo durante a graduação.

Ao professor Dr. Edson Luís Piroli por contribuir enormemente com suas correções e sugestões durante a qualificação.

Ao professor Dr. Mauro Henrique Soares da Silva pelas contribuições e sugestões durante e após a defesa da dissertação.

Ao corpo docente do mestrado pelo conhecimento apresentado em sala servindo de grande auxílio em minha pesquisa.

Ao PPGGEO/UFMS – Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, campus de Três Lagoas.

Aos meus familiares, mãe (Silvana), pai por escolha (Gilberto), irmã (Dianaline) por compreenderem e apoiarem, além de sempre confiarem em mim.

À Pollyanna, minha namorada, pela dedicação, cuidado e amor, me ajudando e incentivando sempre, amiga e companheira, com a qual sempre pude contar nos momentos difíceis e felizes.

À Adriana, André, Daniel, e Elen que me acolheram como parte da família, apoiando e aconselhando-me.

Aos melhores amigos/irmãos e companheiros de mestrado Rafael e Angélica, que me ajudaram sem medir esforços, com os quais a pesquisa se tornou mais prazerosa.

Aos companheiros de pesquisa do LaPGRH: Rafael, Aline, Denivaldo, Gustavo, Vanessa, Ketty, Deany, Maria, Kamila, Nathalia e Isabela.

À Deus, pelas oportunidades que me proporcionou e, principalmente, por ter iluminado meu caminho e colocado as pessoas mencionadas nessa dedicatória em minha vida.

EPÍGRAFE

“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê.”

(Arthur Schopenhauer)

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo avaliar a fragilidade potencial natural da Bacia Hidrográfica do córrego Moeda (BHCM), a qual fica localizada ao sul da sede do município de Três Lagoas no estado de Mato Grosso do Sul. Para que isso fosse possível, foi elaborada a carta de Fragilidade Potencial Natural da Bacia, a qual consiste na interação das cartas de declividade, solos, clima e geologia, com pesos para cada classe, conforme suas respectivas características. O uso e adaptação de algumas metodologias possibilitou a análise da fragilidade potencial natural com nível maior de detalhes. Desse modo, incluiu-se na Fragilidade Potencial Natural da BHCM outras variáveis além das que recomenda Ross (1994), sendo elas o mapa de erosividade ou energia potencial erosiva do relevo, proposta por Spiridonov (1981) e melhorada por Mendes (1993) e Mauro *et. al.* (1991), a de cobertura vegetal natural e não natural, bem como a inclusão de uma análise da erosividade quanto ao quantitativo de precipitação, proposta por Bertoni e Lombardi Neto (1999). A metodologia de Spiridonov (1981) também foi atualizada, de modo que a utilização do SIG ArcGis 10 tornou possível a elaboração e análise mais rápida e precisa da dissecação horizontal e vertical, que interagindo com a declividade gerou o mapa de Energia Potencial Erosiva do Relevo. A partir da interação entre as variáveis mencionadas, foi possível a elaboração e análise do mapa de fragilidade potencial natural da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, onde constatou-se que 71,02% da área da Bacia possui fragilidade Média, 20,96% Forte e 7,85% Fraca.

Palavras chaves: Bacia Hidrográfica, Erosividade, Fragilidade Potencial Natural.

Este trabajo tiene como objetivo evaluar la fragilidad potencial natural de la Cuenca Hidrográfica del Arroyo Moeda, localizada al sur de la sede municipio de Três Lagoas, en el estado de Mato Grosso do Sul. Para que esto sea posible, se redactó la carta de Fragilidad Potencial Natural de la Cuenca, que es resultado de la interacción de las cartas de declive, suelo, clima y la geología, con pesos para cada clase de acuerdo con sus respectivas características. El uso y la adaptación de ciertas metodologías ayuda a que sea posible mejorar la metodología de Ross (1994) e Crepani et al. (2001), que es uno de los objetivos de trabajo. Por lo tanto, se incluye en Fragilidad potencial natural BHCM otras variables además de las recomendadas por Ross (1994), siendo éstas la carta de erosividad o energía potencial erosiva propuestos por Spiridonov (1981) y mejorado por Mendes (1993) e Mauro et. al. (1991), la cubierta vegetal natural y artificial, y la inclusión de una análisis de la erosividad en relación a cantidad de precipitaciones, propuesto por Bertoni e Lombardi Neto (1999). La metodología de Spiridonov (1981) también se ha actualizado, por lo que el uso de lo SIG ArcGis 10 hizo posible el desarrollo, y análisis más rápido y preciso de la disección horizontal y vertical, que la interacción con el declive generó la Carta de la Energía potencial erosiva Alivio. A partir de la interacción entre las variables mencionadas fue posible la preparación y el análisis de la carta de fragilidad potencial natural de la Cuenca Hidrográfica del Arroyo Moeda, donde se encontró que 71,02% de la superficie de la cuenca tiene fragilidad media, 20,96% Fuerte y 7,85% débil.

Palabras clave: Cuenca Hidrográfica, Erosividad, Fragilidad Potencial Natural.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	XII
LISTA DE TABELAS	XIII
LISTA DE QUADROS	XV
SIGLAS E ABREVIATURAS	XVI
INTRODUÇÃO	18
2. OBJETIVOS	22
2.1. OBJETIVO GERAL	22
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	22
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	23
3.1. GEOSSISTEMA	26
3.2. BACIA HIDROGRÁFICA: UNIDADE DE ESTUDOS E PLANEJAMENTO.	31
3.3. GEOPROCESSAMENTO: CARTOGRAFIA, SENSORIAMENTO REMOTO E SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA - SIG'S	36
3.3.1. Geoprocessamento	36
3.3.2. Cartografia	37
3.3.3. Sensoriamento Remoto	39
3.3.4. SIG- Sistemas de Informação Geográfica	40
3.4. FRAGILIDADE POTENCIAL NATURAL	42
4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	45
4.1. MAPA BASE DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO MOEDA	46
4.2. GEOLOGIA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO MOEDA	46
4.3. SOLOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO MOEDA	47
4.4. ENERGIA POTENCIAL EROSIVA DO RELEVO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO MOEDA	49
4.4.1. Declividade da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda	50
4.4.2. Dissecção Horizontal da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda	52
4.4.3. Dissecção Vertical da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda	54
4.4.4. Energia Potencial Erosiva do Relevo	57
4.5. PLUVIOSIDADE DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO MOEDA	59

4.6. EROSIVIDADE, SEGUNDO A PRECIPITAÇÃO ANUAL E MENSAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO MOEDA	61
4.7. COBERTURA VEGETAL NATURAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO MOEDA	62
4.8. FRAGILIDADE POTENCIAL NATURAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO MOEDA ..	65
5. RESULTADOS.....	67
5.1. MAPA BASE DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO MOEDA.....	67
5.2. GRAUS DE FRAGILIDADE POTENCIAL NATURAL GEOLÓGICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO MOEDA	69
5.2.1. Formação Caiuá.	71
5.2.2. Formação Santo Anastácio.....	72
5.2.3. Depósitos Aluvionares	73
5.3. GRAUS DE FRAGILIDADE POTENCIAL NATURAL DOS SOLOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO MOEDA	79
5.3.1. Cambissolo Háplico Distrófico	79
5.3.2. Plintossolo Háplico Distrófico.....	80
5.3.3. Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico	81
5.3.4. Latossolo Vermelho Distrófico	82
5.3.5. Argissolo Amarelo Distrófico Abruptico Plíntico	84
5.3.6. Planossolo Háplico	85
5.3.7. Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico Típico	85
5.3.8. Neossolo Quartzarênico Órtico Típico.	86
5.4. ENERGIA POTENCIAL EROSIVA DO RELEVO E SEU GRAU DE FRAGILIDADE POTENCIAL NATURAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO MOEDA	92
5.4.1. Declividade da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda	92
5.4.2. Dissecção Horizontal Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda	96
5.4.3. Dissecção Vertical da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda	100
5.5. GRAUS DE FRAGILIDADE POTENCIAL NATURAL PLUVIOMÉTRICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO MOEDA	109
5.6. EROSIVIDADE, SEGUNDO A PRECIPITAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO MOEDA	112
5.7. GRAU DE FRAGILIDADE POTENCIAL NATURAL DA VEGETAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO MOEDA	115

5.8. FRAGILIDADE POTENCIAL NATURAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO MOEDA, EM 2014.	118
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	121
7. REFERENCIAS.....	125

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS	21
Figura 2: Modelo Simplificado de Funcionamento do Sistema Bacia Hidrográfica.....	35
Figura 3: "Ferramenta" Clip do SIG. ArcGis 10	51
Figura 4: Procedimento para a obtenção do percentual de declividade da BHCM no SIG ArcGis 10.....	51
Figura 5: Metodologia de delimitação das sub-bacias, para a medição da distância e da elaboração das classes de Dissecação Horizontal, GRECHIA (2010).....	54
Figura 6: Metodologia para delimitação das sub-bacias, da medição da distância e da elaboração das classes de Dissecação Vertical, GRECHIA (2010).....	57
Figura 7: Composição de Bandas no SIG ArcGis 10	64
Figura 8: Composição Pancromática no SIG ArcGis 10.....	65
Figura 9: Mapa Base da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS	69
Figura 10: Quadro estratigráfico do Grupo Bauru (SOARES et al., 1980).	71
Figura 11: Feições e estruturas sedimentares características da Formação Santo Anastácio (FERNANDES; COIMBRA, 1994, p.173).	74
Figura 12: Passagem da Formação Caiuá para Depósitos aluvionares holocênicos no Médio Curso da BHCM.....	77
Figura 13: Afloramento dos depósitos aluvionares Holocênicos, leito fluvial com grande quantidade de cascalho e areia No Baixo Curso da BHCM	77
Figura 14: Mapa Geológico da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS	78
Figura 15: Graus de Fragilidade Potencial Natural Geológica da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS.....	79
Figura 16: Mapa de Solos da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS	91
Figura 17: Graus de Fragilidade Potencial Natural dos Solos da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS.....	91

Figura 18: Mapa de Declividade da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS	96
Figura 19: Rampas longas e baixa declividade com classe de dissecação Horizontal de 1000 a 1500.	99
Figura 20: Mapa de Dissecação Horizontal da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS	100
Figura 21: Mapa de Dissecação Vertical da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS	103
Figura 22: Local com classe de Energia Potencial Erosiva do Relevo de Média a Suavemente Forte	105
Figura 23: Área com declive acentuado cuja classe de Energia Potencial Erosiva do Relevo se encontra entre Suavemente Média e Moderadamente Média	106
Figura 24: Local com classe de Energia Potencial Erosiva do Relevo Moderadamente Média	106
Figura 25: Mapa da Energia Potencial Erosiva do Relevo da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS	108
Figura 26: Fragilidade Potencial Natural da Energia Erosiva do Relevo da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS	109
Figura 27: Mapa da Pluviosidade da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS	111
Figura 28: Graus de Fragilidade Potencial Natural Pluviométrica da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS	112
Figura 29: Potencial erosivo e precipitação da bacia do córrego Moeda, Três Lagoas/MS, Brasil, considerando a normal, do período de 1983 à 2014	115
Figura 30: Fragilidade Potencial Natural da Vegetação Natural da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS, em 2014	118
Figura 31: Mapa de Fragilidade Potencial Natural da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS, em 2014	121

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Graus de Fragilidade Potencial Natural das Formações Geológicas da BHCM, Três Lagoas/MS, adaptado de Ross (1994) e de Medeiros (2014)	47
Tabela 2: Classes de Solo e Pesos da Fragilidade Natural Potencial da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS.	48
Tabela 3: Classes de Declividade da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS	52
Tabela 4: Classes do Mapa de Dissecção Horizontal da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS	55
Tabela 5: Classes do Mapa de Dissecção Vertical da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS	57
Tabela 6: Classes de Energia Potencial Erosiva do Relevo da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, de acordo com as Variáveis: Declividade, Dissecção Horizontal e Dissecção Vertical, Três Lagoas/MS.....	59
Tabela 7: Estações Meteorológicas e seus respectivos Municípios, Localizações e Normal Climatológica Anual	61
Tabela 8: Classes de Fragilidade Potencial Natural de Acordo com a Precipitação Média Anual da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS	62
Tabela 9: Classes de Fragilidade Potencial Natural de Acordo com o Mapa Pluviométrica da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS.....	62
Tabela 10: Parâmetros utilizados com seus respectivos pesos de Fragilidade Potencial Natural na Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS...	67
Tabela 11: Geologia da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS	72
Tabela 12: Geologia e Pesos de Fragilidade Natural Potencial da BHCM, Três Lagoas/MS, adaptado por Oliveira; Pinto e Medeiros (2013) de Ross (1994). ...	75
Tabela 13: Classes de Solo e Pesos da Fragilidade Natural Potencial da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS, Adaptado de Ross (1994) ...	81
Tabela 14: Pesos e Fragilidade Natural Potencial dos Solos da BHCM, Três Lagoas/MS, adaptado de Ross (1994).....	89
Tabela 15: Classes de Declividade, segundo facilidades de ocupação rural da terra, adaptado de Ramalho Filho e Beek (1995), para a Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS	94
Tabela 16: Classes de Declividade e Facilidade na Ocupação Rural na Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas, MS	95

Tabela 17: Classes de Dissecação Horizontal com suas respectivas Áreas em Km ² e % na Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS	98
Tabela 18: Classes de Dissecação Vertical com suas respectivas Áreas em Km ² e %. da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS	101
Tabela 19: Classificação da Energia Potencial Erosiva do Relevo com suas respectivas Áreas em Km ² e %, na Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS	104
Tabela 20: Classes de Fragilidade Potencial Natural em relação ao volume pluviométrico da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS	110
Tabela 21: Erosividade Potencial e Precipitação na BHCM, no período de 1983 à 2014 e de 2014	114
Tabela 22: Vegetação Natural/outras ocupações e suas respectivas Áreas em Km ² e %, na BHCM	116
Tabela 23: Classificação da Energia Potencial Erosiva do Relevo com suas respectivas Áreas em Km ² e %, na Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS.	119

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Características do Latossolos Vermelho-Amarelo Distrófico da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS.....	83
Quadro 2: Características do Latossolos Vermelho Distrófico da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS.....	84
Quadro 3: Características do Argissolo Vermelho Amarelos Distrófico da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS.	87

ANA: Agência Nacional das Águas

BHCM: Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda

DSG: Diretoria de Serviço Geográfico

EMBRAPA: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INPE: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

IP: International Paper

IQD: Inverso do Quadrado da Distância

Landsat: Land Remote Sensing Satellite

MDT: Modelo Digital de Terreno

MJ.mm/ha: Megajoule de Milímetros por Hectare

MMA: Ministério do Meio Ambiente

NASA: National Aeronautics and Space Administration

Org.: Organização

OLI: Operational Land Imager

SPRING: Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas

SIG: Sistema Informação Geográfica

SISLA: Sistema Interativo de Suporte ao Licenciamento Ambiental

SIRGAS: Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas

SRTM: Missão Topográfica Radar Shuttle

UFMS: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

USGS: Serviço Geológico dos Estados Unidos

UTM: Universal Transversa de Mercator

INTRODUÇÃO

Nos dias atuais, com o auxílio das técnicas modernas, o homem tem ganhado, cada vez mais, potencial para alterar o meio em que vive, apropriar-se do território e utilizar os recursos naturais nele presente. Essa apropriação, caso não seja feita de forma planejada, pode causar enormes prejuízos e danos ambientais.

Nesse sentido, para que o planejamento possa ocorrer de forma adequada, é necessário que haja o entendimento das características dinâmicas dos elementos da natureza bem como da interação e inter-relação existente entre eles.

Logo, o primeiro passo para um estudo e planejamento adequados consiste na delimitação apropriada da área. A Política Nacional de Recursos Hídricos, estabelecida em 8 janeiro de 1997 por meio da Lei nº 9.433 aceita a definição de Bacias hidrográficas como unidades de estudo e gestão, a qual foi utilizada no presente trabalho.

Para que se permita o conhecimento da fragilidade potencial natural de bacias hidrográficas, passíveis de ser detectada e mensurada, deve-se analisar a interação entre os elementos da natureza ou do sistema natural.

Utilizou-se, nessa pesquisa, a Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda - BHCM, como modelo. A pesquisa deve vir como um alerta as empresas que utilizam elementos da natureza como matéria prima, para que se atentem e tomem maiores cuidados em áreas mais frágeis, visando minimizar os riscos de impactos ambientais indesejáveis e potencializar os desejáveis, visto que a silvicultura vem crescendo enormemente no Estado do Mato Grosso do Sul, sobretudo na Bacia Hidrográfica do rio Paraná.

Esta Bacia Hidrográfica foi escolhida pois, já a partir da década de 80, o eucalipto começara a ser plantado de forma comercial, alguns anos após, mais precisamente no e final da década de 90, iniciaram-se estudos para o melhoramento genético das espécies. Inicialmente pela empresa CHANFLORA e a partir de 2000 pela Internacional Paper – IP, e, em 2015 possuía hortos de eucalipto cobrindo mais de 57% da área total da bacia. Outro motivo da escolha se refere à fábrica da Fibria MS Celulose Ltda. estar instalada a cerca de 3000m da sua foz, no rio Paraná.

A BHCM tem área de 247,67 km² e fica localizada ao sul da sede do município de Três Lagoas/MS, na margem direita do rio Paraná entre as coordenadas

geográficas de 20°50'00" e 21°01'10" de latitude S e 51°44'55" e 52°01'08" de longitude W. (**Figura 1**)

Poucos estudos vêm sendo desenvolvidos sobre a fragilidade potencial natural dessa área perante os impactos dessa brusca transformação do uso e manejo da terra, sobretudo, vinculados à perda de solos, disponibilidade e qualidade hídrica.

Segundo Ross (2006), complementa afirmando que a degradação ambiental é gerada pelas práticas econômicas predatórias, diminuindo a qualidade ambiental e de vida, que mostra a necessidade de políticos, de planejadores e do conjunto da sociedade ultrapassarem a visão estreita de desenvolvimento determinado apenas por aspectos econômicos e tecnológicos.

Conhecer os elementos naturais da paisagem local é de fundamental importância para que medidas corretivas possam ser aplicadas se necessário e para que o manejo seja, de fato, significativo de modo a minimizar os impactos negativos e potencializar os positivos no que diz respeito à intervenção antrópica na Bacia Hidrográfica do córrego Moeda – BHCM, visando sobretudo a redução dos processos erosivos, que refletem na perda de solos e na quantidade e qualidade de suas águas superficiais.

Neste contexto, para que isso seja possível, foi elaborado o mapa de fragilidade natural da BHCM, que consiste na interação dos mapas de declividade, solos, clima e geologia, com pesos para cada classe, conforme seu potencial erosivo, seguindo algumas recomendações de Ross (1994, 2006 e 2012), Crepani *et al.* (2001), e Medeiros (2014). Houve a inclusão do mapa de erosividade ou energia potencial erosiva do relevo, proposta por Spiridonov (1981) e aperfeiçoada por Mendes (1993) e Mauro *et al.* (1991), e um mapa de cobertura vegetal natural e não natural da BHCM, além de ser incluída uma análise da erosividade quanto ao quantitativo de precipitação, proposta por Bertoni; Lombardi Neto (1999).

Os pesos para cada variável foram estipulados, além das recomendações dos autores já mencionados, pelos dados da SEPLAN/MS (1990), IMASUL (2010 e 2013), EMBRAPA (2006), e, também, pelos resultados de trabalhos já desenvolvidos no Laboratório de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos do Campus de Três Lagoas da UFMS.

Portanto, a pesquisa objetiva contribuir para um entendimento da fragilidade potencial natural das Bacias Hidrográficas, em especial para a região do bolsão, que possuem características biofísicas muito similares e estão sendo submetidas ao

cultivo de grandes hortos de eucalipto para a produção de celulose e papel, carecendo de manejos específicos para minimizar os impactos perante sua fragilidade potencial natural. Logo, o manejo adequado só é possível após o conhecimento das características dos elementos que compõe o sistema, no caso, a Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda.

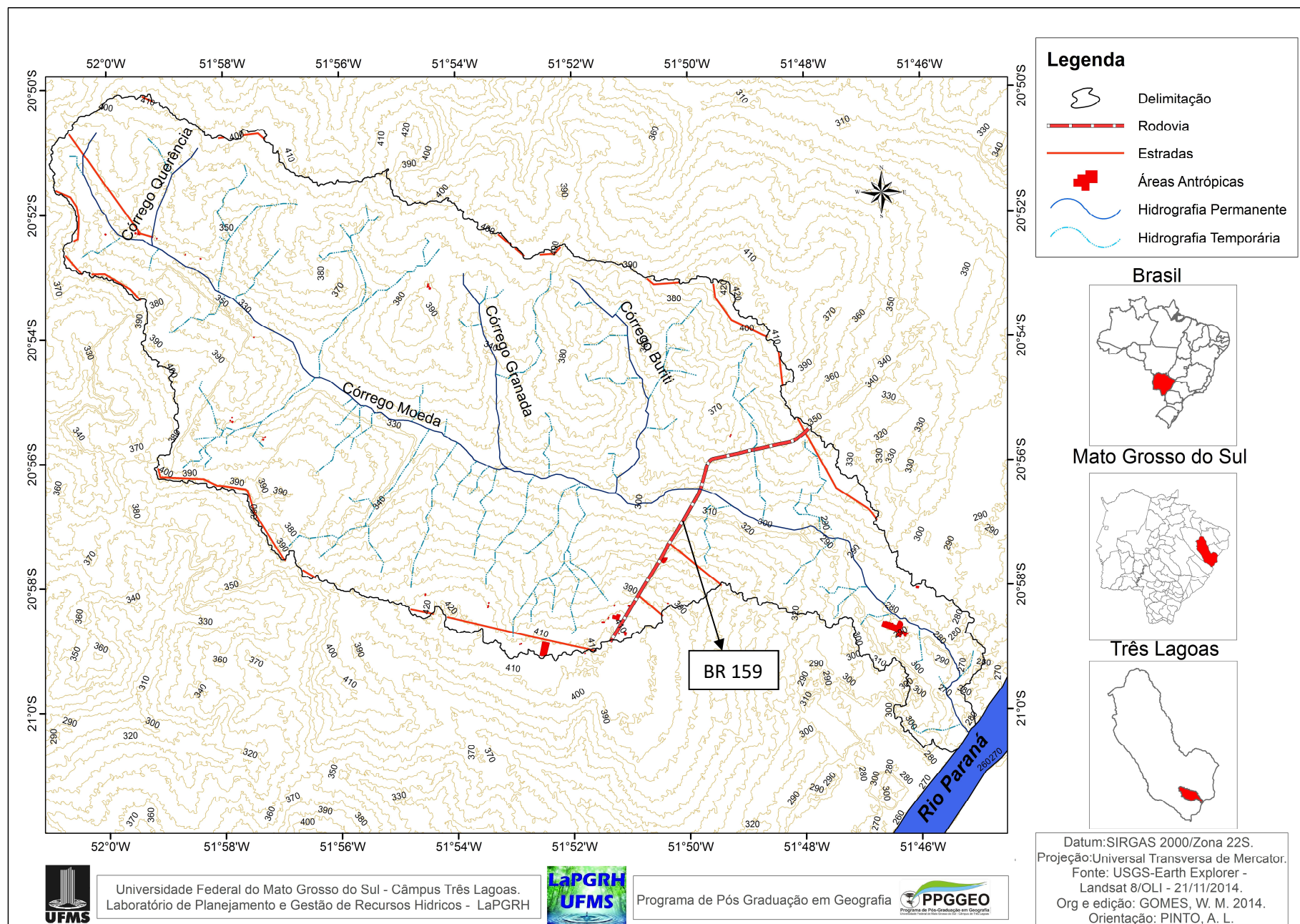


Figura 1: Localização da Bacia Hidrográfico do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

- Avaliar a fragilidade potencial natural da bacia hidrográfica do córrego Moeda e subsidiar ações e/ou estudos que promovam o ordenamento desse sistema hidrográfico.

2.2. Objetivos Específicos:

- Avaliar, após a confecção, os mapas temáticos de clima, geologia, solo, declividade, Dissecação Horizontal e Vertical, vegetação Natural da Bacia hidrográfica do córrego Moeda – BHCM;
- Elaborar e Avaliar o mapa síntese do Potencial erosivo do relevo por meio da interação entre as dissecações horizontal, vertical e declividade, bem como a erosividade quanto ao quantitativo de precipitação da BHCM;
- Elaborar o mapa síntese de fragilidade potencial natural da BHCM a partir da interação dos demais produtos cartográficos gerados e analisá-lo;
- Contribuir, com sugestões, para o ordenamento sustentável e fomento dos impactos positivos da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O homem tem aumentado, cada vez mais, sua capacidade de alterar o meio em que vive. Isso se faz possível devido à evolução das técnicas e da necessidade de exploração dos recursos naturais. Muitas vezes essa exploração não tem ocorrido de forma planejada, podendo acarretar vários problemas ambientais, como por exemplo, erosões, assoreamento de cursos d'água entre outros.

Para que isso não ocorra é preciso conhecer a dinâmica da área que se pretende explorar, visto que cada local tem sua fragilidade potencial natural. Fragilidades essas que podem ser minimizadas ou maximizadas de acordo com o manejo aplicado.

Por essa razão, se não for considerada a fragilidade natural dos sistemas ambientais ocupados pelas atividades antrópica, visando apenas o atendimento do crescimento econômico, sérios impactos podem ser gerados, muitos deles sendo irreversíveis.

Desse modo, antes de qualquer tipo de ocupação e exploração da terra é necessário, segundo Crepani *et. al* (2001, p. 15)

Conhecer os componentes físicos - bióticos (Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Fitogeografia e Clima) que interagindo levaram ao estabelecimento das unidades de paisagem natural. O conhecimento dos mecanismos que atuam nas unidades de paisagem natural permite orientar as atividades a serem desenvolvidas dentro do polígono de intervenção antrópica, de maneira a evitar agressões irreversíveis e obter maior produtividade, além de dirigir ações corretivas dentro daqueles polígonos onde o uso inadequado provoca consequências desastrosas.

Santos (1994) salienta que, cada vez mais, as questões ambientais ganhariam destaque em diversas linhas de pesquisas, como a importância de se planejar, desenvolvimento chamado sustentável, e impactos ambientais. Para esse autor, isso advém do período técnico científico informacional onde as técnicas evoluem rapidamente aumentando a velocidade e o modo como o espaço é transformado pelo homem.

Para a devida compreensão e o desenvolvimento da presente dissertação, faz-se necessário o conhecimento de alguns conceitos, tais como: Geossistema, Bacia

Hidrográfica, Geoprocessamento, Cartografia, Sensoriamento Remoto, Sistemas de Informação Geográfica e Fragilidade Potencial Natural.

A natureza tem como uma de suas características principais a sua dinâmica. Essa dinâmica, por sua vez, é resultado da interação dos subsistemas, nos quais diversos elementos o caracterizam e refletem na sua paisagem.

Desse modo há uma troca de energia e resistência mutua entre todos os elementos da natureza, interação essa, que busca encontrar um equilíbrio natural, ou seja, busca um estado de clímax. Contudo, as leis que regem a natureza são diferentes das que atuam sobre a sociedade, gerando conflitos e impactos que se materializam na paisagem (PINTO; CARVALHO; SILVA, 2005).

Segundo Passos (2003) Alexandre Von Humbolt, já no século XIX demonstrava um grande interesse na paisagem, sendo a partir desse ponto de vista que ele estudava a vegetação, uma vez que, para ele, a vegetação era o elemento mais significativo para a caracterização espacial.

A vegetação, de fato, dentre os diversos elementos que constituem a paisagem, juntamente com o uso da terra, são primordiais e indispensáveis para o entendimento da dinâmica do local e para o planejamento adequado, visando melhorar a qualidade ambiental de um sistema. No entanto, não se deve desprezar os demais elementos, tais como solo, geologia, regime pluviométrico entre outros. Isso se deve ao fato de que a vegetação e o uso da terra são elementos visíveis, sendo que, por outro lado, dados geológicos, por exemplo, demandam um estudo mais aprofundado para a caracterização.

Entende-se paisagem, do ponto de vista da teoria geossistêmica, como o “todo”, sendo resultado da combinação e inter-relação dos elementos da natureza. Desse modo:

A paisagem não é a simples adição de elementos geográficos disparados. É, em uma determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpetua evolução. (BERTRAND, 2004, p. 141)

A paisagem, logo, é um resultado dos processos pretéritos que interagiram entre si, criando e modelando a paisagem tal como é atualmente.

Assim, sobretudo o geógrafo, deve se atentar para a dinâmica da natureza, como ressalta Troppmair (1985, p. 125).

[...] como Geógrafos não devemos estudar o meio físico como produto final, como objetivo único e isolado em si, mas como o meio integrado e dinâmico, em que os seres vivos, entre eles e o homem vivem, se conectam e desenvolvem suas atividades. (TROPPMAIR, 1985, p. 125).

Ideia semelhante a esta pode ser notada, também, na obra “Significância da Teoria de Sistemas em Geografia Física” de Christofolletti (1986, p. 87) quando afirma que “A Geografia Física não deve estudar os componentes da natureza por si mesmos, mas investigar a unidade resultante da integração e as conexões existentes nesse conjunto”.

Logo, para que se possa compreender essa dinâmica, é necessária uma visão totalitária, integradora e, nas palavras de Milton Santos, holística, pois:

[...] só através de um ponto de vista holístico é que se pode compreender uma totalidade. Enquanto a compreensão de um aspecto é necessária à apreensão do todo, é inadmissível negligenciar qualquer uma das partes constituintes [...] (SANTOS, 1992, p.52).

Diante disso, se faz necessário não só levar em conta todos os elementos e processos que existem e/ou ocorrem na área de estudo, mas também se faz imprescindível analisar a relação entre esses elementos, visto que existe uma relação mutua de causa e efeito, onde ao alterar a parte componente, conseqüentemente se altera o todo.

Assim sendo, reconhece-se que a dinâmica da paisagem ocorre em dois processos interligados: os naturais e os antrópicos, cujo primeiro pode ser endógeno e exógeno e o segundo refere-se às atividades diversas praticadas pelo homem. Os processos antrópicos são mais visíveis na bacia hidrográfica do córrego Moeda visto que o uso e o manejo da terra são os principais fatores que vem modificando a paisagem local.

A partir do fato de que os elementos da paisagem ou elementos da natureza interagem entre si, fica difícil a delimitação precisa de uma área de estudos. Isso porque não se pode afirmar com precisão, tornando-se quase impossível estabelecer um limite de influência de qualquer que seja o elemento como objeto de estudos.

Para Claval (1967) qualquer delimitação da área de estudo seria arbitrária e “é impossível achar um sistema geral do espaço que respeite os limites próprios para cada ordem de fenômenos.” (apud BERTRAND, 2004, p. 144).

E é nessa perspectiva que vão surgir conceitos que visam a facilitação de uma delimitação da área de estudos geográficos, como o conceito de Geossistema.

3.1. Geossistema

Diversos autores consideram a noção de geossistemas como um princípio fundamental à geografia física moderna, tais como Chorley; Kennedy, 1991; Isachenko (1971), Chorley (1971), Schmidt (1974), Dyakonov (1974). (SOCHAVA, 1977).

Para Chorley; Kennedy (1971), autores que teriam sido os responsáveis pela introdução do conceito de sistema na geomorfologia,

Um sistema é um conjunto estruturado de objetos e/ou atributos. Esses objetos e atributos consistem de componentes ou variáveis (isto é, fenômenos que são passíveis de assumir magnitudes variáveis) que exibem relações discerníveis um com os outros e opera conjuntamente como um todo complexo de acordo com determinado padrão (CHORLEY; KENNEDY (1971) apud CHRISTOFOLLETTI, 1999, P. 46).

Cabe, também, ressaltar as contribuições de Tricart para a construção do conceito geossistema. Visto que o mesmo já tinha uma perspectiva geossistêmica, no entanto focada na ecologia, como pode ser percebida no seu livro ecodinâmica:

[...] O homem participa dos ecossistemas em que vive. Ele os modifica e, por sua vez, os ecossistemas reagem determinando algumas adaptações do homem. As alterações são permanentes e intensas, qualquer que seja o nível de desenvolvimento técnico da sociedade humana. Essas interações afetam tanto o homem primitivo, que vive da caça e da pesca, quanto o homem da cidade industrial, cuja vida está ameaçada pelas doenças do coração e tem saúde sob risco permanente da poluição atmosférica. (TRICART, 1977, p. 17).

Ainda segundo Tricart (1977) o conceito de ecossistema precede o de geossistema e teria sido proposto pelo inglês Tansley em 1934. No entanto, na época esse conceito não significou uma revolução, logo seu mérito foi sistematizar esse conceito cuja definição foi de que “O ecossistema é um conjunto de seres vivos

mutuamente dependentes uns dos outros e do meio ambiente no qual eles vivem. ” (TRICART, 1977, p.17)

Sochava na segunda metade da década de 70 fez uma adaptação ao conceito de ecossistema e lança o conceito de geossistema, tendo como base o conceito de ecossistema vindo da ecologia, que seria uma área homogênea de organismos, sendo que tais organismos são integrados ao seu ambiente.

Para SOCHAVA (1977) o geossistemas se diferenciariam dos ecossistemas pois “abrangem complexos biológicos, possuem uma organização de sistemas mais complicada e, em comparação com os ecossistemas, têm capacidade vertical consideravelmente mais ampla. ” (SOCHAVA, 1977, p. 17).

E, ainda que um ecossistema coincida espacialmente com o Geossistema, o geógrafo e o ecologista teriam abordagens diferenciadas, visto que “para o geógrafo, é universal; para o ecologista, especializado. ” (SOCHAVA, 1977, p. 17).

Nesse sentido, Bertrand afirma que ecossistema não é um conceito geográfico, uma vez que “não tem escala nem suporte espacial bem definido. Ele pode ser um oceano, mas também pode ser o pântano com rãs. ” (BERTRAND, 2004, p. 143).

Logo, o ecossistema e o Geossistema, ainda na perspectiva do mesmo autor, encontram-se ligados de forma complexa; mas essencial para a compreensão do papel de um conjunto de seres vivos na construção energética de uma região.

Assim, Sochava

Introduz o termo geossistema na literatura soviética com a preocupação de estabelecer uma tipologia aplicável aos fenômenos geográficos enfocando os aspectos integrados dos elementos naturais na entidade espacial em substituição aos aspectos dinâmicos biológicos do ecossistema. (SOCHAVA, 1962 apud CHRISTOFOLLET, 1999, p. 42).

Neste contexto, Sochava (1977) já demonstrava grande preocupação a respeito da interação entre o homem e a natureza devido aos impactos do mesmo no ambiente. Compreende-se, portanto, que somente abordando as questões de utilização racional dos recursos naturais, bem como a interação antrópica nas paisagens é que se pode compor um círculo completo sobre o qual os estudos devem ser focados. Logo, pois, os problemas relacionados ao homem e sua forma de utilização dos recursos naturais ultrapassariam o campo geográfico.

Todavia, ainda segundo o mesmo autor:

O estudo de geossistemas, em relação a muitos de seus aspectos, faz apelo direto à colaboração do homem com a natureza, sobretudo no tocante àqueles referentes à dinâmica dos geossistemas, suas peculiaridades funcionais, potencial de recursos e outros problemas. (SOCHAVA, 1977, p.46).

Ou seja, para Sochava (1977) o principal aspecto de um geossistema está na interação do homem, ou da sociedade com a natureza, logo, pois, os fatores econômicos e sociais devem ser levados em conta na perspectiva geossistêmica. Isso se deve ao fato de que os geossistemas estão, atualmente, tendo a sua evolução temporal, tendo em vista que a medida de tempo de um geossistema é medida por eras, cada vez mais associados e influenciados pelo homem e o tempo da sociedade.

Bertrand (2004) elabora um sistema de classificação com seis níveis temporo-espaciais, ainda divididos em unidades de grandezas. As unidades superiores seriam a zona, o domínio e a região; enquanto que as unidades inferiores são geossistema, geofáceis e geótopo. Nas unidades superiores os elementos climáticos e estruturais são mais relevantes, por outro lado nas unidades inferiores são os elementos biogeográficos e antrópicos os mais relevantes, pois estes se espacializam na paisagem.

Desse modo,

O geossistema situa-se entre a 4ª e a 5ª grandeza temporo-espacial. Trata-se, portanto, de uma unidade dimensional compreendida entre alguns quilômetros quadrados e algumas centenas de quilômetros quadrados. É nesta escala que se situa a maior parte dos fenômenos de interferência entre os elementos da paisagem e que evoluem as combinações dialéticas mais interessantes para o geógrafo. Nos níveis superiores a ele só o relevo e o clima importam e, acessoriamente, as grandes massas vegetais. Nos níveis inferiores, os elementos biogeográficos são capazes de mascarar as combinações de conjunto. (BERTRAND, 2004, p. 146).

O presente trabalho utilizará como base o conceito de geossistema caracterizado por Bertrand (2004) de modo que o geossistema seria a Bacia Hidrográfica do rio Paraná, a geoface a Bacia Hidrográfica do córrego Moeda e o geótopo seria caracterizado como sendo os processos erosivos.

Se para Sochava (1977, p. 10) o tempo de um geossistema

[...] é avaliado por meio de eras, as quais são calculadas, para os geossistemas modernos, a partir daquele estágio temporal em que conexões de sistemas, semelhantes às que atuam no tempo presente, começaram a ser estabelecidas entre os componentes do complexo.

Todavia Bertrand (2004, p. 146), afirma que “[...] o geossistema constitui uma boa base para os estudos de organização do espaço porque ele é compatível com a escala humana. ”

Umas das alternativas utilizadas atualmente para que se possa trabalhar do ponto de vista do planejamento físico territorial no Brasil é comumente usada a proposta de Tricart (1977) e elaborada em sua obra denominada de “Ecodinâmica”. Nessa perspectiva pode-se delimitar espacialmente unidades tendo em vista os processos semelhantes, possibilitando, também, classificar tais unidades de acordo com sua estabilidade (forma e processo), singularidade (diversidade ambiental) fragilidade e/ou vulnerabilidade no que diz respeito à intervenção antrópica entre outros aspectos úteis no tocante ao planejamento e à gestão territorial. (RODRIGUES, 2001 apud GRECHIA, 2011).

Por este motivo é de extrema importância a análise de todas as características de uma Bacia Hidrográfica, a fim de elaborar estudo mais detalhados e mais ricos em informações.

Para Rocha *et. al.* (2000) uma qualidade importante é o fato de a Bacia Hidrográfica ser uma unidade funcional, com processos e interações ecológicas passíveis de serem estruturalmente caracterizados, quantificados e matematicamente modelados.

Desse modo tanto a sociedade como a natureza sofrem influências e consequências resultantes da ação de apropriação inadequadas do espaço. Ou seja, é necessária uma análise integrada do “homem com a natureza, rompendo a visão dicotômica e afirmando a unidade dialética” (CASSETI, 1991, p. 28).

Sabe-se que os processos erosivos em bacias hidrográficas têm se agravado devido à ausência ou uso inadequado de técnicas de conservação e manejo, fato esse, que vem ocorrendo em diversas paisagens do Estado de Mato Grosso do Sul, sobretudo na bacia do rio Paraná.

Portanto, pode-se afirmar que:

A fragilidade dos ambientes naturais face as intervenções humanas é maior ou menor em função de suas características genéticas. A

princípio, salvo algumas regiões do planeta, os ambientes naturais mostram-se em estado de equilíbrio dinâmico até o momento em que as sociedades humanas passaram progressivamente a intervir cada vez mais intensamente na exploração dos recursos naturais. (ROSS, 1994, p.63).

Assim sendo, a bacia hidrográfica é formada pela interação de diversos subsistemas e uma pequena alteração, natural ou antrópica, como no uso e manejo da terra, na precipitação, entre outros, acarretaria em mudanças em todo o sistema, comprometendo o seu funcionamento e equilíbrio dinâmico, além dos recursos naturais, principalmente quando não se estuda o local e desconhece as suas fragilidades naturais.

Para propor medidas normativas é necessário ter em vista que para a recuperação de áreas degradadas é preciso compreender os processos que geram tal degradação, mapeá-los e estabelecer áreas críticas e áreas de risco potencial de erosão, colaborando para a escolha de técnicas mais apropriadas para a sua correção e/ou prevenção, objetivos estes, que o presente trabalho pretende atender.

Pode-se citar Ab' Sáber (2003 p. 10) que argumenta que todos são responsáveis (ou deveriam ser) pela preservação da paisagem “Desde os mais altos escalões do governo e da administração até o mais simples cidadão, todos têm responsabilidades permanentes, no sentido da utilização não predatória dessa herança única que é a paisagem terrestre”.

Para tanto, há que conhecer melhor as limitações de uso específicas de cada tipo de espaço e de paisagem. Há que procurar obter indicações mais racionais, para preservação do equilíbrio fisiográfico e ecológico. (AB' SÁBER. 2003, p. 10).

Christofolletti (1981) salienta que o uso e manejo da terra realizado nas áreas drenadas pela bacia hidrográfica, repercutem diretamente na composição química das águas, sendo que os dejetos, detritos e poluentes lançados pelas áreas urbanas e industriais causam modificações acentuadas na concentração de matéria dissolvida, repercutindo no balanço biológico das águas, nos processos de corrosão e nos de sedimentação.

As mudanças ambientais devidas às atividades humanas sempre aconteceram, mas, atualmente, as taxas dessas mudanças são cada vez maiores, e a capacidade

dos humanos em modificar as paisagens também tem aumentado bastante. (GUERRA, 2006).

Logo, pois, a necessidade de planejamento e consequentemente o conhecimento da área tal qual se pretende utilizar para diferentes fins é de extrema importância, uma vez que somente conhecendo a referida bacia hidrográfica será possível estabelecer formas de manejo visando minimizar eficientemente os possíveis impactos ambientais que possam vir a ocorrer com a dinâmica ocupacional das bacias hidrográficas.

3.2. Bacia Hidrográfica: Unidade de Estudos e Planejamento.

Nos dias atuais muitos estudos ambientais tomam a bacia hidrográfica como unidade de estudo e/ou planejamento. Isso não ocorre apenas na geografia, mas também em áreas similares. Isso se deve ao fato de a bacia hidrográfica ter uma característica integradora, seja no planejamento urbano ou rural.

A própria Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), estabelecida pela lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997, mais conhecida como Lei das Águas, congrega princípios e normas que regem a gestão dos recursos hídricos no Brasil, aceitando, pois, a Bacia Hidrográfica como unidade de estudo e de planejamento.

Segundo a Lei das Águas, a Política Nacional de Recursos Hídricos tem seis fundamentos. A água é considerada um bem de domínio público e um recurso natural limitado, dotado de valor econômico. O instrumento legal prevê, ainda, que a gestão dos recursos hídricos deve proporcionar os usos múltiplos das águas, de forma descentralizada e participativa, contando com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades. A lei também prevê que em situações de escassez o uso prioritário da água é para o consumo humano e para a dessedentação de animais. Outro fundamento é o de que a bacia hidrográfica é a unidade de atuação do Singreh e de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos. (ANA, 2005)

Nesse sentido Botelho; Silva (2004, p.15) afirmam que:

Cresceu enormemente o valor da bacia hidrográfica como unidade de análise e planejamentos ambientais. Nela é possível avaliar de forma integrada as ações humanas sobre o ambiente e seus desdobramentos sobre o equilíbrio hidrológico presente no sistema representado pela bacia de drenagem.

Tendo em vista a possibilidade de análise dos diversos elementos e as interações existentes entre eles, Botelho; Silva (2007, p. 153) afirma que a bacia hidrográfica é “entendida como célula básica de análise ambiental. Sendo assim, a bacia hidrográfica permite reconhecer e avaliar seus diversos componentes e os processos de interação que nela ocorrem”.

Carvalho (2007, p. 23) concorda com o autor citado, pois de fato, a bacia hidrográfica como objeto de estudo possibilita a observação da correlação existentes entre os elementos que compõe o sistema, logo afirma que

A possibilidade de entendimento das correlações existentes entre os diversos elementos dos subsistemas natural, construído, social e produtivo, torna a bacia hidrográfica uma excelente unidade de estudo ambiental, pois possibilita identificar os elementos constituintes de cada subsistema, as interações existentes entre eles, assim como as entradas e saídas de energia, sendo fundamentais para o entendimento da dinâmica desse sistema. (CARVALHO, 2007, p. 23).

São essas relações existentes entre a Bacia Hidrográfica e os elementos presentes nela que tornam um objeto de estudo complexo, fazendo com que cada bacia hidrográfica seja única.

É válido ressaltar que a delimitação de uma bacia hidrográfica por meio das cotas das curvas de níveis não obedece aos limites políticos, econômicos e sociais. Desse modo, muitas vezes é necessária uma cooperação entre municípios, estados e até entre países, dependendo da extensão da bacia hidrográfica.

A bacia passa a ser a unidade de planejamento, integrando políticas para a implementação de ações conjuntas visando o uso, a conservação e a recuperação das águas. Ocorre, porém, que a delimitação territorial por bacia hidrográfica pode ser diferente da divisão administrativa, ou seja, da divisão por estados e municípios. Nesse sentido, a gestão por bacia hidrográfica pode proporcionar uma efetiva integração das políticas públicas e ações regionais, o que por si só é bastante positivo. (SRH/MMA, 1999).

Nesse sentido Carvalho (2009, p. 202) afirma que

A bacia hidrográfica tanto como unidade de análise quanto como unidade de gerenciamento. O primeiro caso apresenta um caráter eminentemente técnico científico, já o segundo é eminentemente político.

Por essa razão, a bacia deve ser gerida como um todo, um grande sistema com complexas e intrínsecas interações, necessitando, que o uso e o manejo da terra sejam sustentáveis, para minimizar os impactos indesejáveis e fomentar os desejáveis.

Por isso

[...] a bacia hidrográfica se constitui em uma unidade geográfica importante para esses estudos, fundamental para a conservação e manejo dos recursos naturais, como a água e o solo. Os problemas de uma bacia hidrográfica não podem ser tratados isoladamente, pois podem envolver sistemas fluviais em extensas áreas geográficas, e as soluções dos problemas locais devem ser tomadas em consonância com as interações ambientais e econômicas de ocupação de toda a bacia. (CAPI JUNIOR, 2001, p. 02).

Logo, na Bacia Hidrográfica existem também relações socioeconômicas, culturais, históricas, de lazer e recreação, entre outras, que não devem ser desconsideradas, uma vez que, atualmente, a maioria das degradações em bacias hidrográficas urbanas ou rurais decorrem desses fatores, visto que o desenvolvimento econômico transforma a natureza em reserva de capital.

Assim,

Nos sistemas ambientais, há interação e transformação recíprocas (de “mão dupla”) entre os subsistemas físico-natural e socioeconômico. Assim ao tratar de qualidade do meio ambiente, é impossível dissociar as relações entre os subsistemas físico-naturais e socioeconômicos, pois essa é a base dos sistemas ambientais. (MATTOS; PERES FILHO, 2005, p. 1318).

Moraes (2001) ressalta que a bacia hidrográfica tomada como unidade de estudos possibilita um planejamento mais adequado dos recursos hídrico, uma vez que a obtenção de dados como geologia, clima, relevo, hidrologia, uso, ocupação da terra entre outros, faz com que seja possível caracteriza-la, classifica-la e diagnosticar-la, e posteriormente propor medidas que possam potencializar os aspectos positivos e minimizar os negativos.

Pode-se perceber que os pesquisadores concordam entre si à respeito da bacia hidrográfica como sendo uma unidade tanto de estudos como de planejamento, seja em estudos ambientais ou sociais. Logo existe a necessidade de que a gestão seja

descentralizada, devendo ser feita com a participação dos usuários, poder público e da sociedade em geral. (VITTE; GUERRA, 2004).

Logo,

A conscientização, cada vez maior, por parte da sociedade, da importância da água, essencial a vida e a muitas das atividades humanas, impulsionou o desenvolvimento de estudos e a criação de leis, em âmbito federal, estadual e municipal, de regulamentação do uso dos recursos hídricos (VITTE; GUERRA, 2012, p. 155).

A Bacia Hidrográfica também se destaca pela existência de diversas relações sociais, visto que a mesma integra diferentes grupos sociais. Logo essas relações devem ser consideradas levando-se em conta, portanto, o uso variado e diferente, já que diferentes grupos sociais podem gerar impactos diferenciados que, por sua vez, repercutem por toda a bacia hidrográfica. (GUERRA; CUNHA, 1996).

Assim podemos afirmar que as bacias hidrográficas

[...] integram uma visão conjunta do comportamento das condições naturais e das atividades humanas nelas desenvolvidas, uma vez que, mudanças significativas em qualquer dessas unidades, podem gerar alterações, efeitos e/ou impactos a jusante nos fluxos energéticos de saída [...] (GUERRA; CUNHA, 1996, p. 37)

Para que se consiga entender a dinâmica e se possa planejar utilizando a bacia hidrográfica como unidade de planejamento, por exemplo, é necessário conhecer a morfologia e os processos e interações entre os elementos. Para tal, algumas ferramentas geoespaciais contribuem para facilitar o entendimento dessas interações dos sistemas natural, construído, socioeconômico e produtivo (PINTO; CARVALHO; SILVA, 2005).

O modelo apresentado na **Figura 2** simplifica o funcionamento do sistema Bacia Hidrográfica, sistematizando as diversas relações existentes entre os diferentes agentes da mesma.

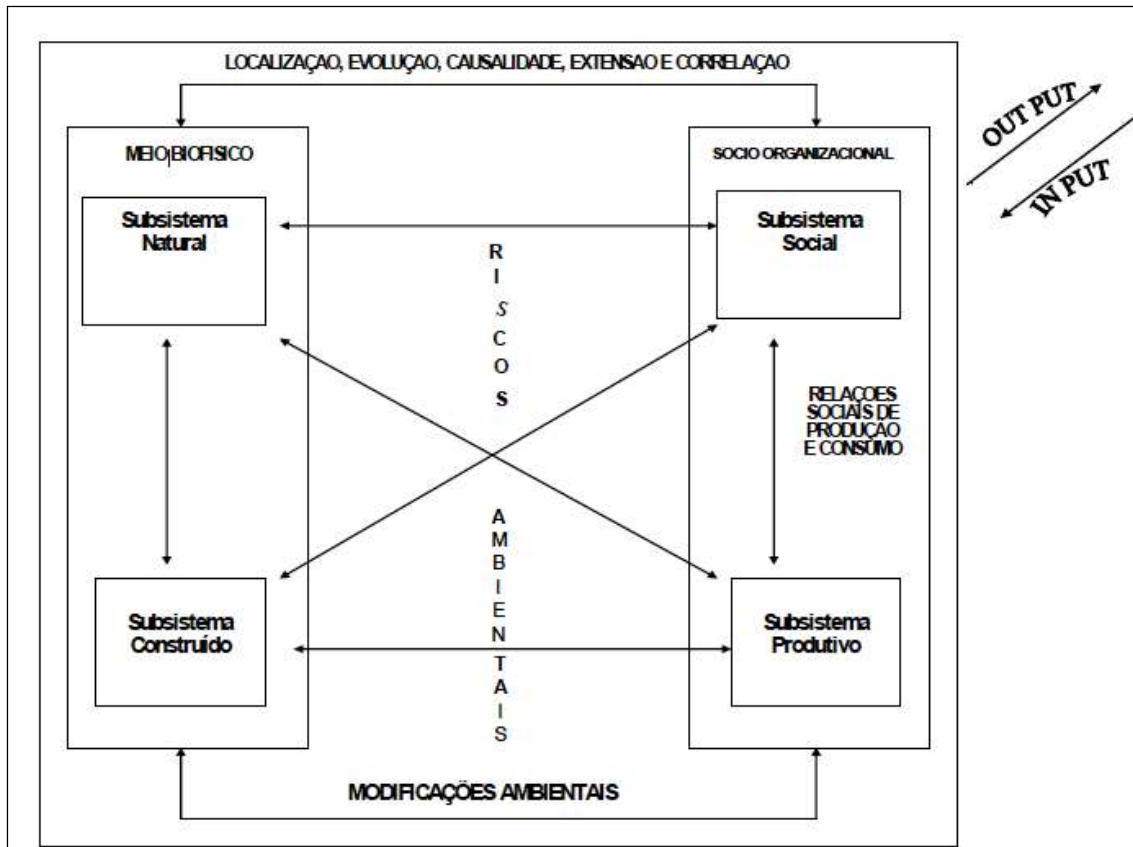


Figura 2: Modelo Simplificado de Funcionamento do Sistema Bacia Hidrográfica.
Fonte: PINTO; CARVALHO; SILVA, 2005.

Nota-se, com a sistematização proposta na **Figura 2**, as relações e interdependência entre o Meio Biofísico (Subsistema Natural e o Subsistema Construído) e o Sócio Organizacional (Subsistema Social e Subsistema produtivo que interagem entre si resultando em relações de produção e consumo). Por meio dessa relação entre o Sócio Organizacional e o Meio Físico, buscando a apropriação da natureza, ocorrem as Modificações Ambientais, ou seja, essa inter-relação gera Riscos Ambientais.

Todas as relações existentes nas Bacias Hidrográficas, as tornam complexas e dificultam para que sejam feitas as especializações e as análises devidas de tais relações. Logo, para estudar a Bacia Hidrográfica, faz-se necessário utilizar base cartográfica, imagem de satélite entre outros recursos para a melhor compreensão e correlação dos elementos da natureza. Algumas técnicas para tratar de dados geográficos, como por exemplo: o Geoprocessamento, são imprescindíveis.

3.3. Geoprocessamento: Cartografia, Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informação Geográfica - SIG's

Nas pesquisas ambientais é essencial a compreensão de todos os agentes que atuam no ambiente, podendo ser agentes sociais ou naturais.

Para a análise e compreensão de uma área de estudos ambientais deve-se observar coletar, sistematizar e analisar as informações geográficas. Para isso existem “ferramentas” que auxiliam nessas tarefas, possibilitando, assim, uma análise mais sólida e segura dos dados obtidos, o que, por sua vez, é fundamental para se tomar decisões importantes no tocante a preservação ambiental.

No contexto das geotecnologias, o geoprocessamento tem sido muito utilizado, uma vez que englobam vários conhecimentos específicos e, ao uni-los, faz-se possível uma análise integradora.

3.3.1. Geoprocessamento

O geoprocessamento tem sido utilizado em várias áreas da Ciência, como por exemplo, a Cartografia, a Geografia, a Agricultura, a Geologia, entre outras. No Brasil a introdução do geoprocessamento iniciou-se nos anos 80 com os esforços do professor Jorge Xavier da Silva (UFRJ).

Para Moreira (2007, p. 256)

O geoprocessamento pode ser entendido como a utilização de técnicas matemáticas e computacionais para tratar dados obtidos de objetos ou fenômenos geograficamente identificados ou extrair informações desses objetos ou fenômenos, quando eles são observados por um sistema sensor. (MOREIRA, 2007, p. 256)

Segundo Piroli (2010), o geoprocessamento é dividido em vários componentes: a informática, os sistemas de informação geográfica, o sensoriamento remoto, o sistema de posicionamento global, cartografia digital, topografia, processamento digital de imagens, entre outros.

Assim como Piroli (2010), Moreira (2007) também afirma que o geoprocessamento tem ajudado para o entendimento da evolução dos sistemas e tem sido empregado em várias áreas da ciência.

Desse modo, nota-se que as definições existentes entre diversos autores não se diferem com muita significância, de modo que a conclusão é de que o Geoprocessamento é um conjunto de tecnologias de coleta, tratamento, manipulação e apresentação de informações à cerca do espaço visando um objetivo específico. Suas principais ferramentas são os Sistemas de informação Geográfica (SIG) e o Sensoriamento Remoto (PIROLI, 2010).

3.3.2. Cartografia

A necessidade de mapeamento e, por conseguinte, de construção cartográfica surge desde os primórdios da humanidade visando marcar locais de caça, pesca, água entre outros de acordo com as necessidades da época.

Nos dias atuais as técnicas cartográficas estão ainda mais necessárias, logo, existe uma linguagem cartográfica universal, possibilitando que todos façam e analisem os dados dentro da mesma linguagem cartográfica.

Para Harley (1991, p. 05) “[...] a apreensão do meio ambiente e a elaboração de estruturas abstratas para representa-lo sempre foram uma constante da vida em sociedade desde os primórdios da humanidade até os nossos dias”.

A cartografia passou por diversas mudanças, sendo tradicionalmente considerada, para Sanchez (1981) como:

Ciência que se preocupa com os estudos e as operações científicas, artísticas e técnicas resultantes de observações e medidas diretas ou explorações de documentos visando à obtenção de dados e informações para a elaboração de representações gráficas tipo: plantas, cartas, mapas, gráficos, diagramas e outras formas de expressão, bem como, de sua utilização (SANCHEZ, 1981, p. 74).

Desse modo a cartografia pode ser entendida, segundo Sanchez (1981), como uma ciência, que por sua vez, se preocuparia com estudos, operações científicas, artísticas e técnicas. Ainda segundo o mesmo autor ela é resultado da observação de fenômenos para representa-los, seja na forma de gráficos, cartas, mapas, entre outras.

Já Duarte (1991) refere-se à cartografia temática, que por sua vez é parte da cartografia, e refere-se ao planejamento, impressão e confecção de mapas sobre uma base. Nessas são anexadas às informações utilizando-se símbolos.

É válido ressaltar que a cartografia se emancipa da geografia somente no século XIX, e nesse período se destaca por um grande avanço científico e tecnológico. Nesse momento surgem mapas específicos como geológicos, de biologia entre outros. Logo, nota-se uma divisão do trabalho científico.

Lacoste (1988) já afirmava essa emancipação como se percebe na seguinte citação:

Esta tarefa essencial da Geografia que é o estabelecimento das cartas será dela dissociada, sob o nome de Cartografia, somente no século XIX. É nessa época, com efeito, que em Estados cada vez mais numerosos, e por razões econômicas e militares, desenvolve-se maciçamente a produção de mapas precisas, em grande escala, o que exige um grande número de especialistas (LACOSTE, 1988, p. 3).

Logo, a cartografia temática se desenvolve nesse referido contexto de afirmação das ciências.

Esta se preocupa mais com a representação da realidade que é o objeto de estudo de cada setor do conhecimento, enquanto que a cartografia Topográfica tem como objetivo preciso a representação exata e detalhada da superfície da Terra ou parte dela que participa como pano de fundo preciso para localizar qualquer tema. (WELTER, 2006, p. 24).

No sentido de representação de fenômenos por meio da cartografia, Cunha (2001) salienta que essa referida representação é um esquema simplificado da realidade, isso devido ao objetivo de facilitar a compreensão do objeto representado e devidamente mapeado.

Para Martinelli (2003 apud WELTER, 2006, p.28-29)

A cartografia de síntese concebe mapas ditos de síntese. Eles não trazem mais elementos em superposição ou em justaposição como nos mapas analíticos, mas sim a fusão deles em 'tipos' – unidades taxonômicas. Estas agrupam lugares caracterizados por agrupamentos de atributos ou variáveis.

Assim, a representação cartográfica é um trabalho técnico que objetiva transmitir ou comunicar uma ideia sem que haja margem para interpretações contraditórias. Deve existir, para isso, uma harmonia entre os componentes da representação, ou seja, entre os símbolos, cores, letras entre outros elementos

cartográficos, fornecendo informações corretas. Pode-se dizer, pois, que na representação cartográfica o artístico e o científico se unem. (DUARTE, 1991).

Logo, pois, a cartografia é uma técnica que auxilia o pesquisador na organização e representação das ideias e dados, ou na perspectiva de Sanchez (1981), é um meio de um trabalho ou uma pesquisa geográfica e nunca um fim.

Desse modo, no presente trabalho concorda-se, de fato, com a definição de Salichtchev (1988, p. 21) que afirma que a cartografia é a “ciência que retrata e investiga a distribuição espacial dos fenômenos naturais e culturais, suas relações e suas mudanças através do tempo, por meio de representações cartográficas”.

A cartografia, então, a partir do século XX recebe um novo estímulo, pois passa a utilizar fotografias aéreas para elaboração de mapas.

“Neste século, também surgiram os produtos de sensoriamento remoto orbital, sendo que as imagens de satélite [...] são amplamente utilizadas nos estudos de geografia e na elaboração de seus mapas temáticos”. (WELTER, 2006, p. 25).

Para a manipulação dessas imagens de satélite, elaboração de mapas entre outras ações faz-se necessário a utilização dos SIGs.

3.3.3. Sensoriamento Remoto

O sensoriamento remoto é um componente importante do geoprocessamento, principalmente nas pesquisas ambientais, pois é uma técnica que possibilita obter informações atualizadas sobre os elementos naturais e antrópicos. Pode-se citar como exemplo as imagens de satélites que são utilizadas no presente trabalho.

É fato que o sensoriamento remoto teve origem nos anos 1960, devido grande desenvolvimento da área espacial nesses anos, conhecida como a década da corrida espacial (MENESES; ALMEIDA, 2012).

Várias definições de sensoriamento remoto têm sido propostas, alguns pesquisadores propõem uma definição máxima globalizante afirmando que o sensoriamento remoto é a aquisição de dados sobre um objeto sem tocá-lo; enquanto outros sugerem uma definição mínima tentando assegurar que funções legítimas, apenas, sejam inseridas na definição. (JENSEN, 2009)

Para Joly (1990, p. 66), por exemplo, no que diz respeito às novas tecnologias ele define sensoriamento remoto como “[...] o conjunto das técnicas de observação e de registro à distância das características da superfície terrestre”.

Assim como Meneses; Almeida (2012, p. 01) afirmam que:

Sensoriamento remoto, termo cunhado no início dos anos de 1960 por Evelyn L. Pruitt e colaboradores, é uma das mais bem sucedidas tecnologias de coleta automática de dados para o levantamento e monitoração dos recursos terrestres em escala global.

Segundo Meneses; Almeida (2012, p. 03) a definição clássica de sensoriamento remoto como sendo “uma técnica de obtenção de imagens dos objetos da superfície terrestre sem que haja um contato físico de qualquer espécie entre o sensor e o objeto” estabelece a base para uma definição mais científica, que seria a seguinte:

Sensoriamento Remoto é uma ciência que visa o desenvolvimento da obtenção de imagens da superfície terrestre por meio da detecção e medição quantitativa das respostas das interações da radiação eletromagnética com os materiais terrestres. (MENESES; ALMEIDA, 2012, p. 03)

A partir dessa definição fica explícito que o objeto imageado é registrado pelo sensor por meio da radiação eletromagnética, logo, nenhum outro tipo de sensor, que obtenha imagem sem a detecção da radiação eletromagnética, será classificado como sensoriamento remoto. Ou seja, para que seja classificado como tal, devem obter imagens e dados por meio da referida radiação eletromagnética, como por exemplo, a luz solar refletida da superfície de um determinado objeto. (MENESES; ALMEIDA, 2012)

Em contrapartida, para Mirandola Avelino (2006) o sensoriamento remoto não pode ser entendido como uma ciência, mas sim como uma tecnologia, a qual depende de várias ciências e, seu avanço, depende diretamente do avanço das outras ciências. Desse modo, seu principal objetivo é expandir a percepção sensorial do ser humano, seja por meio da visão panorâmica possibilitada pelas informações aéreas ou espaciais ou pela possibilidade de se obter informações inacessíveis à visão humana.

3.3.4. SIG- Sistemas de Informação Geográfica

Com o avanço das tecnologias e das técnicas de geoprocessamentos a cartografia se desenvolveu muito. Não só contribuíram para isso a utilização de fotografias aéreas e imagens de satélites, mas também o desenvolvimento de computadores para o processamento dessas imagens e informações, além dos softwares.

A respeito desse desenvolvimento Christofolletti (1999, p. 25) argumenta que:

O acelerado desenvolvimento tecnológico da informática está propiciando recursos técnicos cada vez mais potentes, permitindo que programas específicos possam ser cada vez mais utilizados para se fazer previsões, usando-se a análise de dados por meio de modelos estatísticos padrões e pela construção de modelos de simulação, com base maior ou menos nas informações sobre os processos físicos. (CHRISTOFOLETTI 1999, p. 25)

Atualmente, não somente a geografia tem utilizado os chamados SIG - Sistema de Informação Geográfica (do inglês GIS - *Geographic Information System*). Pois são ferramentas muito eficientes para armazenar, analisar e localizar espacialmente um determinado fenômeno, além de possibilitar o manuseio e saída de dados já analisados. "Possibilita, ainda, mediante algoritmos específicos, realizar hierarquias e classificações taxonômicas, das quais podem resultar mapas de síntese". (WELTER, 2006, p. 25).

Isso é possível devido ao fato de que um SIG é considerado

[...] um conjunto de ferramentas computacionais composto de equipamentos e programas que, por meio de técnicas, integra dados, pessoas e instituições, de forma a tornar possível a coleta, o armazenamento, o processamento, a análise e a oferta de informação georrefenciada produzida por meio de aplicações disponíveis, que visam maior facilidade, segurança e agilidade nas atividades humanas referentes ao monitoramento, planejamento e tomada de decisão relativa ao espaço geográfico. (ROSA, 2005, p.81).

Ferreira (1997) complementa afirmando que os SIGs:

[...] apresentam um conjunto de funções e aplicações espaciais voltadas para a integração de dados, que agrupam ideias desenvolvidas nas mais diferentes áreas, como agricultura, botânica, computação, economia, matemática, fotogrametria e principalmente na área de geografia. (FERREIRA, 1997, p.28).

Percebe-se a importância e colaboração que os SIGs trouxeram para os estudos, sobretudo, geográficos. No entanto ele por si só não teria tanto êxito, visto que os Sistemas de Informações Geográficas devem estar aliados à cartografia e ao sensoriamento remoto.

Logo, os SIGs, a cartografia e o sensoriamento remoto tornam possível a representação da área de estudos de forma que se possa associar e representar os componentes da paisagem devido à sua capacidade de síntese. Visto que, para os estudos ambientais é importante que haja a integração de todos os componentes: naturais e sociais.

Desse modo, a bacia hidrográfica é vista como uma unidade integrada por diversos elementos que, por sua vez, interagem entre si. Com isso qualquer alteração em um desses elementos influi e interfere diretamente no outro, podendo resultar em áreas mais ou menos frágeis de acordo com as características do local.

3.4. Fragilidade Potencial Natural

Em 1971, Ratcliffe descreveu fragilidade como sendo uma medida da sensibilidade de um ecossistema às pressões ambientais, ou seja, ameaças que poderiam vir a perturbar o equilíbrio existente num determinado espaço. (GIMENES; FILHO, 2013).

Porém o conceito de fragilidade ambiental ganhou força apenas nos últimos anos.

Smith e Theberge (1986 apud GIMENES; FILHO, 2013, p. 6564) definem fragilidade como

[...] o oposto à estabilidade, sendo estabilidade a velocidade com que um sistema retorna ao equilíbrio após uma perturbação. Os autores ainda destacam que a fragilidade pode ser natural ou induzida pelo ser humano e que a natural pode ser devida a fatores internos ou externos.

Percebe-se que, nas definições citadas, a fragilidade é definida basicamente como uma alteração no ambiente, alteração essa que desestabiliza o geossistema, essa alteração, pode ser originada tanto de causas naturais como de causas antrópicas.

Para que seja avaliada essa fragilidade

[...] deve ser identificada a perturbação em questão e os principais atributos que poderão ser afetados, tanto bióticos (fauna, flora) como abióticos (solo, recursos hídricos, etc.), dependendo do caso. (GIMENES; FILHO, 2013, p. 6564).

É necessário ainda frisar que existe a distinção entre os conceitos de fragilidade e vulnerabilidade, uma vez que uma determinada área pode ser “inerentemente frágil, mas é vulnerável a uma ameaça externa como mudança no uso do solo, por exemplo”. (GIMENES; FILHO, 2013, p. 6564).

Ou seja, de acordo com o exposto, fragilidade é o resultante apenas de fatores intrínsecos, a partir do momento em que essa vulnerabilidade se associa com perturbações e alteração causada por ações antrópicas ela já seria denominada de vulnerabilidade do ambiente, ou vulnerabilidade ambiental. O presente trabalho utiliza apenas o conceito de Fragilidade Natural.

Ross (1994) introduziu o conceito de fragilidade ambiental em seu estudo intitulado *Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados*, afirmando que:

A fragilidade dos ambientes naturais face as intervenções humanas é maior ou menor em função de suas características genéticas. A princípio, salvo algumas regiões do planeta, os ambientes naturais mostram-se em estado de equilíbrio dinâmico até o momento em que as sociedades humanas passaram progressivamente a intervir cada vez mais intensamente na exploração dos recursos naturais. (ROSS, 1994, p.63).

Logo, é necessário, para o entendimento da dinâmica da BHCM, um entendimento do funcionamento do ambiente natural. Tendo isso em vista a metodologia utilizada nesse trabalho é baseada na compreensão das características dinâmicas do ambiente natural proposta por ROSS (1994).

De acordo com a metodologia de Ross (1994)

[...] as unidades de fragilidade dos ambientes naturais devem ser resultantes dos levantamentos básicos de geomorfologia, solos, cobertura vegetal/uso da terra e clima. Esses elementos tratados de forma integrada possibilitam obter um diagnóstico das diferentes categorias hierárquicas da fragilidade dos ambientes naturais. (SPORL; ROSS, 2004, p. 40)

Assim, o modelo de Ross propõe que as variáveis utilizadas na análise sejam hierarquizadas, de acordo com suas vulnerabilidades, em 5 classes de modo que “as variáveis mais estáveis apresentarão valores mais próximos de 1,0, as intermediárias ao redor de 3,0 e as mais vulneráveis estarão próximas de 5,0” (SPORL; ROSS, 2004, p. 40).

Desse modo o mapa de fragilidade ambiental “representa as áreas que podem ser mais afetadas por mudanças da dinâmica natural existente devido a fatores intrínsecos”. (GIMENES; FILHO, 2013, p. 6569).

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para a elaboração do mapa de fragilidade potencial natural da BHCM adaptou-se duas propostas metodológicas denominadas: Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais elaborada por Ross (1994) e da metodologia proposta por Crepani *et al.* (2001) denominada Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento aplicado ao Zoneamento Ecológico Econômico e ao Ordenamento Territorial, onde acrescentou-se as áreas de Importância biológica, reconhecidas pelo Decreto no. 5092, de 21 de maio de 2004 e instituídas pela Portaria nº 126 de 27 de maio de 2004 do Ministério do Meio Ambiente (MMA) como "Áreas Prioritárias para a Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira".

Para a elaboração do mapa de fragilidade potencial natural, segundo as adaptações das metodologias já citadas, são necessárias à elaboração dos mapas temáticos de declividade ou clinográfica, geologia, clima, solos, a estipulação de pesos a cada variável, para cada tema, e finalmente, da interação desses documentos cartográficos, assim tem-se o documento síntese de fragilidade potencial natural.

A vulnerabilidade a processos erosivos, tomando-se como referência o proposta por Ross (2006). As declividades foram classificadas tomando como referência Ross (1994). Para a classificação do mapa de precipitação utilizou-se como critério os níveis de interferência na estabilidade do ambiente de acordo com Ross (2012)

Essa metodologia foi adaptada, com a inclusão dos mapas de dissecação horizontal, dissecação vertical e clinográfica, que resulta no mapa síntese de energia potencial do relevo, desenvolvida por Spiridonov (1981) e melhorada por Mendes (1993) e Mauro *et. al.* (1991), da erosividade potencial segundo o quantitativo de precipitação mensal, proposta por Bertoni e Lombardi Neto (1999) e de cobertura vegetal natural remanescente na bacia, que certamente tornaram o mapa de fragilidade potencial natural, mais detalhado e preciso.

Para tanto são necessárias etapas metodológicas detalhadas a seguir, as quais apresentam os procedimentos para a classificação e atribuição de graus de fragilidade para cada variável.

4.1. Mapa Base da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda

Para a elaboração do mapa base da BHCM, foram utilizadas as cartas topográficas do DSG, folha Três Lagoas (MS – SF 22-V-B-V), na escala de 1:100.000, que foram geradas a partir da restituição de fotografias aéreas de 1985, na escala de 1:60.000, posteriormente a mesma passou por atualizações a partir de imagens de satélite e, informações mais recentes como hidrografia, estradas, pontes, malha urbana, foram obtidas de imagens Landsat 8 de 2014 do sensor OLI, órbita 223 e ponto 74.

Utilizou-se, também, o modelo digital de terreno da Missão Topográfica Radar Shuttle – SRTM, disponibilizado por meio do site do Serviço Geológico dos Estados Unidos – USGS de 2014. O SIG ArcGis 10 foi utilizado para a manipulação desses dados.

O mapa base foi utilizado, pois, como informação inicial para os outros produtos gerados, como por exemplo, os mapas de solos, geologia, declividade, dissecação horizontal e vertical, energia potencial erosiva do relevo entre outras.

4.2. Geologia da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda

O mapa Geológico foi elaborado a partir dos dados fornecidos pelo Sistema Interativo de Suporte ao Licenciamento Ambiental (SISLA) do Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul, na escala de 1:1.000.000, que recobrem toda área do estado de Mato Grosso do Sul.

Para manipulação utilizou-se o ArcGis 10, logo, devido à escala, foi necessário fazer algumas adaptações de acordo com o estudo de impacto ambiental elaborado pela Fibria MS Celulose Ltda., visto que a empresa disponibilizou dados consideravelmente mais detalhados e em escala mais compatível com o objeto de estudo. Desse modo, com o auxílio do ArcGis 10 foi possível quantificar a área ocupada por cada disposição geológica existente na bacia em km².

Dessa forma, a disposição geológica da BHCM, ficou caracterizada em três níveis, sendo eles os de Fragilidade Potencial Natural Baixa, Média e Muito Alta, como sugerido por Ross (1994).

Os pesos foram aplicados conforme a fragilidade das rochas que constituem cada Formação Geológica, sendo assim quanto mais frágeis as rochas que

constituem a formação, maior será o peso, enquanto que quanto mais resistentes as rochas, menor o peso atribuído à formação geológica que constitui a BHCM. Por exemplo, a formação geológica composta pelos depósitos aluvionares, a mais frágil, porosa e potencialmente erosivo da bacia, recebeu o peso 5 de Fragilidade Potencial Natural Muito Alta, **Tabela 1**.

Tabela 1: Graus de Fragilidade Potencial Natural das Formações Geológicas da BHCM, Três Lagoas/MS, Adaptado de Ross (1994) e de Medeiros (2014).

Formação Geológica	Graus de Fragilidade	Cores temáticas/Pesos
Formação Santo Anastácio	Fraca	2
Formação Caiuá	Média	3
Depósitos Aluvionares	Muito Forte	5

Fonte: Adaptado de Ross (1994).

Org: GOMES (2015).

4.3. Solos da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda

Para a elaboração do mapa Pedológica foi realizado a identificação das unidades de solos, que teve como base o levantamento de solos elaborado pelo Macrozoneamento (RADAM BRASIL, 1984/1985) produzido na escala de 1:250.000, extraído do banco de dados Sistema Interativo de Suporte ao Licenciamento Ambiental (SISLA). Para a padronização da nomenclatura foi usado o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006).

Os dados obtidos por meio das referências mencionadas estão, de fato, em uma escala que não é totalmente compatível com o nível de detalhes ao qual se pretende chegar na presente pesquisa. Logo, utilizou-se, também, dados fornecidos pela empresa Fibria MS Celulose Ltda., que apresentam grande nível de detalhes e características dos solos. Esses dados de solos fornecidos possuem diferentes escalas, variando de 1:35.000 a 1:70.000, elaborados conforme levantamento pedológico realizados entre 2009 a 2012.

Esses mapas fornecidos em diferentes escalas foram inseridos em software ArcGis, georreferenciados, reprojetados e unificados em um único mapa com escala de 1:93.000.

Utilizou-se a adaptação desenvolvida por Oliveira (2011) de Ross (1994) com os respectivos pesos de fragilidade para cada classe de solos, **Tabela 2**.

Tabela 2: Classes de Solo e Graus de Fragilidade Potencial Natural da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS

Legenda	Tipos de Solo	Fragilidade Potencial Natural	Cores Temáticas/Pesos
PVAd1	Argissolo Vermelho-Amarelo Tb Distrófico Típico	Muito Fraca	1
PAd	Argissolo Amarelo Tb Distrófico Abruptico Plíntico		
LVAd4	Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico	Fraca	2
LVd3	Latossolo Vermelho Distrófico	Muito Forte	5
--	Planossolo Háptico		
RQo1	Neossolo Quartzarenico Órtico Típico		
FXd	Plintossolo Háplico Distrófico		
CXbdg	Cambissolo Háplico Tb Distrófico		

Fonte: Fibria MS Celulose Ltda. (2010).

Para o elemento do sistema natural solo, a determinação de classes e pesos se baseou nas características de textura, estrutura, plasticidade, grau de coesão das partículas e profundidade/espessura dos horizontes superficiais e subsuperficiais, além de considerar a erodibilidade em relação ao escoamento superficial difuso e concentrado das águas pluviais.

A erodibilidade dos solos, portanto, deriva da profundidade, da permeabilidade à água e do tamanho das partículas, que se refere à coerência. A profundidade e a permeabilidade interferem na quantidade de água que infiltra ou que escoa superficialmente (ROSS, 2012)

Tendo em vista que para a determinação das classes e pesos de fragilidade potencial natural dos solos foi levado em conta as suas características, como textura, estrutura, plasticidade, grau de coesão das partículas e profundidade/espessura dos horizontes superficiais deve-se ressaltar que

A textura dos solos influencia a erodibilidade porque partículas granulométricas possuem uma reação diferencial com relação à resistência e a desagregação pela ação da chuva. É aceito que a

resistência granulométrica dos solos cresce quando maior é o teor de argila e diminui quando maior é o teor de silte e de areia. Embora seja importante em estudos de erodibilidade a consideração da textura, as mesmas não podem ser consideradas isoladamente, pois embora, como exemplo, um maior teor de argila proporcione uma boa resistência física aos solos, por outro lado diminui a velocidade de infiltração de água causando escoamento superficial (SILVEIRA, NÓBREGA, BALDO, 2009 apud BONIFÁCIO, 2013, p.83).

É necessário ter em vista que

O solo é uma coleção de corpos naturais, constituídos por partes sólidas, líquidas e gasosas, tridimensionais, dinâmicos, formados por materiais minerais e orgânicos que ocupam a maior parte do manto superficial das extensões continentais do nosso planeta, contém matéria viva e podem ser vegetados na natureza onde ocorrem e, eventualmente, terem sido modificados por interferências antrópicas (EMBRAPA, 2006, p. 32).

Logo, o corpo tridimensional que representa o solo é denominado “pedon”. (EMBRAPA, 2006)

A nova classificação dos solos da EMBRAPA cuja segunda edição data do ano de 2006 foi baseada no sistema americano modificado por Thorp e Smith em 1949. “Em se tratando de uma classificação moderna, ela se baseia em propriedades (atributos) e horizontes diagnósticos.” (JACOMINE, 2009, p. 161)

O Sistema Brasileiro compreende 6 níveis categóricos, com 13 classes no 1º nível (ordens). Seguem-se os seguintes níveis: 2º nível (subordens), 3º nível (grandes grupos), 4º nível (subgrupos), 5º nível (famílias) e 6º nível (séries).

A taxonomia das classes de solos existentes na bacia hidrográfica do córrego Moeda, pois, segue essa classificação, de modo que alguns solos são classificados avançando níveis mais altos e outros níveis mais baixos, tendo em vista as características importantes para a atribuição de pesos e fragilidade potencial natural dos mesmos.

4.4. Energia Potencial Erosiva do Relevo da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda

Trata-se de um documento de síntese que possibilita analisar como se configura a integração dos dados de declividade, de dissecação horizontal e de

dissecação vertical. Desse modo, tem-se em um único documento um conjunto de dados morfométricas que caracterizam a geometria da área estudada.

A seguir os procedimentos necessários serão devidamente detalhados, de modo que se faz necessário estabelecer as classes de declividade, dissecação horizontal e vertical.

4.4.1. Declividade da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda

O mapa de declividade ou clinográfico da BHCM foi gerado a partir das imagens do radar SRTM (shuttle Radar Topography Mission) obtidas gratuitamente por meio do banco de dados do site EarthExplorer. O SRTM por sua vez foi reprojetado com o auxílio de ferramentas do software ArcMap 10, em que as imagens foram classificadas e recortadas utilizando-se do recorte da BHCM, a qual foi delimitada por meio dos divisores de água da mesma, os quais foram obtidos, também, por meio das curvas de nível geradas a partir do modelo digital de elevação, SRTM.

Para isso, utilizou-se a ferramenta clip, que se encontra no menu arcToolbox/Data Management Tools/Raster/RasterProcessing/Clip. Como podemos observar na **Figura 3**.

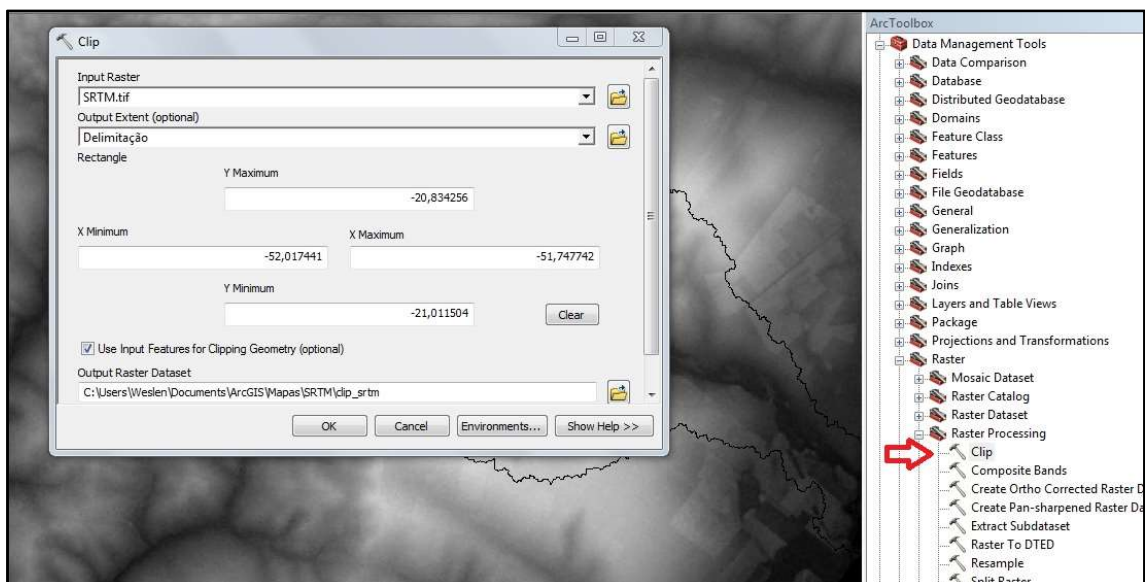


Figura 3: "Ferramenta" Clip do SIG. ArcGis 10.

Após recortado o Modelo Digital de Terreno (MDT), ainda no menu arcToolbox, para o cálculo da declividade utilizou-se a "ferramenta" Slope, que pode ser

encontrada em SpatialAnalyst Tools /Surface /Slope. É necessário alterar a opção Output measurement para Percent_rise a fim de que a declividade seja calculada em porcentagem. Em Input raster foi inserido o MDT (nesse caso SRTM) e em Output raster foi escolhido o local a ser salvo. A **Figura 4** ilustra esse procedimento.

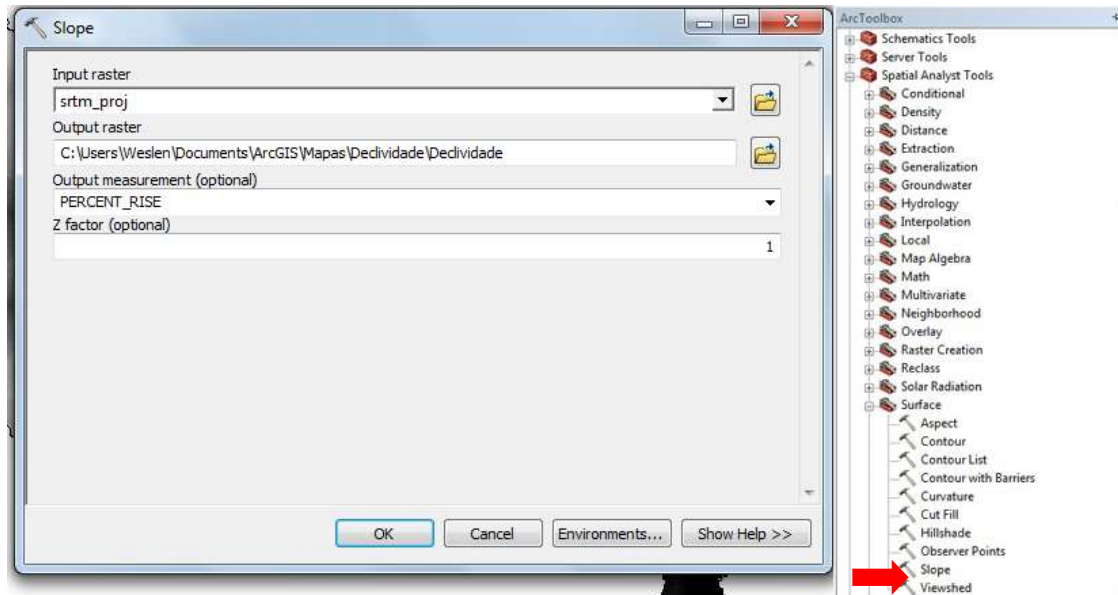


Figura 4: Procedimento para a obtenção do percentual de declividade da BHCM no SIG ArcGis 10.

A Declividade gerada a partir do MDT SRTM apresentou 36 classes de declividades as quais foram agrupadas de modo que quantificam e qualificam cada classe com base nas metodologias de Lepsch (1983) e Ramalho Filho e Beek (1995).

Tabela 3:

Tabela 3: Classes de Declividade da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS

Declividade (%)	Classes	Pesos e cores para o Mapa de Energia Potencial Erosiva do Relevo
0,00 a 1,00	Plano a Muito Suave	1
1,01 a 2,00		2
2,01 a 3,00		3
3,01 a 4,00	Suave	4
4,01 a 5,00		5
5,01 a 6,00		6

6,01 a 7,00	Suave a Suave Ondulado	7
7,01 a 8,00		8
8,01 a 9,00		9
9,01 a 12,00	Suave Ondulado a Ondulado	10
12,01 a 20,00	Ondulado	11
> 20,01	Forte Ondulado	12

Fonte: Adaptada de Lepsch (1983) e as Facilidades na Ocupação Rural, de Ramalho Filho e Beek (1995).

Org.: Gomes (2015).

A divisão da declividade foi feita observando-se as classes necessárias para a execução do mapa de energia Potencial Erosiva do Relevo, logo a mesma foi dividida em 12 classes (assim como os mapas de dissecação horizontal e vertical da BHCM) com intervalos representados na **Tabela 3**.

Para facilitar a análise, foi utilizada a metodologia de limitação do uso para espaço rural da Bacia hidrográfica do córrego Moeda proposta por Ramalho Filho e Beek (1995).

4.4.2. Dissecação Horizontal da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda

Para Ferreira *et al.* (2014) a elaboração do mapa de dissecação horizontal faz-se necessária quando o objetivo é a obtenção de dados com grande nível de detalhes “a fim de identificar cada setor da área estudada que apresenta maior concentração de cursos fluviais e/ou nascentes em posicionamento que indicam possíveis futuras capturas” (FERREIRA et al. 2004, p. 599).

A dissecação horizontal constitui-se em um parâmetro morfométrico que utiliza como princípio o entendimento que a proximidade entre os cursos fluviais implica em maior potencialidade para a movimentação dos materiais constituintes do relevo ao considerar que o rio atua como um agente contínuo de erosão, deposição e transporte de sedimentos. Assim, o sistema de canais de drenagem é considerado como elemento que pode promover a desestabilização dos terrenos. A partir desse princípio, o mapeamento de tal parâmetro pode auxiliar na avaliação da suscetibilidade do relevo ao desencadeamento de processos morfogenéticos (FERREIRA et al. 2004, p. 599).

Para a elaboração do mapa de Dissecação Horizontal foi adotada a proposta de Spiridonov (1981), considerando as adaptações de Mendes (1993) e Mauro *et al.* (1991).

Posteriormente fez-se necessário a delimitação das sub-bacias. Para isso foi utilizada a base cartográfica e as curvas de níveis obtidas por meio do modelo digital de elevação SRTM, e delimitando a área geográfica drenada por cada pequeno curso fluvial. Desse modo as áreas entre o talvegue e a linha de cumeada foram classificadas de acordo com a sua distância, por meio do ArcGis 10, sendo demarcadas as classes estabelecidas para a área em estudo.

A **Figura 5** ilustra como foi elaborada a dissecação horizontal da BHCM.

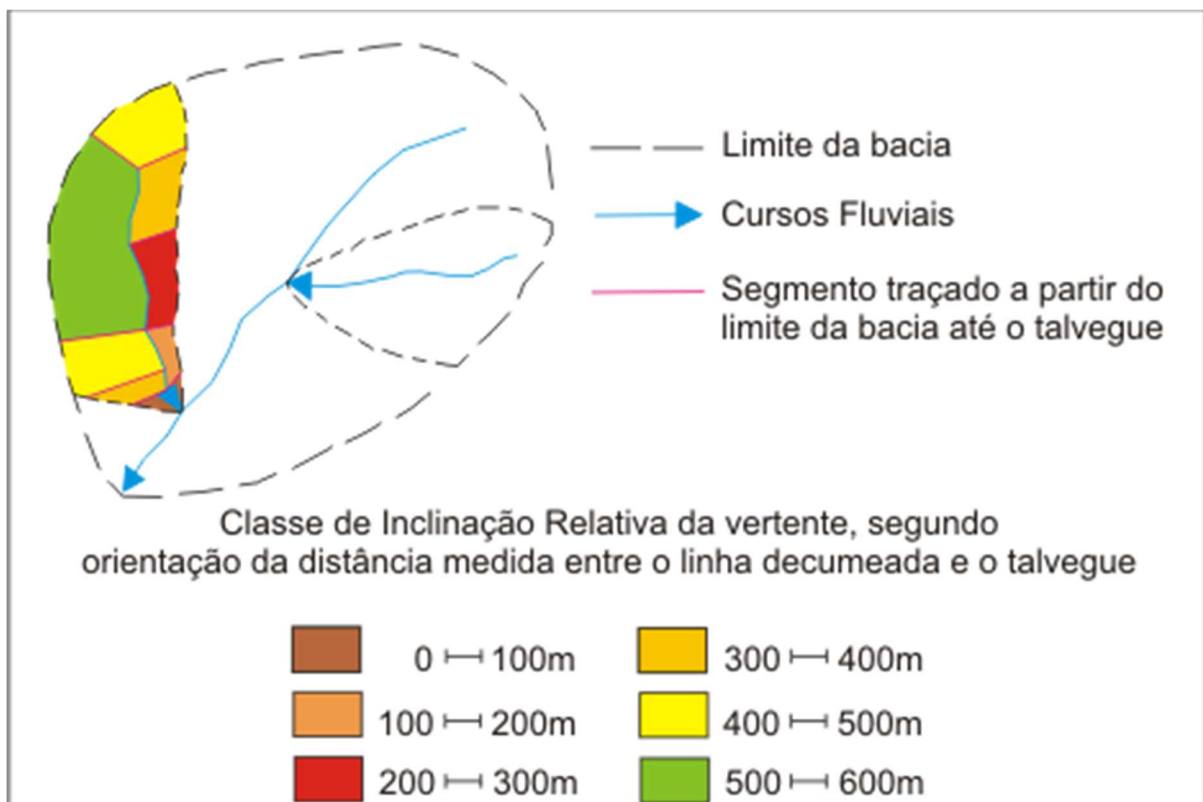


Figura 5: Metodologia de Delimitação das Sub-bacias, para a Medição da Distância e da Elaboração das Classes de Dissecação Horizontal, GRECHIA (2010).

Fonte: Adaptação de Sato e Cunha (2007)

Para estabelecer as classes da dissecação horizontal, foram consideradas as recomendações de Spiridonov (1981) com adaptações. Primeiramente foi identificada a máxima distância entre a linha de cumeada e o talvegue fluvial, com o objetivo de estabelecer a variação do referido parâmetro. O segundo passo foi a elaboração das classes, utilizando-se uma adaptação, também, de Spiridonov (1981). Segundo o

referido autor, deve-se dobrar os valores para criar os intervalos de classe, porém notou-se que a mesma iria generalizar a área de estudo. Logo as classes foram alteradas de modo que se obteve 10 classes que variam de 100 metros em 100 metros, uma classe de 500 metros e 1 classe que representa distâncias entre o talvegue e a linha de cumeada maior que 1500 metros. Essas classes representam o grau de dissecação no interior dos limites de cada sub-bacia do córrego Moeda.

A **Tabela 4** mostra as classes da Dissecação Horizontal estipuladas para a BHCM, a partir da metodologia adaptada da proposta por Spiridonov (1981).

Tabela 4: Classes do Mapa de Dissecação Horizontal da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS.

Classes de Dissecação Horizontal (metros)	Pesos e Cores do Mapa de Energia Potencial Erosiva do Relevo
0 a 100	12
100 a 200	11
200 a 300	10
300 a 400	9
400 a 500	8
500 a 600	7
600 a 700	6
700 a 800	5
800 a 900	4
900 a 1.000	3
1.000 a 1.500	2
> 1.500	1

Organizado por: GOMES (2015), adaptação da classificação de Spiridonov (1981).

4.4.3. Dissecação Vertical da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda

Segundo Cunha (2001, p. 50) o mapa de dissecação vertical, “tem como objetivo quantificar, em cada setor de cada sub-bacia hidrográfica, a altitude entre a linha de cumeada e o talvegue”. Desse modo faz-se possível analisar o poder erosivo dos cursos fluviais, além de identificar e comparar os diferentes estágios erosivos presentes na área em estudo.

Já na concepção de Leite; Rosa (2012, p. 271)

[...] a dissecação vertical constitui a altura relativa entre a linha de cumeada e o talvegue numa dada porção da bacia hidrográfica estudada. A declividade do relevo expressa a sua inclinação em porcentagem ou em graus da relação entre a diferença de altura e a distância horizontal entre dois pontos

Logo, faz-se válido ressaltar que quanto maior a classe, maior dissecação vertical e logo, maior potencial para que ocorram erosões, visto que a classe se refere a altura entre a linha de cumeada, no caso a curva de nível, e o talvegue, representado pela drenagem da bacia.

Para a elaboração da Dissecação Vertical foi utilizada a técnica proposta por Spiridonov (1981). Inicialmente, delimitou-se cada pequena sub-bacia. Em seguida, foram identificados os pontos onde ocorrem as intersecções entre os talvegues e cada curva de nível, sendo que esses pontos foram unidos às linhas de cumeada, passando a respeitar a linha de maior caída do relevo, ou seja, a menor distância entre o talvegue e a linha de cumeada, pois desse modo delimita-se setores dentro de cada sub-bacia, os quais serão classificados de acordo com sua altitude em relação ao talvegue. (OLIVEIRA, 2011)

Para estabelecer as classes de Dissecação Vertical, também foi utilizada a proposta de Spiridonov (1981), que torna a equidistância entre as curvas de nível, que retrata o desnível altimétrico entre estas. As cores deste mapa foram invertidas em relação às usadas para a Dissecação Horizontal, ou seja, as classes com menor altitude receberão cores suaves, e as classes com maiores altitudes cores fortes (OLIVEIRA, 2011).

Com a orientação do mapa base e das delimitações de sub-bacias já estabelecidas pelo mapa de dissecação horizontal, foi utilizado o software ArcGis para definir as menores distâncias entre o ponto de interseção das curvas de nível com o talvegue.

A **Figura 6** ilustra os procedimentos mencionados, e a **Tabela 5** estabelece as classes de dissecação vertical da BHCM:

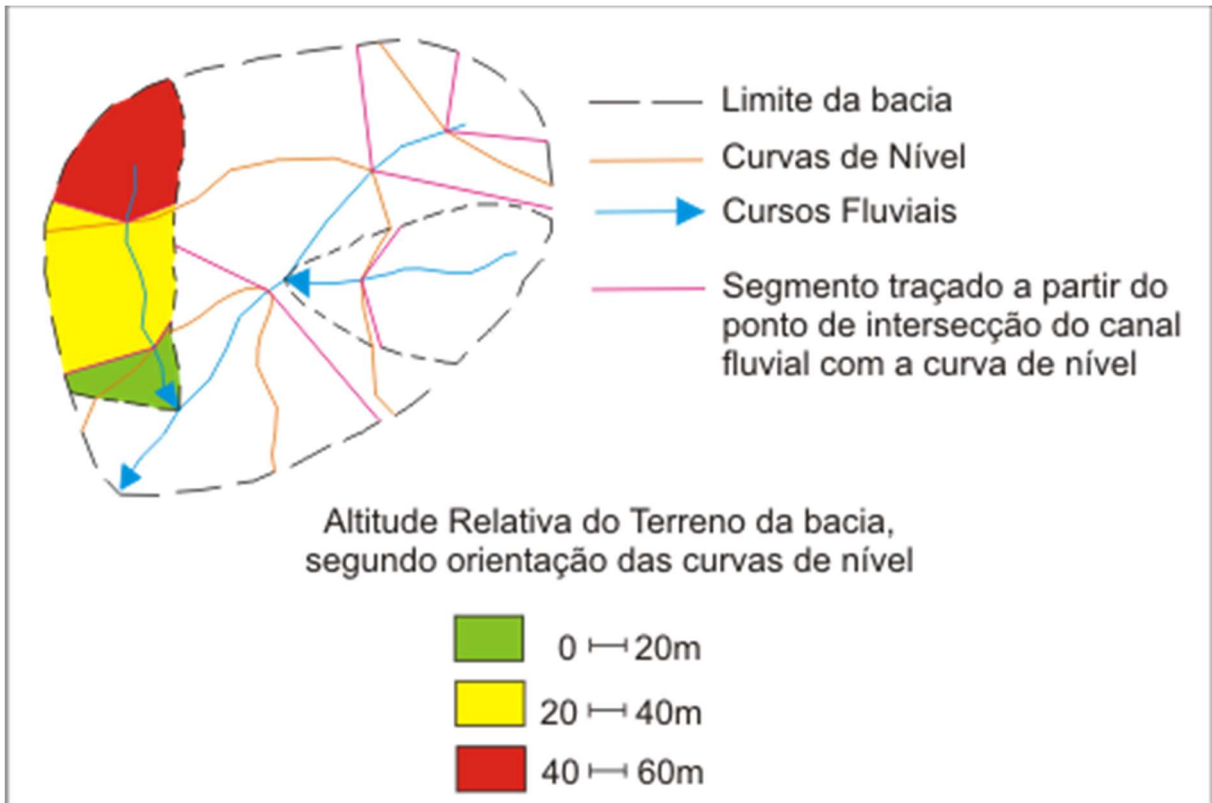


Figura 6: Metodologia para Delimitação das Sub-bacias, da Medição da Distância e da Elaboração das Classes de Dissecação Vertical, Grechia (2010).

Fonte: Adaptação de Sato e Cunha (2007).

Tabela 5: Classes do Mapa de Dissecação Vertical da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS.

Classes de Dissecação Vertical (metros)	Pesos e Cores do Mapa de Energia Potencial Erosiva do Relevo
0 a 10	1
10 a 20	2
20 a 30	3
30 a 40	4
40 a 50	5
50 a 60	6
60 a 70	7
70 a 80	8
80 a 90	9
90 a 100	10
100 a 110	11
> 110	12

Fonte: Grechia (2011), adaptação da classificação de Spiridonov (1981).

Após os mapas de dissecação vertical e dissecação horizontal, além do mapa de declividades, feitos, foram utilizados os seguintes procedimentos metodológicos para que se fizesse possível chegar ao mapa de Energia Potencial Erosiva do Relevo:

4.4.4. Energia Potencial Erosiva do Relevo

Na elaboração do mapa de energia potencial erosiva do relevo, foi utilizada a proposta de Mendes (1993), segundo a qual as classes são identificadas por termos qualitativos, que variam de muito forte a muito fraco. O próximo passo foi realizar uma adaptação da nomenclatura das classes de Energia Potencial Erosiva do Relevo para a bacia do córrego Moeda tomando como referência a proposta de Spridonov (1981) e Grechia (2011), assim as classes após adaptação variam de Suavemente Suave à Forte.

Posteriormente agrupou-se as classes obtidas por meio da declividade, dissecação horizontal e dissecação vertical, sendo que esses dados foram qualitativamente avaliados, reunido em classes e organizados de acordo com o levantamento da bacia de acordo com a **Tabela 6**:

Fez-se necessário transformar os mapas de dissecação horizontal e vertical em *raster* (imagem), para isso utilizou-se a ferramenta *Conversion Tools* do ArcGis® 10.

O passo posterior consiste em fazer uma reclassificação dos dados atribuindo-lhes pesos de Energia Potencial Erosiva do Relevo (podem ser observados nas tabelas 3, 4 e 5) por meio da ferramenta *Spatial Analyst Tools>Reclass>Reclassify* ainda no ArcGis® 10.

A interpolação dos dados foi feita por meio da ferramenta *Spatial Analyst Tools>Overlay>Weighted Overlay* onde foram inseridos os mapas de declividade, dissecação horizontal e dissecação vertical já reclassificadas. Como são 3 variáveis, optou-se por deixar a declividade com “peso” de influência sobre o mapa de Energia Potencial Erosiva do Relevo de 34% e a dissecação horizontal e vertical com 33% cada.

Tabela 6: Classes de Energia Potencial Erosiva do Relevo da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, de acordo com as Variáveis: Declividade, Dissecação Horizontal e Dissecação Vertical, Três Lagoas/MS.

Classe de Energia Potencial Erosiva do Relevo	Declividade (%)	Dissecação Horizontal (metros)	Dissecação Vertical (metros)	Cores das Classes da Energia P. Erosiva	Cores e Pesos das Classes da Fragilidade Potencial Natural
Suavemente Suave	0,00 a 1,00	> 1.500	0 a 10		1
Moderadamente Suave	1,01 a 2,00	1.000 a 1.500	10 a 20		
Suave	2,01 a 3,00	900 a 1.000	20 a 30		2
Suavemente Fraca	3,01 a 4,00	800 a 900	30 a 40		
Moderadamente Fraca	4,01 a 5,00	700 a 800	40 a 50		3
Fraca	5,01 a 6,00	600 a 700	50 a 60		
Suavemente Média	6,01 a 7,00	500 a 600	60 a 70		
Moderadamente Média	7,01 a 8,00	400 a 500	70 a 80		4
Média	8,01 a 9,00	300 a 400	80 a 90		
Suavemente Forte	9,01 a 12,00	200 a 300	90 a 100		5
Moderadamente Forte	12,01 a 20,00	100 a 200	100 a 110		
Forte	> 20,01	0 a 100	> 110		

Fonte: Grechia (2011), adaptação da classificação de Spiridonov (1981).

Org: Gomes (2015).

4.5. Pluviosidade da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda

Por meio dos valores obtidos das intensidades pluviométricas, bem como a sua inter-relação com a vulnerabilidade à perda de solo, foi elaborada uma adaptação metodológica com base numa temática entre os valores máximo de vulnerabilidade à perda de solo, Crepani *et al.* (2001) e os graus de fragilidade proposto por Ross (1994).

A importância da intensidade pluviométrica é facilmente verificada quando se observa que existe uma elevada pluviosidade anual, com distribuição igual ao longo de todo período, isso tem um poder erosivo menor do que uma precipitação anual mais reduzida, em que se despeja torrencialmente num período determinado do ano grande quantidade de água precipitada (CREPANI *et al.*, 2001).

Para a elaboração do mapa Pluviométrica foi utilizada a variabilidade espacial da pluviosidade elaborada a partir de médias anuais disponíveis para o período compreendido entre 1970 a 2013 por 4 estações próximas a Fibria MS Celulose Ltda., estas abrangem dados levantados pela Agência Nacional das Águas¹ (ANA). Outra estação utilizada se localiza nos limites da BHCM próximo ao viveiro de mudas da Fibria MS Celulose Ltda. e compreende dados dos anos de 1983 a 2014. Logo, foram utilizados dados de 5 estações meteorológicas.

Maior parte das estações meteorológicas localizam-se no município de Três Lagoas (estação da Fibria MS Celulose Ltda, Garcias e de Jupiá) e a outra estação (estação Porto Galeano) localiza-se no município vizinho ao sul, Brasilândia/MS

A **tabela 7** mostra as estações meteorológicas e suas respectivas localizações e normal climática anual.

¹ Disponível em <<http://www.cpao.embrapa.br/clima>>

Tabela 7: Estações Meteorológicas e seus respectivos Municípios, Localizações e Normal Climatológica Anual

Estação	Município	Localização Geográfica	Normal Climatológica Anual (mm)
Porto Galeano	Brasilândia	52° 09' 35" W 21° 05' 35" S	1.317,20
Garcias	Três Lagoas	52° 13' 42" W 20° 35' 55" S	1.203,60
Jupia	Três Lagoas	51° 30' 54" W 20° 50' 06" S	1.296,92
Fibria MS Celulose Ltda.	Três Lagoas	51° 46' 30" W 20° 58' 42" S	1304,50

Fonte: Agência Nacional das Águas; Fibria MS Celulose Ltda.

Org: Gomes (2015).

Para a espacialização da pluviosidade, foi utilizado o método de interpolação, denominado Inverso do Quadrado da Distância (IQD) ou *The Inverse Distance Weighted* (IDW), que é um interpolador determinístico univariado de médias ponderadas. “A interpolação pelo IQD supõe explicitamente que as feições mais próximas são mais semelhantes do que as mais separadas.” (OLIVEIRA; PINTO; LORENCETTI, 2013, p. 83). Dando maior peso as estações que se encontram espacialmente mais próximas da bacia.

A referida interpolação foi elaborada no SIG ArcGis 10 por meio da ferramenta já citada IDW encontrada em *Spatial Analyst Tools > Interpolation*.

Considerando que um mês é considerado úmido, segundo Ayoad (1996), quando possui precipitação acima de 60 mm, o que resulta ao ano 720mm. Segundo o mesmo autor, precipitações mensais acima de 100mm são consideradas superúmidas, que representam, portanto, 1.200mm anuais. Precipitações anuais de 250 a 720mm considera-se semiáridas e abaixo de 250mm áridas.

Assim as classes e peso pluviométrico foram feitas, considerando Ayoad (1996):

Tabela 8: Classes de Fragilidade Potencial Natural de acordo com a Precipitação Média Anual da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS.

Classes de Precipitação (mm)	Regime Climático	Pesos de Fragilidade Potencial Natural
+2000	Extremamente úmido	5
2000 a 1200	Superúmido	4
1200 a 720	Úmido	3
720 a 250	Semiárido	2
-250	Árido	1

Fonte: Ayode (1996)

Org.: Gomes (2015)

Partindo desse princípio, a distribuição de classes e pesos ficaram da seguinte forma:

Tabela 9: Classes de Fragilidade Potencial Natural de acordo com o Mapa Pluviométrica da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS.

Classe de precipitação	Fragilidade Potencial Natural	Pesos e cores temáticas do mapa de Fragilidade Potencial Natural
1.139,97 a 1.174,49	Média	3
1.174,49 a 1.200,00		
1.200,01 a 1.226,65	Forte	4
1.226,65 a 1.252,74		
1.252,74 a 1.303,83		

Org.: Gomes (2015)

4.6. Erosividade, Segundo a Precipitação Anual e Mensal da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda

Nos meses úmidos e quentes, geralmente haverá excesso hídrico e expressivo escoamento, propiciando elevado potencial erosivo, passível de ser previsto utilizando-se do modelo proposto por Lombardi Neto e Moldenhauer (1992), modificada por Bertoni e Lombardi Neto (1999), que consiste em calcular a erosividade das chuvas através do índice numérico que expressa a capacidade da chuva em causar erosão em uma área sem proteção. Para isso, foram utilizados os dados da estação meteorológica da Fibria MS Celulose Ltda.; que se encontra dentro da bacia hidrográfica estudada, de 1983 a 2014, compreendendo, assim, o período a que o trabalho se propõe a análise.

Os cálculos de erosividade média mensal foram obtidos através da soma das médias mensais, chegando-se a EI, que é a erosividade das chuvas para a série histórica em (MJ.mm/ha). E a anual, considerando-se a normal do período de 1983 a 2014 cujos dados foram obtidos por meio da estação meteorológica da Fibria MS Celulose Ltda. A unidade de medida MJ.mm/ha, (Megajoule de Milímetros por Hectare) refere-se ao quantitativo de energia cinética, ou seja, quantidade de massas que são carregadas mediante uma força em uma determinada área.

$$EI = 89,823 (p^2/P)^{0,759}$$

Onde:

EI= índice médio de erosividade por um período anual

p= precipitação média mensal

P= precipitação média anual

4.7. Cobertura Vegetal Natural da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda

Para o mapeamento da vegetação natural da terra da BHCM, foi utilizado software de processamento de imagem digital, SIG (Sistema de Informação Geográfica) ArcMAP®, que por sua vez é uma extensão do software ArcGis 10® versão 10 e SPRING®, software livre fornecido pelo INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

Primeiramente necessita-se organizar dois Bancos de Dados, sendo um para cada software.

As imagens foram obtidas de forma gratuita por meio do site da USGS (*United States Geological Survey*) as quais são do satélite LandSat 8/OLI, órbita/ponto 223/74 de 21 de novembro de 2014.

Depois de adquiridas, as imagens foram descompactadas e salvas no banco de dados do software ArcMAP, denominado de Banco de Dados ArcGIS. As datas das imagens e saídas de campo tiveram como objetivo gerar um padrão, no meio ou final da estação seca e chuvosa, para auxiliar mais na identificação das formações vegetais.

As bandas espectrais 4, 5 e 6 das imagens de satélite (Landsat 8) do mapeamento da BHCM, em extensão imagem TIFF, foram inseridas em seus respectivos mapas passando posteriormente por uma reprojeção em seu sistema de

coordenadas geográficas, de projeção WGS 84 UTM Zona 22S para a projeção SIRGAS 2000 UTM Zona 22S, uma vez que, desde 25 de fevereiro de 2015, o SIRGAS 2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas) é o único sistema geodésico de referência oficialmente adotado no Brasil.

Depois de inseridas e reprojetadas, no ArcGis 10, as imagens passaram por um processo de composição de bandas BGR, onde B (Blue), G (Green) e R (Red) utilizando as bandas espectrais 6, 5 e 4. Esta composição foi feita utilizando a ferramenta: *Data Management Tools > Raster > Raster Processing > Composite Bands*. **Figura 7.**

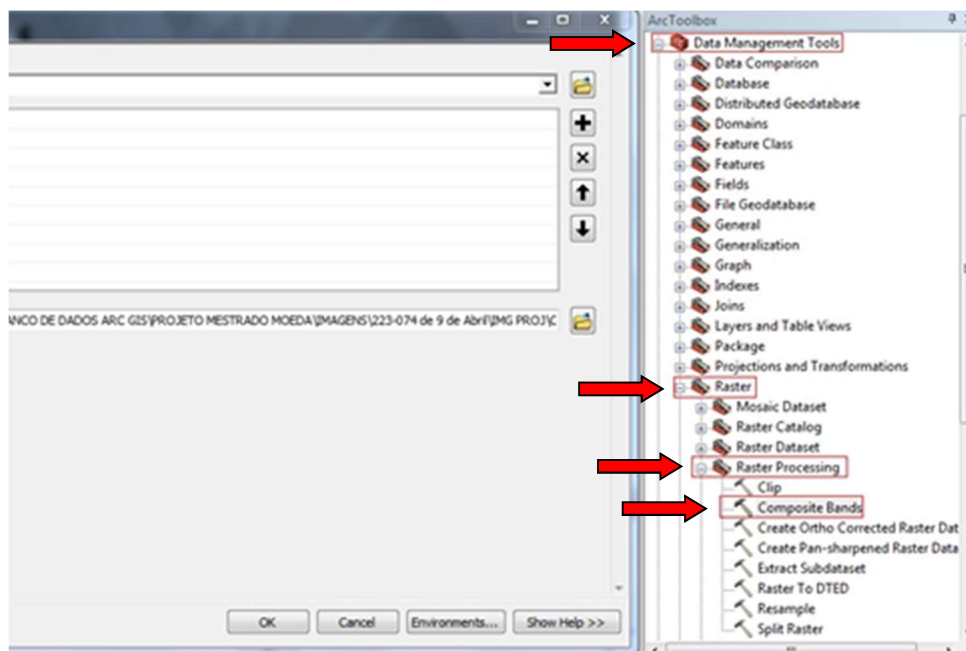


Figura 7: Composição de Bandas no SIG ArcGis 10.

Com a composição feita utilizando o software ArcMap 10, utilizou-se da imagem ortorretificada do satélite Landsat 8, bandas 4, 5, 6 e 8. A imagem ortorretificada, foi adicionada utilizando-se a “ferramenta” *Data Management Tools > Raster > Raster Processing > Create-Pan-sharpened Raster Dataset* cujo caminho é ilustrado na **Figura 8.**

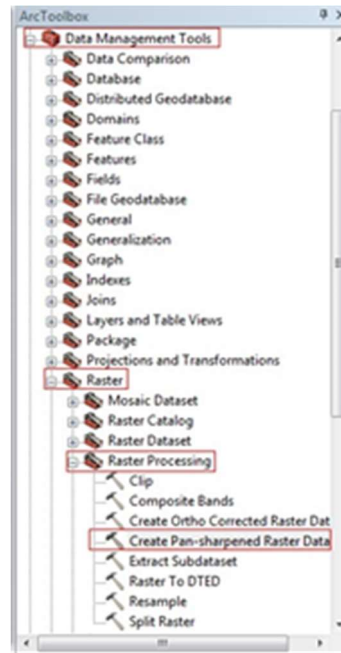


Figura 8: Composição Pancromática no SIG ArcGis 10.

Logo após, as imagens foram exportadas para dentro de uma pasta denominada de BD Spring, em formato *Tiff* (formato utilizado para manuseio de imagens *raster*) do software ArcMap 10 para então serem classificadas no software Spring 5.1.8.

Após a criação do projeto foram importados os limites da BHCM e as bandas 4, 5 e 6 da imagem do ano de 2014 através das opções Arquivo/Importar/Importar Dados Vetoriais e Matriciais, criando assim planos de informação na categoria imagem. Após a importação das imagens, as mesmas foram recortadas conforme os limites da BHCM para então serem classificadas. Para a classificação da imagem de satélite serão utilizadas composições B(4), G(5) e R(6).

Após a composição, foi realizado uma segmentação (menu: Imagem/Segmentação) onde o método utilizado foi o de crescimento de regiões, adotando os valores para similaridade um (1) e para área (pixels) trinta (30), criando assim para cada composição uma segmentação de 1x30 com intuito de obter um melhor detalhamento no processo de classificação temática.

Após a composição e segmentação das imagens, estas passaram por um processo de classificação não supervisionada no próprio software Spring 5.1.8, em que foi criado um contexto utilizando a segmentação de 1x30.

Foi realizada a Extração de Atributos por Regiões partindo em seguida para a classificação, ou seja, sem a realização de um treinamento prévio das classes temáticas, já que este procedimento tem a finalidade de classificar a imagem, tendo como objetivo a criação do maior número de classes desejável. Diante disso, indica-se o número de classes a ser automaticamente classificado.

Em seguida foi realizada a exportação dos dados vetoriais e matriciais de cada mapeamento gerado, tendo o formato de saída ou extensão *shapefile*. Os dados referentes ao mapeamento da vegetação natural do ano de 2014, sendo arquivados dentro do banco de dados criado no software ArcGis 10®.

Novamente em ambiente ArcGis 10® os mapas foram reclassificados, as classes automáticas passaram por uma identificação visual dando origem as classes temáticas de vegetação natural e outras ocupações não naturais da Bacia.

As classes foram elaboradas de modo que a vegetação natural existente na BHCM seja a que possui o menor peso de fragilidade potencial natural, pois pressupõe-se que essa vegetação é a que melhor está adaptada a dinâmica da referida Bacia Hidrográfica, por esses motivos o mapa foi elaborado contendo apenas duas classes.

O peso da cobertura da vegetação natural remanescente, consiste em dar peso 1 de fragilidade onde a vegetação é natural, as demais recebem o peso 5.

4.8. Fragilidade Potencial Natural da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda

Para a elaboração do mapa de fragilidade natural potencial da BHCM, faz-se necessário a interação dos mapas temáticos de energia potencial do relevo (clinográfica + dissecação horizontal + dissecação vertical), geologia, solos, clima, erosividade potencial da precipitação e vegetação natural, que identificam os pontos geográficos e seus pesos de maiores e menores fragilidades e quais seriam as limitações do meio físico que a expressam.

Foi realizada uma conversão de formatos, passando todos os dados para *raster* (imagem), para isso utilizou-se a ferramenta *Conversion Tools>Polygon to raster* do SIG ArcGis 10.

Logo após, com a ferramenta *Spatial Analyst Tools>Reclass>Reclassify* também do SIG ArcGis® 10 foi introduzido os pesos de fragilidade potencial natural de todos os elementos utilizados para a análise da dinâmica da Bacia.

O próximo passo é realizar a interpolação das informações obtidas de todos os mapeamentos, para isso é necessário a seguinte ferramenta do SIG ArcGis 10: *Spatial Analyst Tools>Overlay>Weighted Overlay*.

O mapa de Fragilidade Potencial Natural da BHCM seguirá as recomendações de ROSS (1994) no que diz respeito aos pesos e classes, variando da classe Muito Fraca com peso 1 até a classe Muito Forte com peso 5.

Tabela 10: Parâmetros Utilizados com seus Respectivos Pesos de Fragilidade Potencial Natural na Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS.

Categoria Hierárquica	Pesos	Cores Temáticas
Muito Fraca	1	
Fraca	2	
Média	3	
Forte	4	
Muito Forte	5	

Fonte: Adaptado de Ross (1994).

Org: Gomes (2015).

5. RESULTADOS

5.1. Mapa Base da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda

O mapa base (**Figura 9**) é um documento de fácil leitura e compreensão e traz informações referentes às cotas altimétricas (curvas de nível), áreas antropizadas, rodovias, estradas, hidrografia e a delimitação da área de estudos.

O mapa base da BHCM é importante, pois é um documento que reúne a informação inicial necessária para os demais mapeamentos da presente pesquisa, tais como os mapas de geologia, solos, precipitação, declividade, dissecação horizontal e vertical, Energia Potencial Erosiva do Relevo, mapa de vegetação Natural e de Fragilidade Potencial Natural da BHCM.

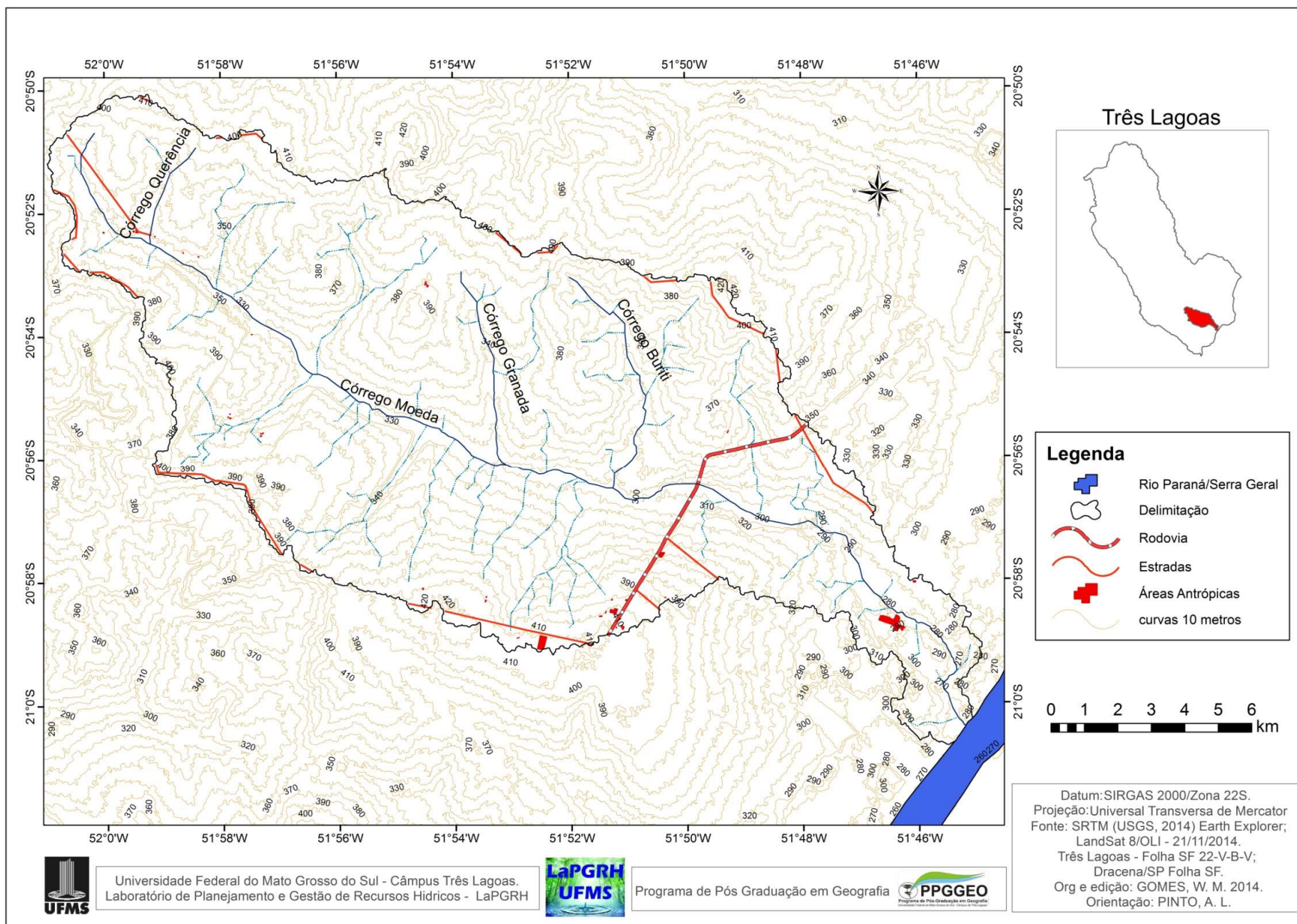


Figura 9: Mapa Base da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS.

5.2. Graus de Fragilidade Potencial Natural Geológica da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda

A bacia sedimentar do rio Paraná é a quarta maior bacia hidrográfica do mundo, cuja área é cerca de 2.800.000 km². A mesma é responsável pela décima maior descarga d'água do mundo, cerca de 11.000m³/s (LORENZ-SILVA, 2004). E é nessa bacia sedimentar que se localiza o município de Três Lagoas e nele a BHCM.

A BHCM se localiza, em relação ao contexto geotectônico, no meio da placa tectônica cristalina sul-americana, que possui 32 milhões de km². O relevo é moldado principalmente pela ação das chuvas, dos rios, da temperatura e pela ação do homem, que pode potencializar ou minimizar os efeitos erosivos do relevo de acordo com o tipo de utilização do mesmo e a existência de um manejo adequado ou não na bacia.

Os terrenos da bacia do Córrego Moeda são compostos por rochas do grupo Bauru, formações Santo Anastácio e Caiuá, sendo que a formação Santo Anastácio se assenta sobre a Caiuá. Estas duas formações são constituídas por arenitos, sedimentos (principalmente areia fina e silte grosso), que na bacia alcançam profundidades de 200 a 15 metros de espessura, diminuindo sempre em direção a calha do rio Paraná. O grupo Bauru por sua vez assenta-se sobre os basaltos do Serra Geral e este sobre a formação Botucatu e estes sobre o embasamento cristalino, a uma profundidade de aproximadamente 4.000 metros.

No médio e baixo curso da BHCM encontram-se depósitos aluvionares, que foram depositados sobre estas formações de idade cenozóica e caracterizam-se por serem constituídos por pacote de sedimentos pouco conhecidos e agrupados de forma genérica como coluviais e aluviais.

Esses depósitos sedimentares advêm de fases da evolução geológica cenozóica, a qual Sallun et. al. (2010) denomina de aloformação Paranavaí.

Na Bacia Hidrográfica do Alto Rio Paraná, nos estados de São Paulo, Paraná e Mato Grosso do Sul, ocorrem depósitos arenosos quaternários descontínuos sobre as rochas da Bacia Bauru e da Formação Serra Geral. Esses depósitos são referidos na literatura como solos, depósitos aluviais, formações superficiais, Formação Paranavaí, Formação Piquerobi e Formação Cachoeirinha. (Sallun et. al., 2010 p. 312).

As formações do grupo Bauru, por sua vez são depósitos de grez quase sempre maciço, raramente estratigrafado (sem apresentar camadas), de cimento calcário

mais ou menos argiloso, com concentrações variadas de ferro. É composto, portanto, de material que possui baixa resistência e fácil degradação. Na superfície apresenta aspecto de um conglomerado repleto de cavidades. (BRASIL, 1984).

"Os sedimentos do Grupo Bauru repousam sobre os basaltos da Formação Serra Geral, através de discordância erosiva" (BRANDT NETO *et al.*, 1977; SOARES *et al.*, 1980; ALMEIDA *et al.*, 1981; RICCOMINI *et al.*, 1981 apud BARISON; CHANG, 2004, p.3).

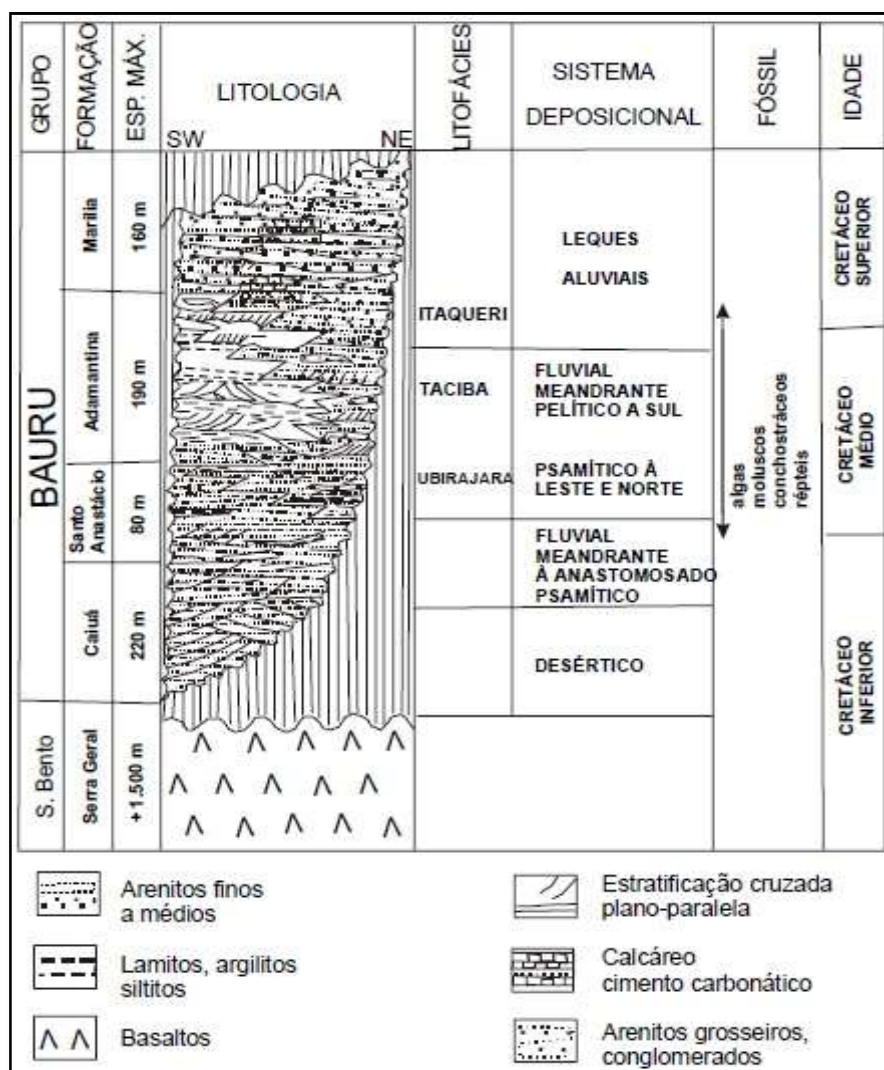


Figura 10: Quadro Estratigráfico do Grupo Bauru (SOARES *et al.*, 1980).

Pode-se, ainda, identificar no sistema e no subsistema as formações Caiuá e Santo Anastácio.

5.2.1. Formação Caiuá.

"A Formação Caiuá representa o início da deposição dos sedimentos do Grupo Bauru que se assenta por discordância erosiva sobre as rochas basálticas da Formação Serra Geral (SOARES et al., 1980; ALMEIDA et al., 1981; MELO et al., 1982 apud BARISON; CHANG, 2004, p.3).

Essa formação, segundo Fernandes; Coimbra (1994) ocorre nos estados de Paraná, São Paulo e Mato Grosso do Sul. Na direção sudoeste chega a ultrapassar a fronteira com o Paraguai, aflorando na região nordeste deste país.

Na concepção proposta por FERNANDES; COIMBRA, (1994), Caiuá é tratada como sendo um grupo, que por sua vez seria composta por três formações: Goio Erê, Rio Paraná e Santo Anastácio. No entanto, no presente trabalho assume-se que Caiuá é uma formação do grupo Bauru.

A formação Caiuá recobre 84,42 km² da BHCM, que representam 34,09%, em área perde apenas para a formação Santo Anastácio. Encontra-se distribuídos, em 43,08 km², ou 17,40%, na margem esquerda e 41,33 km² ou 16,69%, na margem direita, **Tabela 11 e Figura 14.**

Soares et al. (1980) classificaram os arenitos característicos da formação Caiuá como quartzos-arenitos, predominantemente. Os mesmos autores apontam como forte característica da referida formação a presença de uniformidade litológica. É constituída basicamente por arenitos finos a médios, cores vermelho-escuro a arroxeadas, dependendo da concentração de ferro, e presença de estratificações cruzadas de grande porte.

Tabela 11: Geologia da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS.

Formação Geológica	Área	
	(Km ²)	(%)
Formação Santo Anastácio	143,11	57,78
Formação Caiuá	84,42	34,09
Depósitos Aluvionares	20,14	8,13
Total	247,67	100,00

Org.: GOMES (2015)

5.2.2. Formação Santo Anastácio

A formação Santo Anastácio, segundo SEPLAN (1990, p. 11)

[...] sucede da Formação Caiuá um pacote de origem fluvial. Em sua parte inferior destaca-se um arenito cinza-pardo, vermelho-arroxeadado ou creme, encontrando-se sempre envolto por uma película limonitizada. A granulação é predominantemente fina, esporadicamente média e grosseira, mostrando a presença de um cimento síltico e carbonático, que gradativamente vai aumentando; detectam-se sempre tênues intercalações síltico-argilosas tornando-se mais espessas para cima. Em sua camada superior apresenta arenito fino a médio, com predominância de terrenos arenosos em detrimento de constituintes pelíticos de coloração marrom-avermelhado ou pardacento, de seleção média com cimento silicoso e carbonático mais frequente (SEPLAN, 1990, p. 11).

De acordo com suas características, a formação Santo Anastácio é uma face de transição entre a formação Caiuá, que lhe é sotoposta, e a formação Adamantina, que fica situada acima dela. (BRASIL, 1984).

Predominam na BHCM terrenos da formação Santo Anastácio, que recobrem 84,42% km², distribuídos em 58,67% na margem esquerda e 41,33 na margem direita, totalizando 143,11 km², ou seja, 57,78% da área total da bacia, **Tabela 11 e Figura 14.**

A formação Santo Anastácio

[...] é constituída predominantemente de arenitos de granulação muito fina a média, com matriz inferior a 15%, grãos arredondados a subangulares, cor marrom avermelhada, cimentação ferruginosa e localmente carbonática. São pobres em estruturas sedimentares, predominando estratos maciços com espessuras métricas a decimétricas, com incipiente estratificação plano-paralela ou cruzada de baixo ângulo (SOARES et al., 1980, ALMEIDA et al., 1980; FERNANDES; COIMBRA, 1994 apud BARISON; CHANG, 2004, p.5).

"Às vezes exibem estratificação plano-paralela ou cruzada de baixa inclinação, mal definidas. Os arenitos são pobremente selecionados, com pequena quantidade de matriz silto-argilosa." (FERNANDES; COIMBRA, 1994, p.172).

A formação Santo Anastácio é constituída por arenitos, em geral maciços, apresentando cor marrom avermelhado a arroxeadado, e por vezes com aspecto pálido (FERNANDES; COIMBRA, 1994).

A formação Santo Anastácio possui idade inserida no Senoniano e se estende até o final do Campaniano de acordo com sua relação estratigráfica (IPT, 1981).

"As espessuras máximas da unidade, verificadas nos vales dos rios Santo Anastácio e Piraporinha (extremo oeste de São Paulo) e Mato Grosso do Sul, oscilam entre 80 e 100 metros." (FERNANDES; COIMBRA, 1994, p.171).

A **Figura 11** ilustra de forma simplificada as principais características da formação Santo Anastácio:

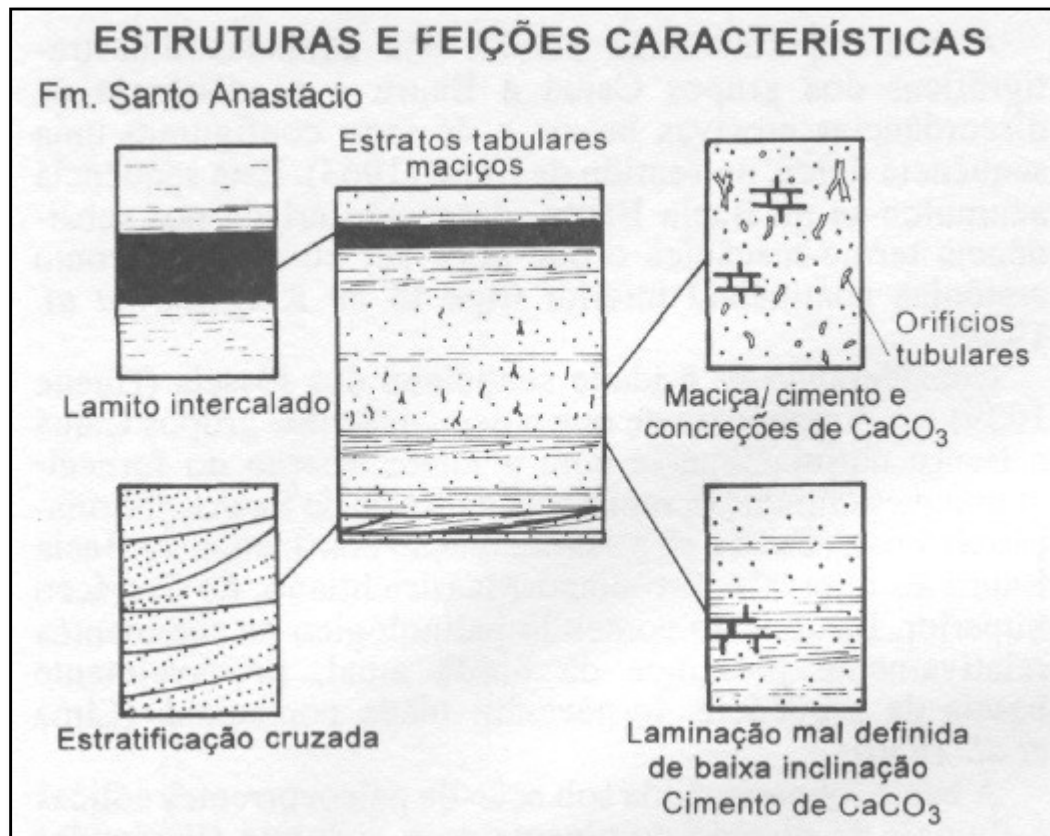


Figura 11: Feições e Estruturas Sedimentares Características da Formação Santo Anastácio (FERNANDES; COIMBRA, 1994, p.173).

5.2.3. Depósitos Aluvionares

Os depósitos Aluvionares são relativamente pouco conhecidos, sendo, por vezes, genericamente agrupados como coluviais e aluviais. No entanto, sabe-se que esses depósitos são importantes, visto que tem relação com as fases de evolução geológica cenozoica, a qual marcou significativamente a atual paisagem (MEDEIROS, 2013). Sallun *et. al.* (2010) denominou-os de aloformação Paranavaí.

Segundo Sá; Diniz (2012, p.2) os

[...] depósitos aluvionares são formados por sedimentos clásticos (cascalhos, areias e finos), depositados por um sistema fluvial no leito e nas margens das drenagens, incluindo as planícies de inundação. São muito retrabalhados e mutáveis como decorrência dos processos de transporte e erosão fluvial a que estão expostos, sendo normalmente mal classificados e extremamente mal selecionados.

Constatou-se que na BHCM possui 20,14 km² de depósitos aluvionares. Esses depósitos foram divididos em depósitos Aluvionares Pleistocênicos e depósitos aluvionares Holocênicos.

Os depósitos aluvionares Pleistocênicos estão presentes em 6,52 km² da bacia, enquanto que os depósitos Aluvionares Holocênicos em 13,62 km² da bacia. Os holocênicos encontram-se distribuídos, em 4,40 km², na margem esquerda e 9,22 km², na margem direita da BHCM.

Segundo a fragilidade potencial natural das formações geológicas foram estipuladas classes de fragilidade potencial natural e seus respectivos pesos, considerando as recomendações de Ross (1994).

A **Tabela 12** e posteriormente o mapa que representam as formações geológicas (**Figura 15**), ilustram a área e os devidos pesos e classes de fragilidade potencial natural geológica.

Tabela 12: Geologia, Graus e Pesos de Fragilidade Natural Potencial da BHCM, Três Lagoas/MS, Adaptado por Oliveira; Pinto e Medeiros (2013) de Ross (1994).

Formação Geológica	Área		Fragilidade Potencial Natural	Pesos e cores Sobre o Mapa de Fragilidade P. Natural
	(Km ²)	(%)		
Formação Santo Anastácio	143,11	57,78	Fraca	2
Formação Caiuá	84,42	34,09	Média	3
Depósitos Aluvionares	20,14	8,13	Muito Forte	5
TOTAL	247,67	100,00	--	--

Org.: Gomes (2014)

Observa-se, pois, que a maior parte dos terrenos da BHCM são compostos pela Formação Santo Anastácio, que devido às suas características já mencionadas, recebeu peso de fragilidade 2. Logo 57,78% da área da bacia ou 143,11 km² da mesma tem a fragilidade potencial natural Fraca.

O Peso atribuído à formação Santo Anastácio se justifica por ela apresentar baixa fragilidade natural à erosão e a processos químicos como de óxido redução, devido à reduzida concentração de ferro em sua composição mineralógica.

À Formação Caiuá foi atribuída a classe de Fragilidade Potencial Natural média, com peso 3. Desse modo 34,09% ou 84,42 km² dos terrenos da BHCM são compostos por essa formação que, devido a sua maior concentração de ferro, propicia em contato com a água, processos de óxido redução, que além de enfraquecer a rocha, contamina as águas superficiais, por essa razão recebeu o peso 3.

Tanto a formação Caiuá, como a Santo Anastácio são porosas, constituem excelentes áreas de recarga do aquífero Bauru, sendo frágeis a contaminação, sobretudo química, que podem gerar graves danos ao solo e as águas subterrâneas.

Os depósitos aluvionares Pleistocênico e Holocênicos, juntos, compõem 8,13% ou 20,14 km² dos terrenos da BHCM e ambos receberam o mesmo peso (5) e Fragilidade Potencial Natural muito Forte devido as suas características semelhantes. Assim, receberam os pesos maiores, devido a sua fragilidade à erosão e contaminação, facilitando a desagregação de seus materiais que são facilmente erodidos e transportados.

A distribuição geológica pode ser evidenciada por meio da **Figura 14**, enquanto que na **Figura 15**, pode ser observada a espacialização geológica em relação a suas respectivas Fragilidade Potencial Natural.

Nas **Figuras 12 e 13** pode-se observar o afloramento dos depósitos aluvionares quaternários holocênicos, que afloram sobre a Formação Caiuá de modo que o curso d'água se divide em 3 canais, e se torna visível cascalhos e areias finas característicos dessa formação. Após alguns metros ocorre, novamente, a junção desses canais.

A **Figura 13**, especificamente, mostra, novamente, o afloramento dos referidos depósitos aluvionares. O cascalho se torna mais evidente juntamente com a baixa concentração de siltes.



Figura 12: Passagem da Formação Caiuá para Depósitos Aluvionares Holocênicos no Médio Curso da BHCM.



Figura 13: Afloramento dos Depósitos Aluvionares Holocênicos, Leito Fluvial com Grande Quantidade de Cascalho e Areia no baixo curso da BHCM.

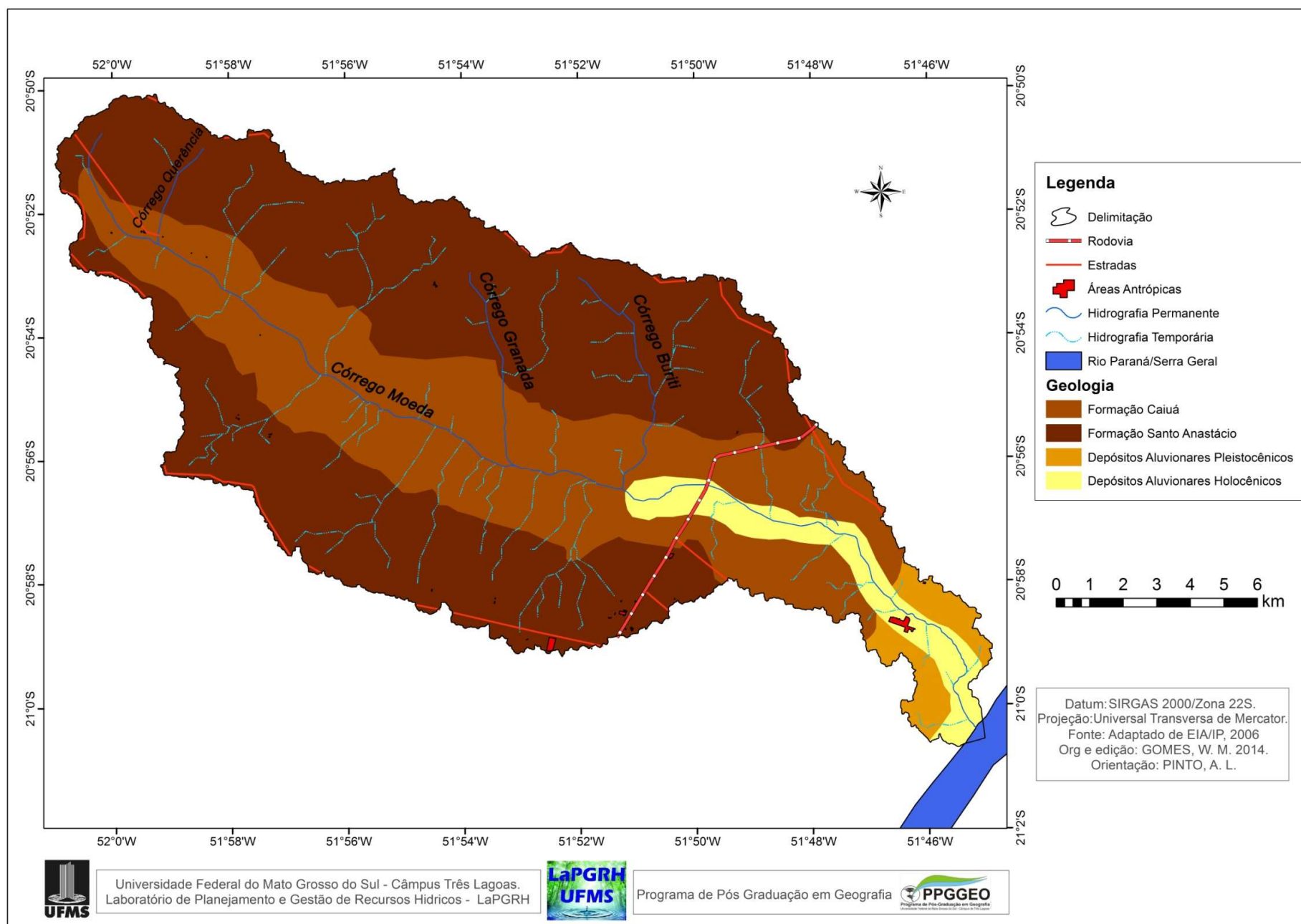


Figura 14: Mapa Geológico da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS..

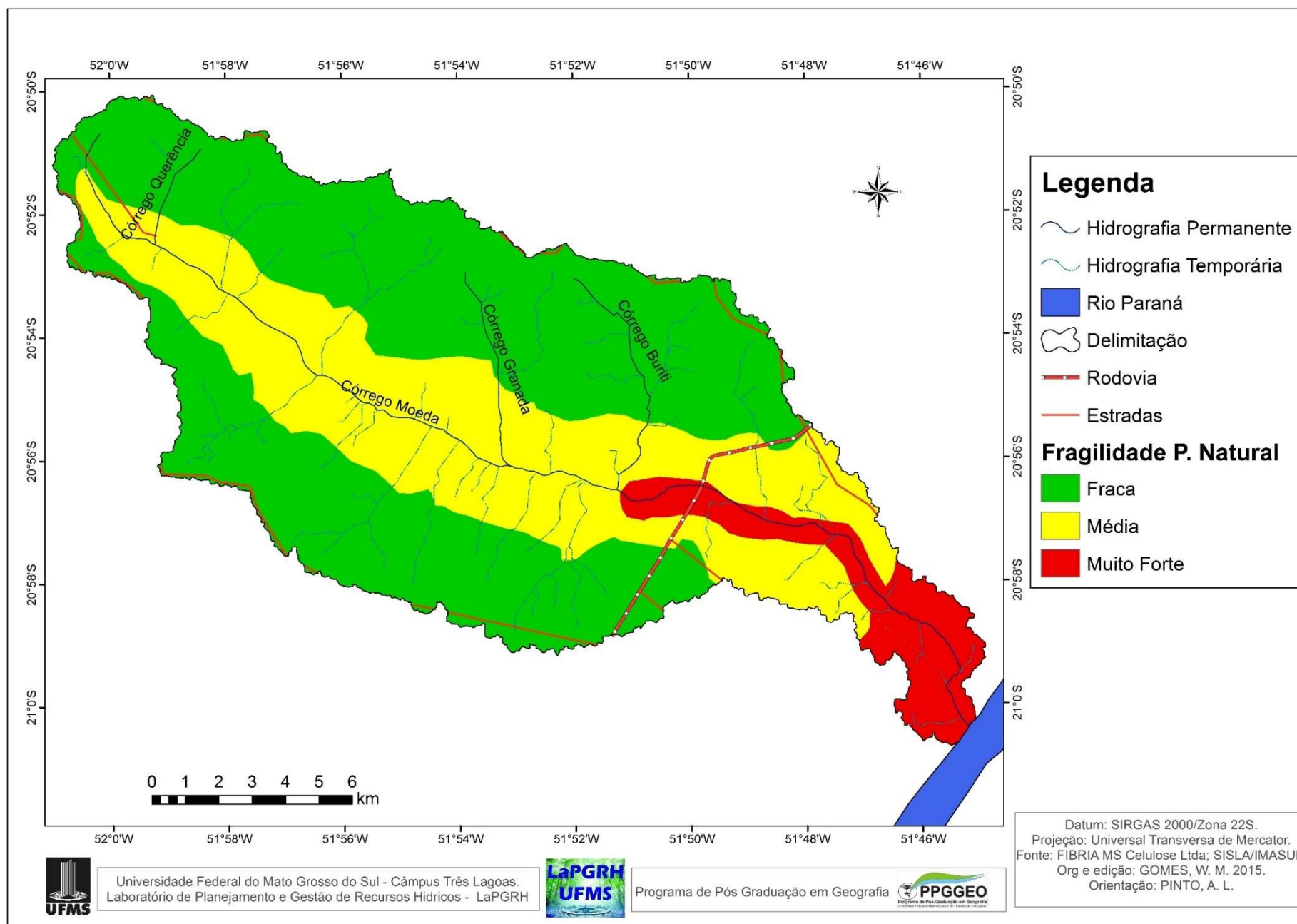


Figura 15: Graus Fragilidade Potencial Natural Geológica da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS.

5.3. Graus de Fragilidade Potencial Natural dos Solos da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda

Após levantamento e mapeamento das classes de solos existentes na BHCM, observou-se a ocorrência de oito classes, sendo eles: Cambissolo Háplico Distrófico, Plintossolo Háplico Distrófico, Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico, Latossolo Vermelho Distrófico, Argissolo Amarelo Distrófico Abruptico Plíntico, Planossolo Álico, Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico Típico e Neossolo Quatzarênico Órtico Típico.

5.3.1. Cambissolo Háplico Distrófico

São solos constituídos por material mineral, com horizonte B incipiente subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial, contanto que não satisfaçam os requisitos para serem enquadrados nas classes dos Vertissolos, Chernossolos, Plintossolos e Organossolos. Têm sequência de horizontes A ou histico, Bi, C, com ou sem R. (JACOMINE, 2009)

De acordo com a EMBRAPA os cambissolos são encontrados, geralmente, em relevos montanhosos e/ou forte ondulados que não apresentam horizonte A húmico.

Isso justifica o motivo pelo qual na BHCM essa classe de solo é encontrada apenas em uma mancha de maior declividade, posicionando-se na classe de declividade de 2 a 6%, no alto curso da bacia, ao longo da foz de um pequeno afluente, sem nome, na margem direita. Como a bacia é relativamente plana, quase não há a ocorrência dessa classe de solo, remontando apenas a 0,18 km² ou 0,07% da área total da bacia (**Figura 16 e Tabela 13**). Sua textura é média, com argilas de baixa atividade e com consequente baixa fertilidade, em relevo suavemente ondulado.

Esses solos, por sua vez, conforme a EMBRAPA, possuem, de forma geral, fertilidade natural média a baixa, apresentando como principais limitações para uso, o relevo com declives acentuados, pequena profundidade, e a ocorrência de pedras na massa do solo, e se não tiver vegetação para interceptação das águas correntes das chuvas são muito suscetíveis à erosão.

Logo, de acordo com suas características receberá peso 5 e fragilidade potencial natural Muito Forte, de acordo com a **Tabela 13**.

Tabela 13: Classes de Solo e Pesos da Fragilidade Natural Potencial da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS, Adaptado de Ross (1994).

Legenda	Tipos de Solo	Área		Fragilidade Potencial Natural	Pesos e Cores sobre Mapa de Fragilidade P. Natural
		(Km²)	(%)		
PVAd1	Argissolo Vermelho-Amarelo Tb Distrófico Típico	2,89	1,16	Muito Fraca	1
PAd	Argissolo Amarelo Tb Distrófico Abruptico Plíntico	1,40	0,56		
LVAd4	Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico	124,77	50,37	Fraca	2
LVd3	Latossolo Vermelho Distrófico	55,63	22,46		
SX	Planossolo Háplico	55,56	22,43	Muito Forte	5
RQo1	Neossolo Quartzarenico Ortico Típico	6,66	2,68		
FXd	Plintossolo Háplico Distrófico	0,58	0,23		
CXbdg	Cambissolo Háplico Tb Distrófico	0,18	0,07		
--	Total	247,67	100,00	--	--

Fonte: Fibria MS Celulose Ltda. (2010).

Org.: GOMES, 2015.

5.3.2. Plintossolo Háplico Distrófico

São “solos minerais, formados sob condições de restrição a percolação da água, sujeitos ao efeito temporário de excesso de umidade, de um modo geral imperfeitamente a mal drenados” (JACOMINE, 2009, p. 170). Podem, ainda, ser hidromórficos ou não, com restrições seria a percolação de água e apresentam erodibilidade muito alta. (SPERA et al., 2004).

“Predominantemente são solos fortemente ácidos, com saturação por bases baixa e atividade da fração argila baixa.” (EMBRAPA, 2006, p. 89)

Esse solo é encontrado também em uma pequena mancha, só que no baixo curso da BHCM, na foz de um pequeno afluente da margem direita, também sem nome e são inundados nas cheias sazonais do rio Paraná, que sofre alagamento do barramento de Porto Primavera, em condições propícias para sua formação, como foram apontados por SPERA *et al.* (2004) e JACOMINE (2009). Recobrimo apenas

0,58 km² ou 0,23% da área total da BHCM e possui fase relevo plano ($\leq 3\%$). De acordo com suas características receberá peso 5 e fragilidade potencial natural Muito Forte, de acordo com a **Tabela 13 e Figura 17**.

5.3.3. Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico

De acordo com JACOMINE (2009, p. 169) Latossolos são:

[...] constituídos por material mineral, com horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer um dos tipos de horizonte superficial, exceto hístico. São solos em avançado estágio de intemperização, muito evoluídos, como resultado de enérgicas transformações do material constitutivo. São virtualmente desprovidos de minerais primários ou secundários menos resistentes ao intemperismo, e tem capacidade de troca de cátions da fração argila, inferior a 17cmol/kg de argila sem correção para carbono.

Latossolos podem variar de fortemente a bem drenados. São normalmente profundos com espessura do *solum* dificilmente inferior a um metro. (EMBRAPA, 2006)

Em distinção às cores mais escuras do A, o horizonte B tem cores mais vivas, variando desde amarelas ou mesmo bruno-acinzentadas até vermelho-escuro-acinzentadas, nos matizes 2,5YR a 10YR, dependendo da natureza, forma e quantidade dos constituintes minerais - mormente dos óxidos e hidróxidos de ferro - segundo condicionamento de regime hídrico e drenagem do solo, dos teores de ferro no material de origem e se a hematita é herdada ou não. (EMBRAPA, 2006, p. 82)

Os latossolos vermelho-Amarelos, por sua vez, podem ser encontrados em diversas áreas do território nacional, geralmente associados a relevo plano, suave ondulado ou ondulado.

De modo geral permite a mecanização agrícola e apresentam boas condições para o desenvolvimento radicular em profundidade por serem porosos. No entanto, esse não é o caso da BHCM, uma vez que nela apresenta-se o latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, logo apresenta limitações de ordem química em profundidade ao desenvolvimento do sistema radicular (AGEITEC, 2015).

Constitui-se na maior classe de solos da bacia hidrográfica do córrego Moeda, recobrando 124,77 km² ou 50,37% da área total da bacia, assentando-se sobretudo

sobre a formação geológica dos arenitos da Formação Santo Anastácio, que se posicionam ao longo das altas e médias vertentes, em ambas as margens.

De acordo com a EMBRAPA (2006, p. 82) “os teores da fração argila no *solum* aumentam gradativamente com a profundidade, ou permanecem constantes ao longo do perfil. A cerosidade, se presente, é pouca e fraca.” Desse modo, a textura, segundo a Fibria MS Celulose Ltda. (2010), do Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico na BHCM pode ser média leve (15 a 20% argila) fase relevo plano ($\leq 2\%$) ou textura média leve (15-20% argila), fase relevo suave ondulado (3 - 8%), textura média (20-27% argila), fase relevo plano ($\leq 2\%$), textura média (20-27% argila), fase relevo suave ondulado (3 - 8%) e finalmente média pesada (27-35% argila), fase relevo plano ($\leq 2\%$), **Quadro 1**.

Quadro 1: Características do Latossolos Vermelho-Amarelo Distrófico da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS.

LVA _{d2}	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico espessarênico, textura média leve (15-20% arg), fase relevo suave ondulado (3-8%)
LVA _{d3}	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média (20-27% arg), fase relevo plano ($\leq 2\%$)
LVA _{d4}	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média (20-27% arg), fase relevo suave ondulado (3-8%)
LVA _{d5}	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média pesada (27-35% arg), fase relevo plano ($\leq 2\%$)

Fonte: Fibria MS Celulose Ltda. (2010).

É válido ressaltar que os Latossolos Vermelho Amarelo Distrófico são solos de baixa fertilidade e altos teores de ferro nos horizontes subsuperficiais além de serem fortemente ácidos, com baixa saturação por bases, distróficos ou alumínicos (AGEITEC, 2015).

Devido a essas características recebeu peso 2 e fragilidade potencial natural Fraca, de acordo com a **Tabela 13**.

5.3.4. Latossolo Vermelho Distrófico

Uma vez já mencionadas as características dos latossolos, não se faz necessário repeti-las, apenas ressaltar as características do latossolo vermelho distrófico propriamente dito.

Como o próprio nome sugere, apresenta cores vermelhas acentuadas em decorrência dos óxidos de ferro presentes no material originário em ambientes bem drenados. Possuem, ainda, características de cor, textura e estrutura uniformes (AGEITEC, 2015).

Uma das limitações que esse solo apresenta, está relacionada à baixa quantidade de água disponível e a susceptibilidade à compactação. Esse fenômeno citado, de fato, ocorre na BHCM.

Possuem excelentes condições físicas, as quais, aliadas ao relevo plano ou suavemente ondulado onde ocorrem, favorecem sua utilização com as mais diversas culturas climaticamente adaptadas à região. Esses solos, por serem ácidos e distróficos requerem correção de acidez e adubação. (SANTOS et al., 2006)

Ainda, por serem distróficos, caracterizam-se como um solo de baixa fertilidade. Logo, faz necessária correção do solo com uso de fertilizantes.

O Latossolo Vermelho Distrófico é o segundo em área de ocorrência, estando presente em 55,63 km² ou 22,46% do total, bem distribuídos ao longo da BHCM.

Quadro 2: Características do Latossolos Vermelho Distrófico da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS

LVd ₁	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico espessarênico, textura média leve (15-20% arg), fase relevo plano ($\leq 2\%$)
LVd ₂	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico espessarênico, textura média leve (15-20% arg), fase relevo suave ondulado (3 a 8%)
LVd ₃	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, textura média (20-27% arg), fase relevo plano ($\leq 2\%$)
LVd ₄	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, textura média (20-27% arg), fase relevo suave ondulado (3 a 8%)
LVd ₅	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, textura média pesada (27-35% arg), fase relevo plano ($\leq 2\%$)
LVd ₆	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, textura média pesada (27-35% arg), fase relevo suave ondulado (3 a 8%)
LVd ₇	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, textura argilosa leve (35-40% arg), fase relevo suave ondulado (3 a 8%)

Fonte: Fibria MS Celulose Ltda. (2010).

É necessário frisar que no presente trabalho não optou-se por fazer distinções entre latossolo vermelho distrófico típico e espessarênico, já que isso não se fez necessário no que diz respeito a fragilidade da bacia.

De acordo com suas características receberá peso 2 e fragilidade potencial natural Fraca, de acordo com a **Tabela 13**.

5.3.5. Argissolo Amarelo Distrófico Abrúptico Plíntico

Como o próprio nome sugere, esse tipo de solo está relacionado com a presença de argila. O conceito dado a esse tipo de solo pela EMBRAPA (2006, p. 76) é o seguinte:

Compreende solos constituídos por material mineral, que têm como características diferenciais a presença de horizonte B textural de argila de atividade baixa, ou alta conjugada com saturação por bases baixa ou caráter alítico. O horizonte B textural (Bt) encontra-se imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte superficial, exceto o hístico, sem apresentar, contudo, os requisitos estabelecidos para serem enquadrados nas classes dos Luvisolos, Planossolos, Plintossolos ou Gleissolos.

Apresenta cinco subordens, distintas pelas cores. São solos que apresentam como característica principal um horizonte de acumulação de argila, B textural (Bt), tipicamente de coloração amarelada, com cores mais frequentes. Ocorrem no matiz 10YR com valor e croma maiores que 4. Geralmente apresentam baixos teores de ferro, porém, com amplo predomínio do óxido de ferro goethita. São profundos e muito profundos. Apresentam textura variando de arenosa/média até média/muito argilosa, com o horizonte superficial A do tipo moderado e proeminente. São solos com muito baixa a baixa fertilidade natural, forte a moderadamente ácidos e que podem apresentar horizontes coesos, que ao serem umedecidos, tornam-se friáveis, exceto quando são cimentados, os quais podem ocorrer em relevo abaciado e com restrições de drenagem (SILVA; OLIVEIRA NETO, 2015).

Esse tipo de solo ocorre na BHCM em duas pequenas manchas no alto curso, ambas na margem direita, a primeira ao longo do canal principal do córrego Moeda, em fase de transição entre o Latossolo Vermelho Distrófico e o Planossolo Háplico. Ocupa cerca de 1,40 km², que corresponde a apenas 0,56% da área total da bacia, possuindo textura arenosa/média, fase relevo suave ondulado, com declividade de 2 a 5%.

De acordo com suas características receberá peso 1 e fragilidade potencial natural Muito Fraca, de acordo com a **Tabela 14**.

5.3.6. Planossolo Háplico

A definição adotada pela EMBRAPA (2006, p. 87) para Planossolos corresponde a:

solos minerais imperfeitamente ou mal drenados, com horizonte superficial ou subsuperficial aluvial, de textura mais leve, que contrasta abruptamente com o horizonte B ou com transição abrupta conjugada com acentuada diferença de textura do A para o horizonte B imediatamente subjacente, adensado, geralmente de acentuada concentração de argila, permeabilidade lenta ou muito lenta, constituindo, por vezes, um horizonte “pã”, responsável pela formação de lençol d’água sobreposto (suspensão), de existência periódica e presença variável durante o ano.

Ao observar as referidas características fica evidente que esse tipo de solo ocorre em áreas relacionadas à presença de cursos de água. Logo, na BHCM isso não é diferente, note-se que o Planossolo Háplico ocorre justamente “acompanhando” o curso d’água dos principais córregos da bacia: córrego Moeda, córrego Querência, córrego Granada e córrego Buriti.

Ocupa 55,56 km² ou 22,43% da área total da bacia, sendo o terceiro em ordem de ocorrência.

Os solos desta classe ocorrem preferencialmente em áreas de relevo plano ou suave ondulado, logo a BHCM é propícia a essa formação, pois as condições ambientais e do próprio solo favorecem vigência periódica anual de excesso de água, mesmo que de curta duração, sendo que no inverno a bacia também apresenta uma estiagem, de certa forma, prolongada (EMBRAPA, 2006).

De acordo com suas características receberá peso 5 e fragilidade potencial natural Muito Forte, de acordo com a **Tabela 14**.

5.3.7. Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico Típico

A classe dos Argissolos Vermelho-Amarelos está presente em todo o território nacional, constituindo uma classe de solo das mais extensas no Brasil, ao lado dos Latossolos. Ocorrem em áreas de relevos mais acidentados e dissecados do que os

relevos nas áreas de ocorrência dos Latossolos. (SANTOS; ZARONI; ALMEIDA, 2015)

De uma maneira geral, pode-se dizer que os Argissolos são muito suscetíveis à erosão, sobretudo quando o gradiente textural é mais acentuado, à presença de cascalhos e sob relevo mais movimentado com fortes declives. Nesse caso, não são recomendáveis para agricultura, prestando-se para pastagem e reflorestamento ou preservação da flora e fauna. (SANTOS et al., 2006)

Assim, observa-se as seguintes características texturais nos Argissolos Vermelho Amarelos da BHCM, segundo a Fibria MS Celulose Ltda., **Quadro 3**.

Quadro 3: Características do Argissolo Vermelho Amarelos Distrófico da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS.

PVAd ₁	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Tb Distrófico típico, textura arenosa/média, fase relevo suave ondulado (3-8%)
PVAd ₂	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Tb Distrófico típico, textura arenosa/média, fase relevo ondulado (8-20%)
PVAd ₃	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Tb Distrófico abruptico, textura arenosa/média, fase relevo suave ondulado (3-8%)
PVAd ₄	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Tb Distrófico abruptico, textura arenosa/médiapesada, fase relevo ondulado (8-20%)

Fonte: Fibria MS Celulose Ltda. (2010).

Por serem classificados como Distróficos, os Argissolos Vermelho Amarelos são solos com argila de alta atividade e de baixa fertilidade, necessitando para a sua ocupação produtiva de volumes diferenciados de adubos, sobretudo de N (nitrogênio), P (fósforo) e K (potássio).

Ocorrem concentrados em duas manchas, a primeira no alto curso do córrego Buriti, afluente da margem esquerda do córrego Moeda e a segunda no baixo curso na margem direita, na área do viveiro de mudas da Fibria MS Celulose Ltda. Remontando em apenas 2,89 km² ou 1,16% da área total da bacia, **Figura 16 e Tabela 13**.

Pelas suas características receberá peso 1 e fragilidade potencial natural Muito Fraca, de acordo com a **Tabela 13**.

5.3.8. Neossolo Quartzarênico Órtico Típico.

Segunda a classificação da EMBRAPA (2006, p. 84) neossolos 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, como 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.

Como o nome sugere, são solos novos, com pouco desenvolvimento pedogenético.

Os neossolos são constituídos por material mineral ou orgânico, possuindo menos de 20cm de espessura de modo geral. Não apresentam horizonte B diagnóstico (EMBRAPA, 2006)

Já os Neossolos Quatzarênico, por sua vez, são

[...] solos essencialmente quartzosos, virtualmente desprovidos de materiais primários alteráveis, sem contato lítico dentro de 50cm de profundidade, com sequência de horizontes A–C, porém apresentando textura areia ou areia franca em todos os horizontes até no mínimo, a profundidade de 150cm a partir da superfície do solo ou até contato lítico. (JACOMINE, 2009, p. 17)

Esta classe de solo ocorre em relevo plano ou suave ondulado, devido a isso os processos erosivos não são elevados em relação à declividade, no entanto, deve-se tomar precauções devido à textura ser arenosa, sendo, pois, um solo de fácil erodibilidade. (SANTOS, 2015)

Devido ao solo ser classificado com caráter distrófico, o caracteriza como possuindo características limitantes ao desenvolvimento radicular em profundidade, característica essa agravada por ser um solo arenoso. Santos (2015) ressalta que esse tipo de solo é mais apropriado para reflorestamento, logo na BHCM o plantio de eucalipto não é um problema propriamente dito.

Os neossolos Quatzarênico Órtico Típico se encontram no médio e baixo curso da BHCM. Observa-se que o mesmo distribui-se entre o planossolo Háplico e o Latossolo Vermelho Distrófico, **Figura 16**.

Logo, neossolo Quatzarênico Órtico Típico está presente em 6,66 km² ou 2,68% da área total da BHCM, **Tabela 13**.

De acordo com suas características receberá peso 5 e fragilidade potencial natural Muito Forte, de acordo com a **Tabela 13 e 14**.

Devido às características mencionadas dos solos existentes na BHCM os pesos e fragilidade potencial natural ficam definidos como mostra a **Tabela 14**:

Tabela 14: Pesos e Fragilidade Natural Potencial dos Solos da BHCM, Três Lagoas/MS, Adaptado de Ross (1994).

Tipos de Solo	Fragilidade Potencial Natural	Pesos e Cores Temáticas sobre Mapa de Energia Potencial Natural
Argissolo Vermelho-Amarelo Tb Distrófico Típico	Muito Fraca	1
Argissolo Amarelo Tb Distrófico Abruptico Plíntico		
Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico	Fraca	2
Latossolo Vermelho Distrófico		
Planossolo Háplico	Muito Forte	5
Neossolo Quartzarenico Ortico Típico		
Plintossolo Haplico Distrófico		
Cambissolo Haplico Tb Distrófico		

Fonte: Fibria MS Celulose Ltda. (2010).

Org.: GOMES, W. M.

Portanto, o solo com maior ocorrência na BHCM é o Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico ocupando 124,77 km² ou 50,37 % da bacia. Esse solo distribui-se de forma quase homogênea pela bacia, de modo que sua ocorrência é menor no baixo curso da mesma.

O Latossolo Vermelho Distrófico ocupa uma área de 55,63 km² ou 22,46% da área total da BHCM, sendo, portanto, o segundo solo em ordem de ocorrência na bacia. Sua menor ocorrência fica situada no alto curso da bacia, onde aparece ao norte do córrego Querência.

O Planossolo Háplico ocupa uma área de 55,56 km² ou 22,43% da área total da BHCM, ficando, portanto, ligeiramente “atrás” do Latossolo Vermelho Distrófico em relação a área de ocorrência. O Neossolo Quartzarenico Ortico típico ocorre em apenas 6,66 km² ou 2,68% da BHCM, sendo encontrado em uma pequena faixa no lado direito do médio curso e uma faixa e duas “manchas” no baixo curso da bacia.

O Argissolo Vermelho-Amarelo Tb Distrófico típico ocorre em uma área de 2,89 km² ou 1,16% da área total da bacia, sendo encontrado parte na margem esquerda do córrego Moeda, no auto curdo do córrego Buriti (0,35 km²) e parte na margem direita do baixo curso (próximo a foz) do córrego moeda (2,54 km²).

O Argissolo Amarelo Tb Distrófico abruptico plíntico ocorre numa área de 1,40 km² ou apenas 0,56% da área total da bacia.

Já o Plintossolo Haplico Distrófico ocorre em uma pequena área de 0,58 km² ou 0,23% da área da bacia. Se encontra próximo ao rio Paraná na foz do córrego Moeda e na margem direita do mesmo.

E finalmente Cambissolo Haplico Tb Distrófico ocupa 0,18 km² ou 0,07% da área total da bacia, sendo, portanto, o solo com menor ocorrência na BHCM. Esse tipo de solo foi encontrado no alto curso da bacia em sua margem direita à jusante do córrego Querência.

A **Figura 16** refere-se à espacialização das diversas classes de solos encontrados na BHCM, enquanto que a **Figura 17** diz respeito à fragilidade potencial natural dos mesmos.

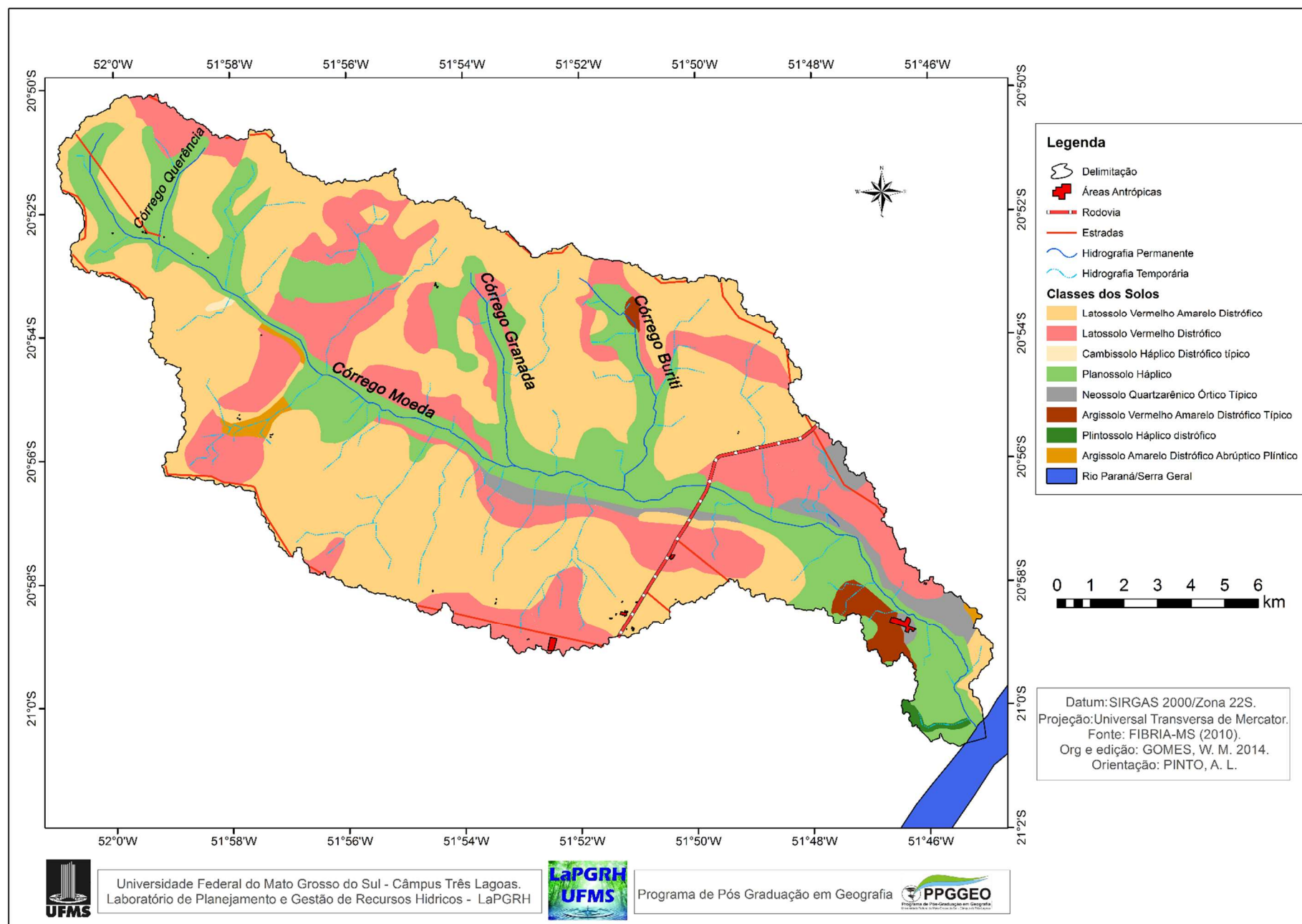


Figura 16: Mapa de Solos da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS

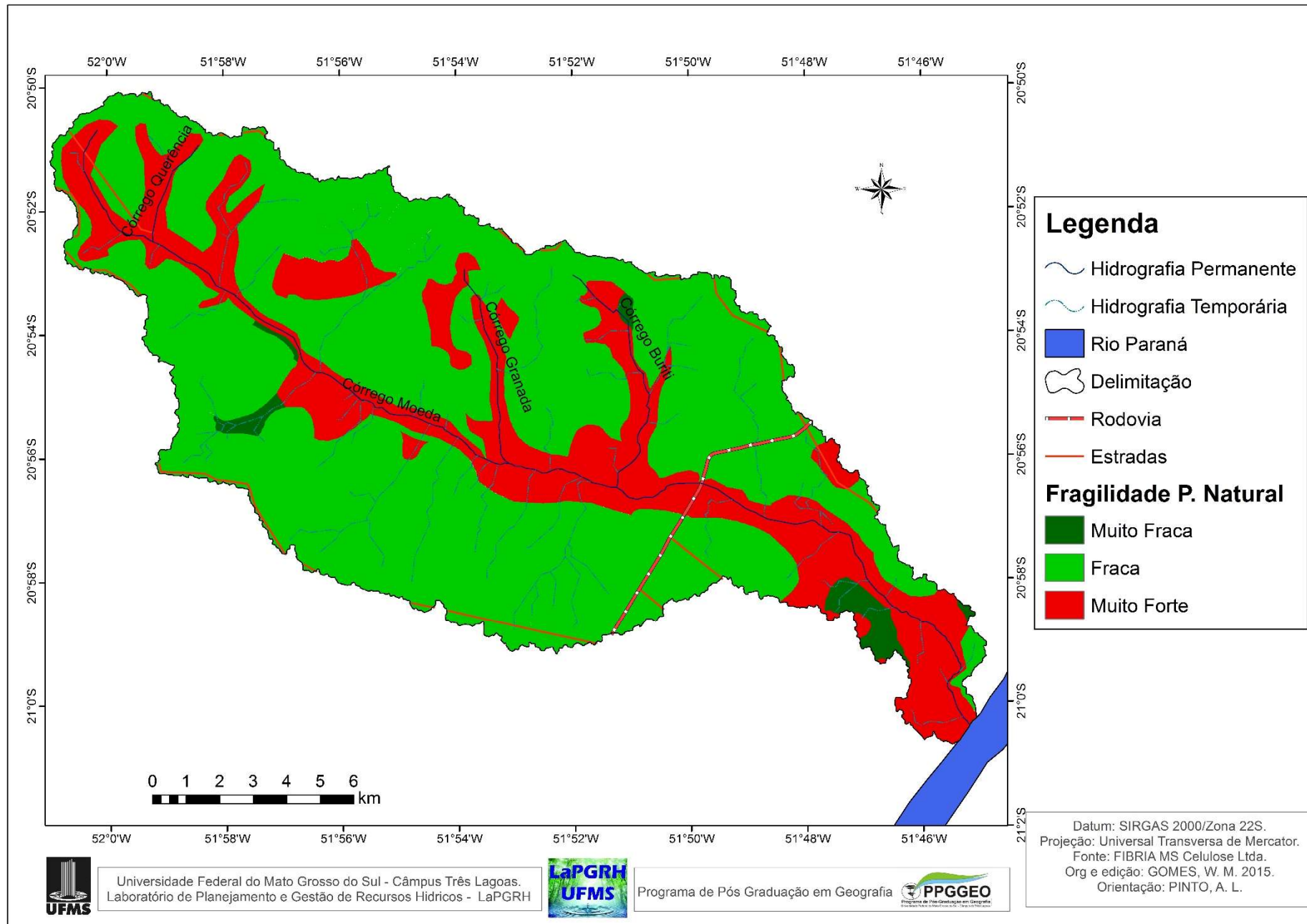


Figura 17: Graus de Fragilidade Potencial Natural dos Solos da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS

5.4. Energia Potencial Erosiva do Relevo e seu Grau de Fragilidade Potencial Natural na Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda

Para que seja possível obter o mapa de energia potencial erosiva do relevo faz-se necessário, primeiramente, dispor dos mapas de declividade, dissecação horizontal e dissecação vertical.

5.4.1. Declividade da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda

Para análise detalhada da declividade da BHCM, os valores foram organizados em classes de 3 em 3%, segundo metodologia proposta por Lepsch (1983), na qual, descreve que, a declividade é uma importante característica das terras e deve ser considerada para fins de planejamento conservacionista, sendo um dos principais fatores condicionadores da capacidade de uso da terra.

Ross (1994) trabalha com a mesma visão, salientando que, para se determinar os limites das classes de declividade, devem ser considerados aqueles empregados nos estudos de capacidade uso/aptidão agrícola, associados com valores limites críticos, indicativos do vigor dos processos erosivos e dos riscos de escorregamentos/deslizamentos e inundações frequentes.

A metodologia de Ramalho Filho e Beek (1995), que trata especificamente da facilidade de ocupação rural de modo que declividades superiores a 3% já possuem limitações para uso rural.

A aplicação da metodologia de limitações de uso rural da terra proposta por Ramalho Filho e Beek (1995) pode ser observada na **Tabela 15**, para a BHCM.

Tabela 15: Classes de Declividade, Segundo Facilidades de Ocupação Rural da Terra, Adaptado de Ramalho Filho e Beek (1995), para a Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS.

Classes	Declive (%)	Classificação	Facilidades na Ocupação Rural da Terra	Área	
				(Km ²)	(%)
A	0,0 a 3,0	Plano a Muito Suave	Apto a qualquer uso agrícola	78,93	31,87
B	3,0 a 6,0	Muito Suave a Suave	Depende da subclasse, pois será preciso ações de controle erosivo ou de melhoria na fertilidade do solo.	111,89	45,18
C	6,0 a 9,0	Suave a Suave Ondulado	Restrita a agricultura, mas apta para agricultura moderna desde que use técnicas de manejo e conservação do solo.	43,17	17,43
D	9,0 a 12,0	Suave Ondulado a Ondulado	Susceptibilidade a erosão e perda de potencial produtivo do solo. Permite pastoreio, reflorestamento e a manutenção da vegetação natural.	8,93	3,61
E	> 12,0	Ondulado a Forte Ondulado	Não permite uso agrícola, somente manutenção da vegetação original.	4,75	1,92
Total	--	--	--	247,67	100,00

Para a elaboração dos pesos das respectivas Fragilidades Potenciais Naturais, conforme as classes de declividade da bacia, interagiu-se as metodologias de Ross (1994), e de Ramalho Filho e Beek (1995), que culminou na **Tabela 16**.

Percebe-se, pois, que 160,82 km² ou 77,85% da área total da BHCM, ou seja, uma área muito expressiva se enquadra na classe de fragilidade natural muito fraca.

Em seguida, na ordem de ocorrência, vem a classe com potencial de fragilidade natural fraca abrangendo área de 50,11 km² ou 20,24% da área da BHCM.

A classe com fragilidade potencial natural média abrange área de 4,02 km² ou 1,62% da área da Bacia, sendo, pois, pouco expressiva.

Já as classes com potencial de fragilidade forte e muito forte, abrangem respectivamente área de 0,73 e 0,01 km² ou 0,29 e 0,004% do total da Bacia. Logo

sendo muito inexpressiva restrita basicamente a áreas modificadas pela ação antrópica.

Tabela 16: Classes de Declividade e Facilidade na Ocupação Rural na Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas, MS

Declividade (%)	Classificação	Área		Fragilidade e Potencial Natural	Pesos/cores sobre o Mapa de Energia Potencial Erosiva do Relevo
		(Km²)	(%)		
0,00 a 1,00	Plano a Muito Suave	10,84	4,38	Muito fraca	1
1,01 a 2,00		30,25	12,22		2
2,01 a 3,00		37,84	15,68		3
3,01 a 4,00	Suave	44,97	18,16		4
4,01 a 5,00		35,48	14,73		5
5,01 a 6,00		31,44	12,68		6
6,01 a 7,00	Suave a Suave Ondulado	19,97	8,06	Fraca	7
7,01 a 8,00		15,51	5,46		8
8,01 a 9,00		7,69	3,11		9
9,01 a 12,00	Suave Ondulado a Ondulado	8,94	3,61		10
12,01 a 20,00	Ondulado	4,02	1,62	Média	11
20,01 a 30,00	Forte Ondulado	0,73	0,29	Forte	12
>30,00		0,01	0,004	Muito Forte	
TOTAL	--	247,67	100	--	--

Fonte: Adaptada da Classificação de Lepsch (1983) e das Classes de Facilidades na Ocupação Rural, de Ramalho Filho e Beek (1995) e fragilidade potencial natural de Ross (1994)

Org: Gomes (2015).

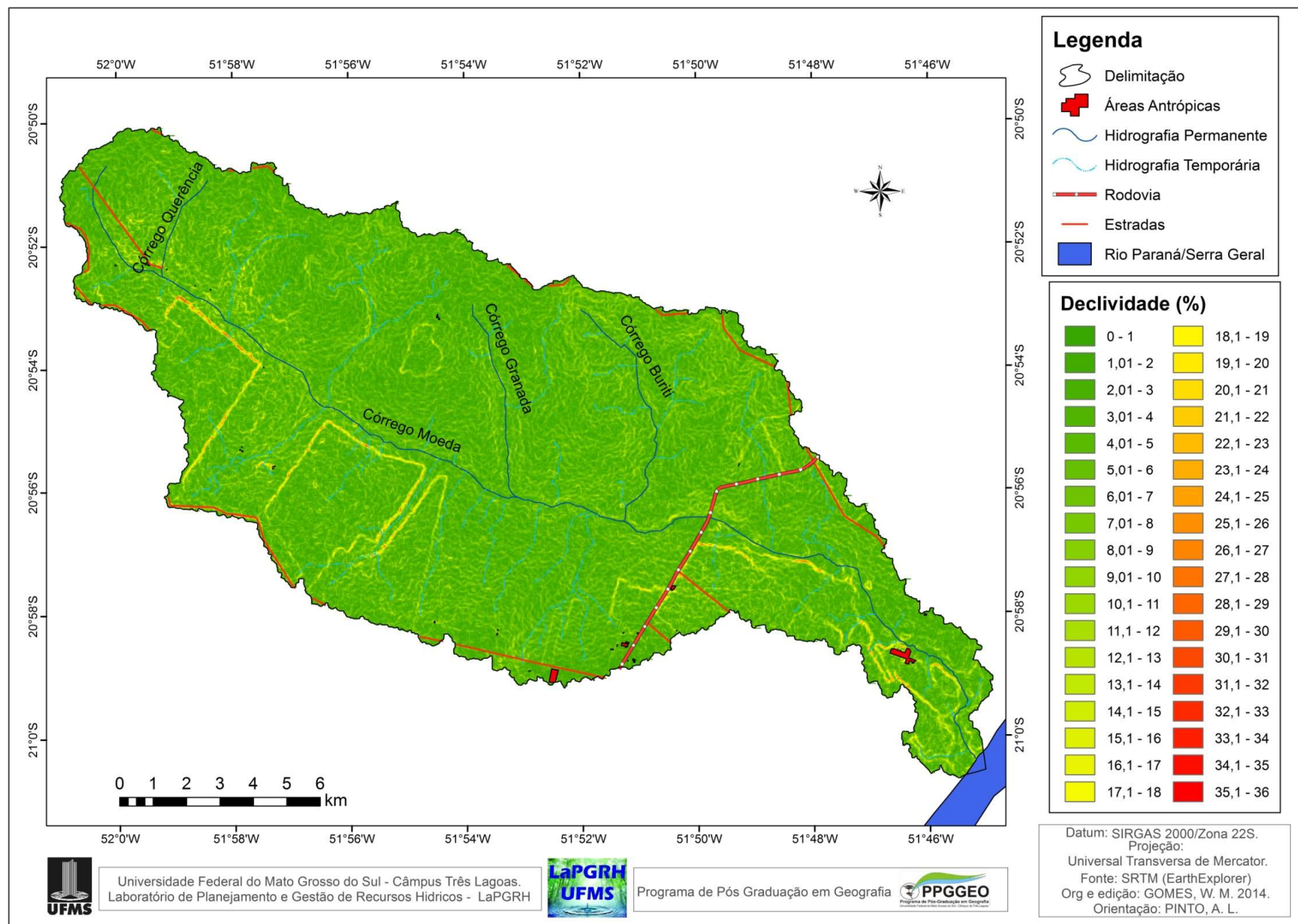


Figura 18: Mapa de Declividade da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS.

5.4.2. Dissecação Horizontal Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda

O mapa de dissecação horizontal (**Figura 20**) faz com que seja possível quantificar a distância que separa os talvegues das linhas de cumeadas (CUNHA *et al.*, 1976). Por meio do mapa de dissecação horizontal do relevo, pode-se avaliar o trabalho de dissecação realizado pelo canal principal e os afluentes da BHCM. Logo, o mesmo auxilia na avaliação da fragilidade potencial natural da bacia em relação à atuação dos processos morfométricos, indicando setores onde interflúvios mais estreitos indicam maior fragilidade e consequentemente, suscetibilidade à erosão.

“A carta de dissecação horizontal auxilia na avaliação da fragilidade do terreno à atuação dos processos morfogenéticos, indicando setores onde interflúvios mais estreitos denotam maior suscetibilidade à atuação destes” (LEITE; ROSA, 2012, p. 271).

Observa-se grande quantidade de classes geradas a partir das diferenças entre as medidas do talvegue e a linha de cumeada, desse modo, foram estipuladas cores para a fácil distinção das classes. Logo, obteve-se no mapa, 10 classes que variam de 100 metros em 100 metros, uma classe de 500 metros e 1 classe que representa distâncias entre o talvegue e a linha de cumeada maior que 1500 metros. Essas classes representam o grau de dissecação no interior dos limites de cada sub-bacia do córrego Moeda.

As classes já mencionadas foram quantificadas de modo a observar a área ocupada por cada uma delas ficando, pois, como mostra a **Tabela 17**.

Tabela 17: Classes de Dissecação Horizontal com suas respectivas Áreas em Km² e % na Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS.

Classes de Dissecação Horizontal (metros)	Área		Pesos e Cores Temáticas sobre o Mapa de Energia Potencial Erosiva do Relevo
	(Km ²)	(%)	
0 a 100	23,26	9,36	12
100 a 200	46,76	18,88	11
200 a 300	43,04	17,38	10
300 a 400	32,15	12,98	9
400 a 500	27,36	11,05	8
500 a 600	21,35	8,62	7
600 a 700	16,1	6,50	6
700 a 800	12,72	5,14	5
800 a 900	6,5	2,62	4
900 a 1.000	5,53	2,23	3
1.000 a 1.500	11,45	4,62	2
> 1.500	1,45	0,59	1
TOTAL	247,67	100	--

Org: Gomes (2015).

Dentre as 12 classes de dissecação horizontal, a que apresenta maior risco potencial erosivo são as classes de 0 a 100 e 100 a 200m. Nessas classes os canais são curtos, mais retilíneos, logo o fluxo de água tende a ser mais veloz. A primeira abrange área de 23,26 km² ou 9,36% e a segunda 46,76 km² ou 18,36% da área total da bacia, logo as duas somam 70,02 km² ou 28,24% da área da bacia. Desse modo parte considerável da bacia apresenta potencial erosivo mais significativo e consecutivo maior peso de fragilidade, respectivamente 12 e 11.

A segunda classe em ordem de abrangência na BHCM é a de 200 a 300m que soma área de 43,04 km² ou 17,38% da área da bacia.

As demais classes seguem em ordem decrescente em relação a área de abrangência de modo que a classe com menos potencial erosivo, que é a classe com dissecação maior que 1500m, abrange apenas área de 1,45 km² ou 0,59% da bacia sendo, portanto, pouco expressiva.



Figura 19: Rampas Longas e Baixa Declividade com Classe de Dissecação Horizontal de 1000 a 1500.

A **Figura 19** exemplifica casos de rampas longas com declividade reduzida, próximo ao córrego buriti, cuja classe é 1000 a 1500. Pouca declividade reduz a fragilidade ambiental, mas as rampas alongadas elevam a fragilidade, pois o escoamento superficial vai se avolumando proporcionalmente ao comprimento da mesma, elevando a competência de carreamento de sedimentos na bacia.

Tendo em vista o índice de dissecação de cada classe apresentada, os pesos e atribuídos a cada uma das classes, podem ser observados na **Tabela 17**.

Observou-se que as classes com fragilidade potencial natural mais forte são as que ocorrem nas confluências, até mesmo dos pequenos cursos fluviais e nas nascentes, (**Figura 20**) que se localizam demasiadamente próximas à linha de cumeada, visto que a proximidade entre os cursos fluviais implica em maior probabilidade de movimentação dos materiais constituintes do relevo, pela ação das águas correntes, conforme sua energia potencial do relevo.

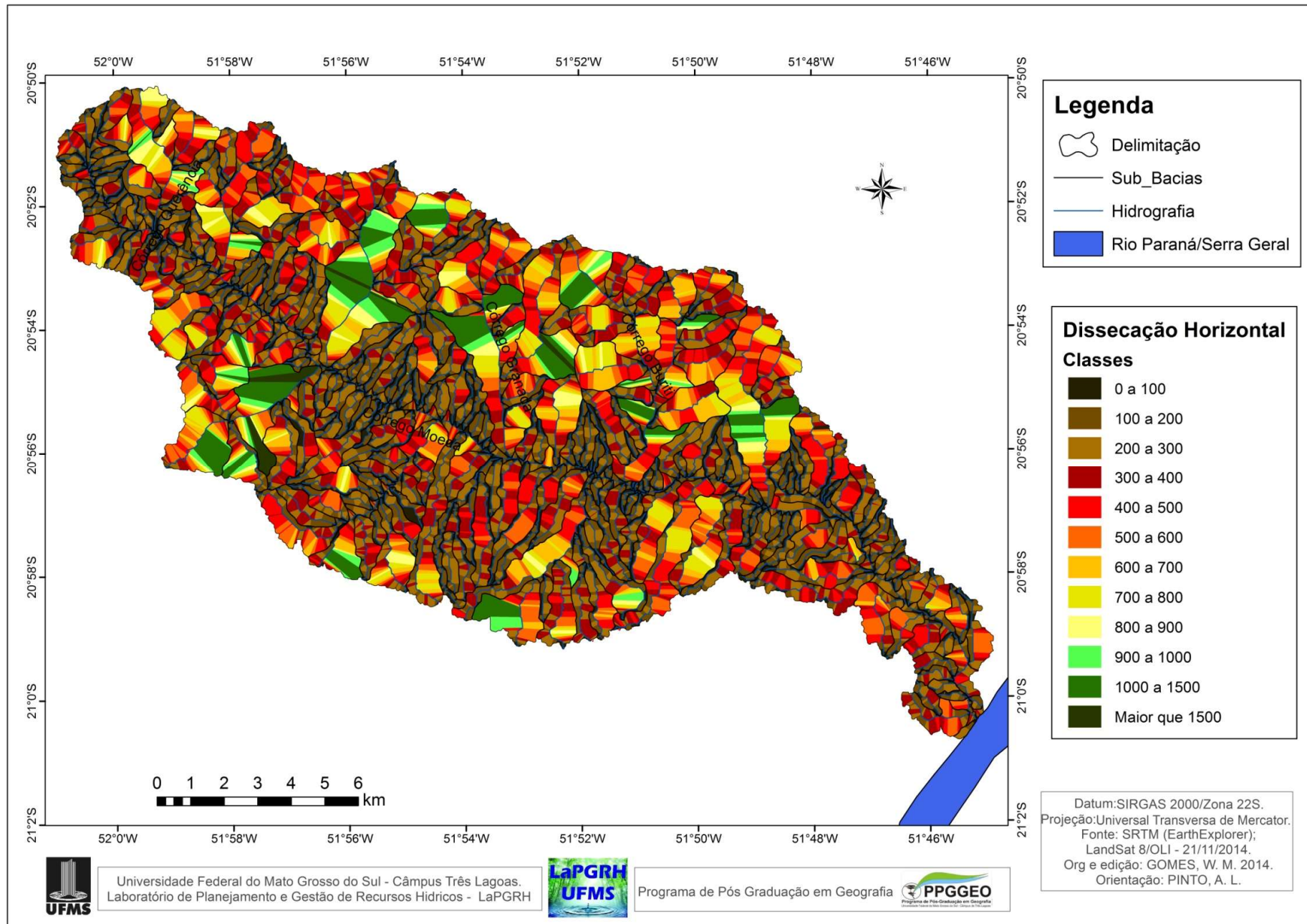


Figura 20: Mapa de Dissecção Horizontal da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS.

5.4.3. Dissecação Vertical da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda

O mapa de dissecação vertical (**Figura 21**) objetiva indicar áreas de potencial erosivo em relação às rupturas de nível do relevo das sub-bacias, que são indicadas por meio das curvas de nível da BHCM, indicando áreas com maior potencial de velocidade de fluxo d'água e consequentemente maior poder erosivo. (GRECHIA, 2011)

As áreas com maior risco de erosão, que se enquadram na classe de 100 a 110 e maior que 110m, se localizam, em sua maior parte no alto curso da BHCM, na nascente do Córrego Moeda, e no médio curso, nos limites da bacia, na margem direita. No entanto essas classes são pouco expressivas na bacia, uma vez que ocupam juntas, apenas 4,24 km² ou 1,71% da área total da bacia, **Figura 21 e Tabela 18**.

Tabela 18: Classes de Dissecação Vertical com suas Respetivas Áreas em Km² e %. da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS.

Classes de Dissecação Vertical (metros)	Área		Pesos e Cores sobre o Mapa de Energia Potencial Erosiva do Relevo
	(Km ²)	(%)	
0 a 10	25,62	10,34	1
10 a 20	47,65	19,24	2
20 a 30	40,15	16,21	3
30 a 40	46,00	18,57	4
40 a 50	32,13	12,94	5
50 a 60	21,03	8,49	6
60 a 70	15,34	6,19	7
70 a 80	7,57	3,06	8
80 a 90	4,30	1,74	9
90 a 100	3,64	1,51	10
100 a 110	1,98	0,80	11
> 110	2,26	0,91	12
TOTAL	247,67	100	--

Org: Gomes (2015).

Nota-se, pelos dados da **Tabela 18**, extraídos da **Figura 21**, que a classe com maior quantitativo na BHCM é a de 10 a 20m, pois ocupa área de 47 km² ou 19,24% da área total da bacia.

Em seguida nota-se representatividade na bacia as classes de 30 a 40m e 20 a 30m com área de ocorrência 46,00 km² ou 18,57% e 40,15 km² ou 16,21% respectivamente.

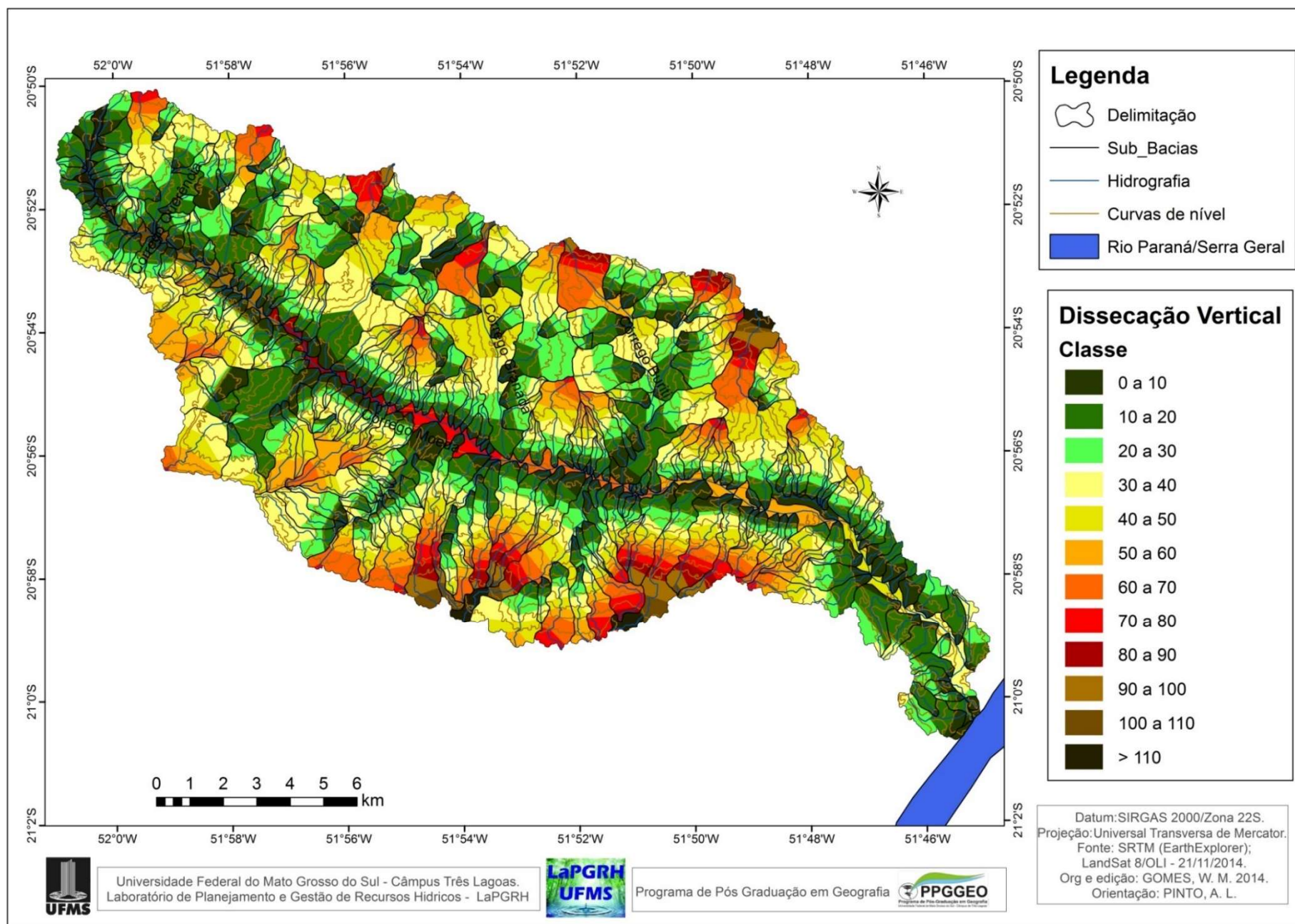


Figura 21: Mapa de Dissecação Vertical da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS

5.4.4. Energia Potencial Erosiva do Relevo e de Fragilidade Potencial Natural da Energia Erosiva do Relevo da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda

O mapa de Energia Potencial Erosiva do Relevo (**Figura 25**) apresenta áreas da bacia hidrográfica do Córrego Moeda classificadas quanto a síntese dissecação vertical – dissecação horizontal – declividade, fatores diretamente relacionados aos processos erosivos.

Constatou-se que na BHCM a classe com maior energia potencial do relevo é a Forte, no entanto é pouco representativa englobando área de apenas 0,15 km² ou 0,06% da área total da bacia. **Tabela 19.**

Tabela 19: Classificação da Energia Potencial Erosiva do Relevo com suas respectivas Áreas em Km² e %, na Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS.

Classificação	Área		Pesos e Cores do Mapa de E. P Erosiva do Relevo	Pesos/grau e Cores sobre a Fragilidade P. Natural
	(Km ²)	(%)		
Suavemente Suave	0,13	0,05	1	1 / Muito Fraca
Moderadamente Suave	1,65	0,67	2	
Suave	9,54	3,85	3	
Suavemente Fraca	28,36	11,45	4	2 / Fraca
Moderadamente Fraca	63,57	25,67	5	
Fraca	72,46	29,26	6	
Suavemente Média	45,34	18,31	7	3 / Média
Moderadamente Média	19,55	7,89	8	
Média	5,62	2,27	9	
Suavemente Forte	1,11	0,45	10	4 / Forte
Moderadamente Forte	0,16	0,07	11	
Forte	0,15	0,06	12	5 / Muito Forte
TOTAL	247,67	100	--	

A classe **Suavemente Suave** ocupa área de 0,13 km² ou 0,05% da área total da bacia localizada, em formas de manchas, no alto curto da BHCM e em poucas manchas dispersas na margem esquerda da bacia.

A classe **Moderadamente Suave** recobre, por sua vez, área de 1,65 km² ou 0,67 % da área da bacia. Localiza-se em formas de manchas dispersas ao longo da BHCM, assim como a classe **Suave**, que representa 9,54km² ou 3,85 % da área da bacia sobretudo na margem esquerda da mesma.

As classes **Fraca**, **Moderadamente Fraca**, **Suavemente Média**, **Suavemente Fraca** e **Moderadamente Média** (**Figura 25**) são as mais representativas (em ordem crescente de ocorrência na BHCM) ocupando, respectivamente, área em km² de 72,46; 63,57; 45,34; 28,36 e 19,55 ou em percentual (%) de 29,26; 25,67; 18,31; 11,45 e 7,89.

A **Figura 22** caracteriza área com classes de Energia Potencial Erosiva do Relevo Média à Suavemente Forte. Devido a sua declividade, que alcança cerca 12%, somados à dissecação com classes baixas, que aumentam sua fragilidade potencial e a dissecação vertical com altos valores, que demonstram que sua classe mais alta, é mais distante do nível de base da BHCM, ou seja, seu escoamento superficial gravitacional se torna mais elevado.



Figura 22: Local com Classe de Energia Potencial Erosiva do Relevo de Média a Suavemente Forte

A **Figura 23** representa área com declive acentuado, que alcançou a classe suavemente média e moderadamente média (**Figura 24**), sofrendo interferência não só da declividade, mas também dos valores baixos de dissecação horizontal, que elevam a Energia Potencial Erosivo do Relevo



Figura 23: Área Com Declive Acentuado cuja Classe de Energia Potencial Erosiva do Relevo se encontra entre Suavemente Média e Moderadamente Média.



Figura 24: Local com Classe de Energia Potencial Erosiva do Relevo Moderadamente Média no Alto Curso da BHCM.

Despontam na BHCM classes de fraca a média energia potencial erosiva do relevo, visto que as classes predominantes são as acima citadas, as quais, juntas somam de 229,28 km² ou 92,58 % da área total da BHCM.

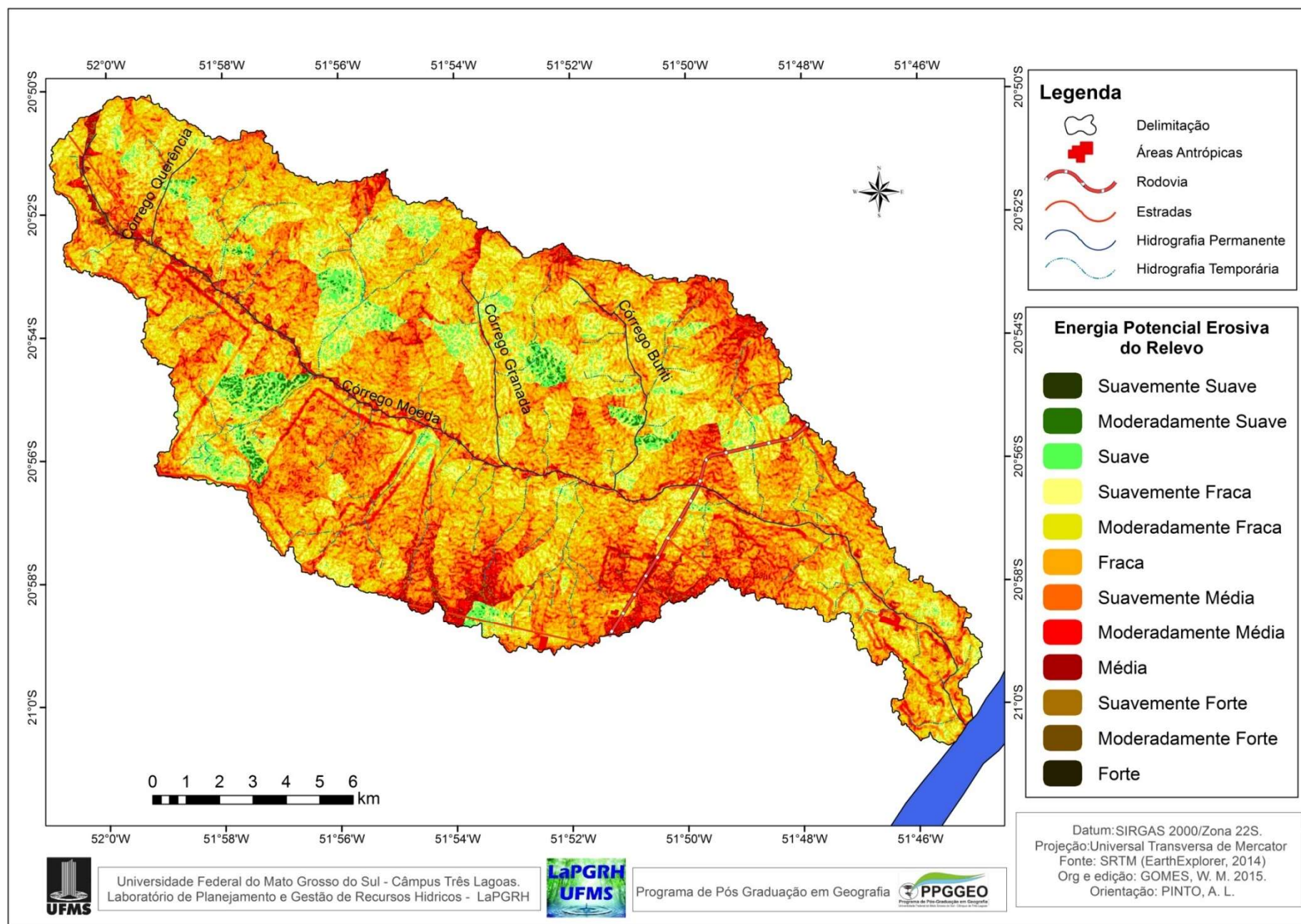


Figura 25: Mapa da Energia Potencial Erosiva do Relevo da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS.

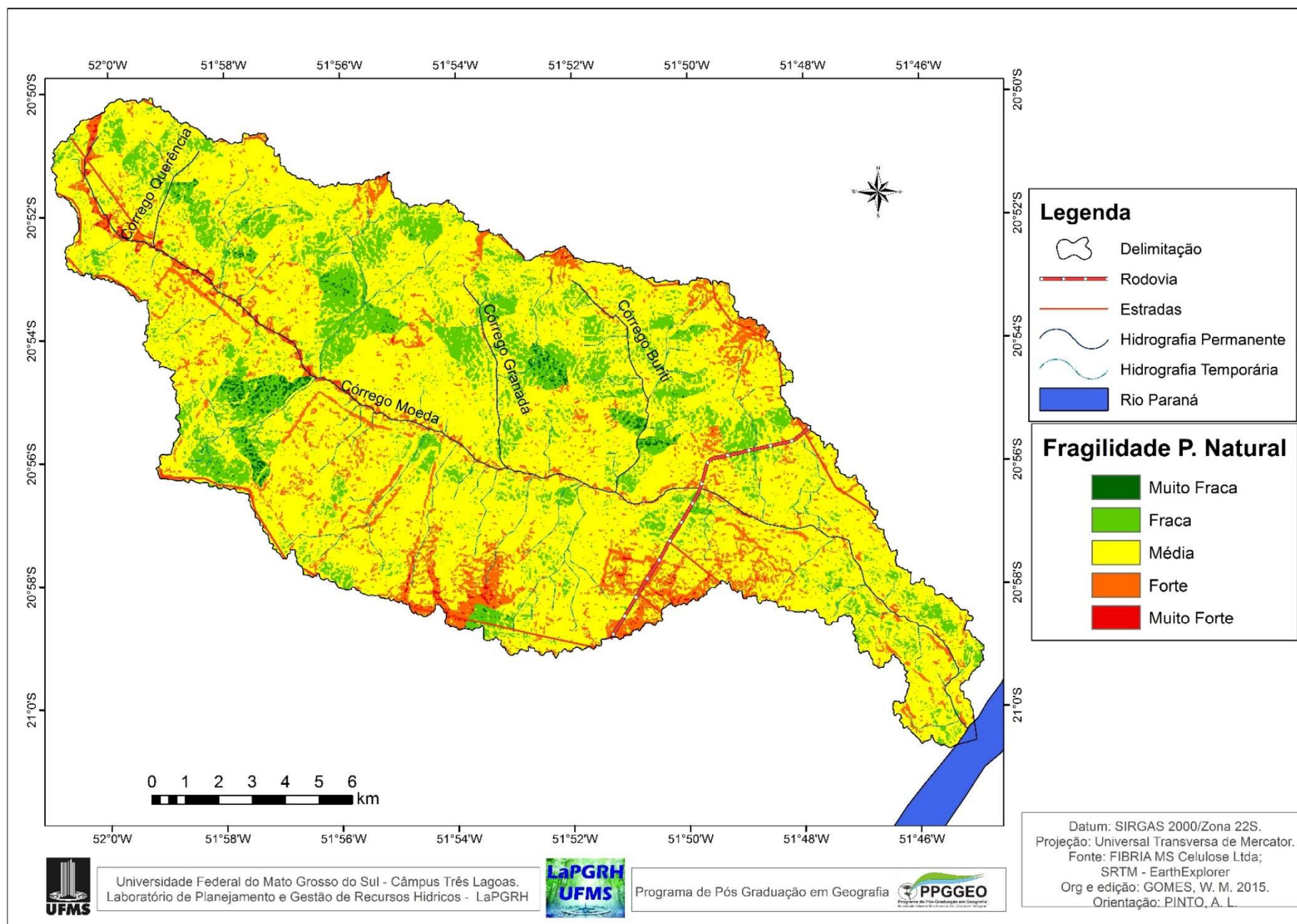


Figura 26: Graus de Fragilidade Potencial Natural da Energia Erosiva do Relevo da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS

5.5. Graus de Fragilidade Potencial Natural Pluviométrico da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda

Após a interpolação, levando em conta as médias anuais das estações FENOB, Garcias, Jupiá, Fibria MS Celulose Ltda. e Porto Galeano pode-se obter o mapa pluviométrico da BHCM, **Figura 27**

Os resultados obtidos variaram de 1.133,97 mm e 1.303,83 mm ao norte e nas proximidades da foz respectivamente.

No baixo curso da BHCM é a área que apresenta maior pluviosidade sendo de 1.269,07 a 1.303,83 mm.

Ao norte da bacia nota-se a menor pluviosidade com precipitações que podem variar de 1.133,97 a 1.169,41 mm.

A espacialização da fragilidade potencial natural em relação a pluviosidade da BHCM está representada na **Figura 28**.

Tabela 20: Graus de Fragilidade Potencial Natural em Relação ao Volume Pluviométrico da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS.

Classe de precipitação	Área		Fragilidade Potencial Natural	Pesos e cores temáticas no mapa de Fragilidade Potencial Natural
	Km ²	%		
1.139,97 a 1.174,49	49,18	19,86	Média	3
1.174,49 a 1.200,00	50,40	20,35		
1.200,01 a 1.226,65	50,01	20,19	Forte	4
1.226,65 a 1.252,74	49,35	19,93		
1.252,74 a 1.303,83	48,73	19,67		
Total	247,67	100,00	--	--

Org.: Gomes (2015)

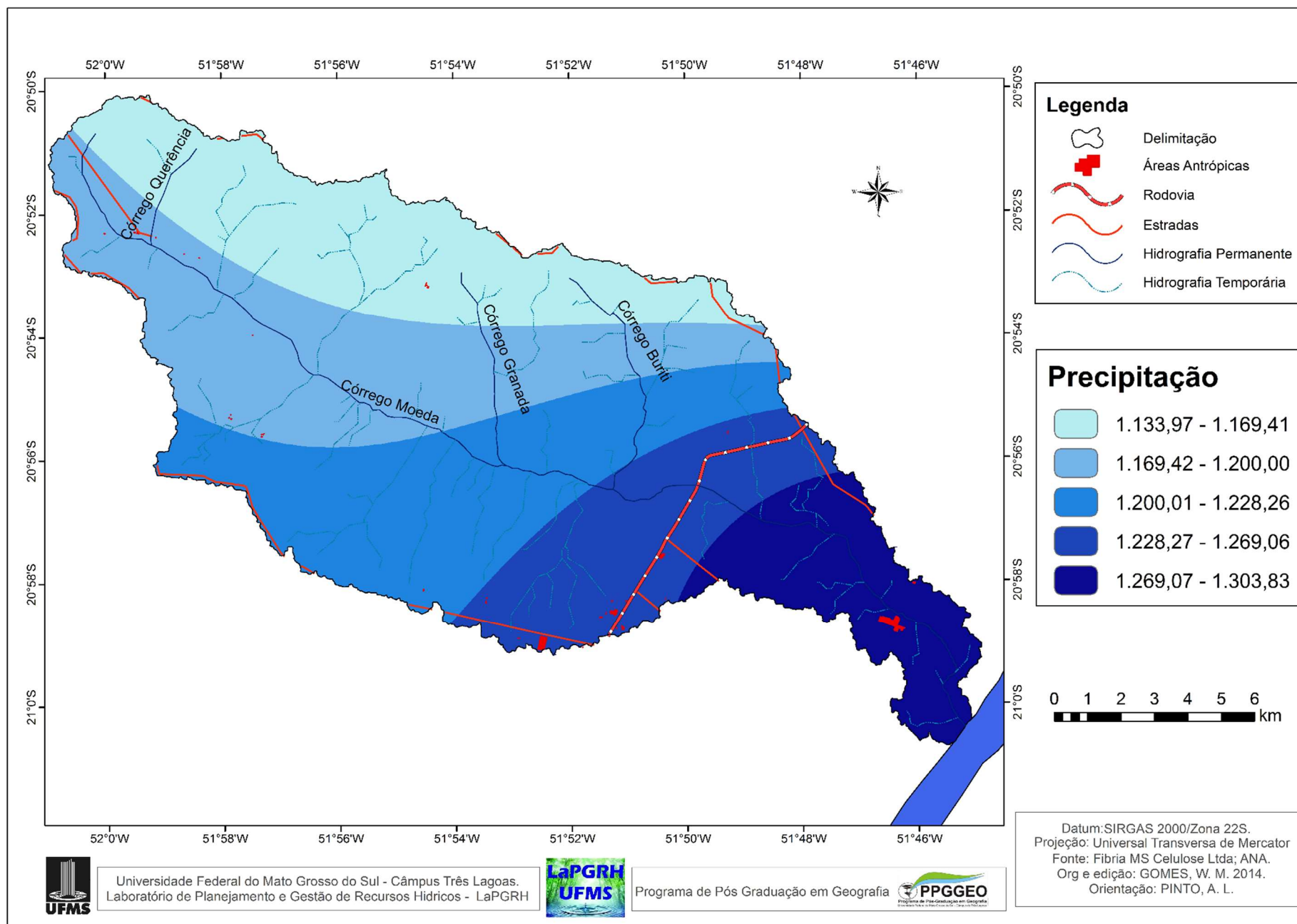


Figura 27: Mapa da Pluviosidade da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS

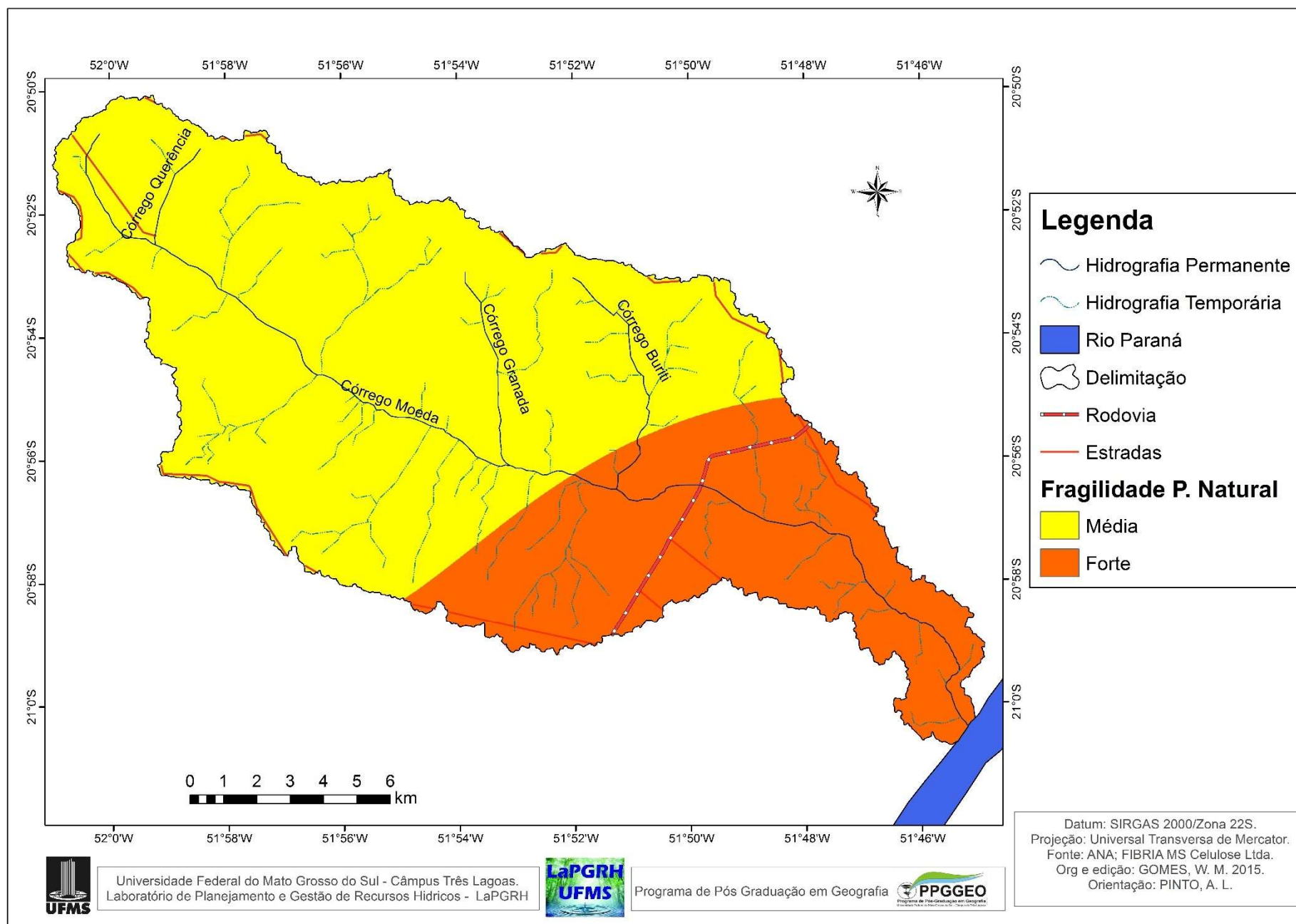


Figura 28: Graus de Fragilidade Potencial Natural Pluviométrica da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS

5.6. Erosividade, Segundo a Precipitação da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda

O mapa de erosividade representa o quantitativo de precipitação que gerou no terreno da BHCM o transporte de sedimentos. São estes valores calculados mensalmente e para o ano, conforme as normais da Bacia, ocupando as mesmas zonas do mapa de pluviosidade.

Pode-se observar a relação entre os dados de precipitação com os dados referentes à erosividade na **Tabela 21**.

A estação do verão, entre os meses de janeiro e março, é a mais chuvosa, somando nesses três referidos meses 576,70 mm de pluviosidade. O mês mais chuvoso do verão é Janeiro de acordo com os dados normais de 1983 a 2014.

Logo, o verão por ser a estação com maior precipitação, é também a estação com maior potencial erosivo, com o total de 3451,15 MJ. mm/ha.

A segunda estação do ano com maior potencial erosivo devido, pois, à maior precipitação é a primavera, que se refere aos meses outubro, novembro e dezembro. Esta estação, por sua vez, possui um potencial erosivo de 2239,46 MJ.mm/ha decorrente do segundo maior volume pluviométrico da Bacia, 428,61 mm.

As estações com menor potencial erosivo são, respectivamente, outono (abril, maio e julho) e inverno (julho, agosto e setembro), uma vez que são estações secas. A primeira tem uma pluviosidade de 176,18 mm e erosividade 614,24 MJ.mm/ha enquanto a segunda possui 115,43 mm de pluviosidade de 339,32 MJ.mm/ha.

Tabela 21: Erosividade Potencial e Precipitação na BHCM, no período de 1983 à 2014 e de 2014.

Estação Meteorológica da Fibria MS Celulose Ltda.									
Estação/Ano	Meses	Normal de 1983 à 2014	2014	Erosividade (MJ.mm/ha*)		Erosividade (Milhões de MJ.mm/bacia**)		Erosividade (%)	
				Normal	2014	Normal	2014	Normal	2014
Verão	Janeiro	227,19	121,16	1471,46	659,95	36,44	16,34	21,75	11,83
	Fevereiro	187,22	87,37	1096,79	401,75	27,16	9,95	16,21	7,20
	Março	162,29	85,34	882,9	387,67	21,86	9,60	13,05	6,95
	Total Verão	576,70	293,87	3451,15	1449,37	85,46	35,89	51,01	25,98
Outono	Abril	92,85	121,67	378,25	664,17	12,37	13,45	7,38	9,74
	Mai	56,75	45,21	179,35	147,78	4,44	3,56	2,65	2,58
	Junho	26,58	5,84	56,64	6,12	1,40	0,16	0,84	0,12
	Total Outono	176,18	172,72	614,24	818,07	18,21	17,17	10,87	12,43
Inverno	Julho	20,01	98,80	36,81	484,18	0,91	12,99	0,54	9,40
	Agosto	23,99	0,00	48,48	0,00	1,20	0,00	0,72	0,00
	Setembro	71,43	120,65	254,03	655,74	6,29	16,34	3,75	11,83
	Total Inverno	115,43	219,45	339,32	1139,92	8,40	29,33	5,01	21,23
Primavera	Outubro	98,01	125,72	410,62	698,02	10,17	17,29	6,07	12,52
	Novembro	142,94	177,03	728,14	1173,56	18,03	29,06	10,76	21,04
	Dezembro	187,66	71,88	1100,7	298,75	27,26	7,40	16,27	5,36
	Total Primavera	428,61	374,63	2239,46	2170,33	55,46	53,75	33,10	38,91
	Total	1296,90	1.060,67	6644,17	5577,69	167,53	136,14	100,00	100,00

*MJmm /ha - Megajoule de Milímetros por Hectare

**MJmm /bacia - Megajoule de Milímetros na Área da BHCM

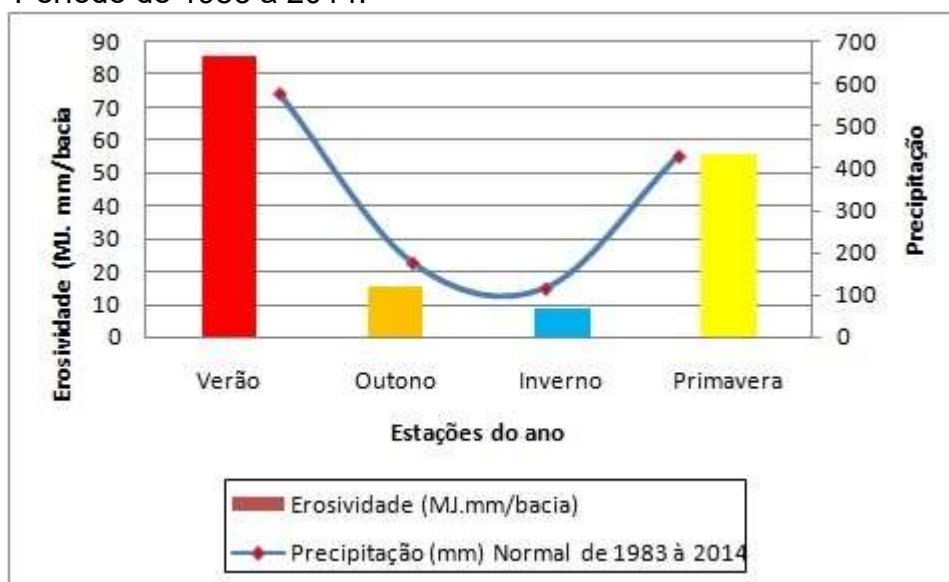
Fonte: Bertoni e Lombardi Neto (1999).

Org: Gomes (2015).

Desse modo, o verão e a primavera são as estações do ano com maior potencial erosivo segundo a precipitação mensal da BHCM. O destaque é dado à estação do verão, já que a mesma possui uma erosividade elevada, de tal modo, que ela sozinha tem potencial erosivo maior que a soma do potencial das demais estações do ano. Desse modo, o potencial erosivo do verão é de 20,3451,15 MJ.mm/ha, enquanto que a soma das estações outono, inverno e primavera, juntas, tem potencial erosivo de 3193,02 MJ.mm/ha em relação à normal climática de 1983 a 2014.

A **Figura 29** ilustra os dados mencionados na **Tabela 21**:

Figura 29: Potencial Erosivo e Precipitação da Bacia do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS, Brasil, Considerando a Normal, do Período de 1983 à 2014.



Fonte: Fibria MS Celulose Ltda. (2014)

Note-se, portanto, que a erosividade é maior nos meses de outubro a março, os quais correspondem às estações de primavera e verão. Essas estações são as que apresentam maior precipitação, e, portanto, maior potencial erosivo.

Entre os meses de abril a setembro, nota-se uma precipitação baixa, o que reflete no decréscimo do potencial erosivo nas estações de Outono e Inverno. Desse modo, essas estações têm seu potencial erosivo minimizado devido à baixa pluviosidade, ou seja, há uma menor ação das águas correntes, de origem pluviométrica, ao longo das vertentes da BHCM.

Nota-se que a maioria dos meses do ano de 2014 tiveram um desvio negativo do volume de precipitação em relação à normal, totalizando, no ano, um déficit de 236,23mm. Destaca-se a estação do inverno, visto que a mesma costuma ser seca.

No ano de 2014 houve um aumento no volume de precipitação, com um desvio positivo de 104,02mm em relação à normal que soma 88,38% de aumento de volume das precipitações.

O verão, por sua vez, tem como característica ser umas das estações mais chuvosas. No então, o ano de 2014 foge à "regra" e tem uma precipitação inferior, onde a normal é 576,70mm e a precipitação do referido ano foi de apenas 293,87mm, ou seja, um déficit de 49,04%.

5.7. Grau de Fragilidade Potencial Natural da Vegetação da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda

O mapa de vegetação natural da BHCM apresentou duas classes, sendo elas a Vegetação Natural e Outras Ocupações não naturais.

Partindo do pressuposto que a vegetação natural presente na BHCM, por ser mais evoluída e adaptada para as condições do local, é, portanto, a com menor peso de fragilidade potencial natural. Já as demais ocupações existentes na BHCM, por não serem naturais e, logo não estão totalmente adaptadas à área, receberam o maior peso de fragilidade potencial natural. **Tabela 22.**

Tabela 22: Vegetação Natural/Outras ocupações e suas Respectivas Áreas em Km² e %, na BHCM.

Classes	Área		Classe de Fragilidade Potencial Natural	Pesos e Cores da Fragilidade Potencial Natural
	(Km ²)	(%)		
Vegetação Natural	43,09	17,40	Muito Fraca	1
Outras ocupações não naturais	204,58	82,60	Muito Forte	5
Total	247,67	100	--	--

Org: GOMES (2015).

Desse modo, nota-se que a classe Vegetação Natural ocupa 43,09 km², ou seja, 17,40% da área total da BHCM (Fragilidade Potencial Natural Muito Fraca). A classe Outras Vegetação não naturais (Fragilidade Potencial Natural Muito Forte) que engloba diversas ocupações como: eucalipto, edificações, pastagens e solo exposto; ocupam 204,58 km² ou 82,60% da área total da BHCM.

A maior parte da vegetação natural existente na BHCM encontrasse presente no baixo curso da Bacia e ao longo dos córregos (**Figura 30**), caracterizando matas ciliares e reservas legais, de modo que colaboram com a proteção dos recursos hídricos no que diz respeito a assoreamentos potenciais.

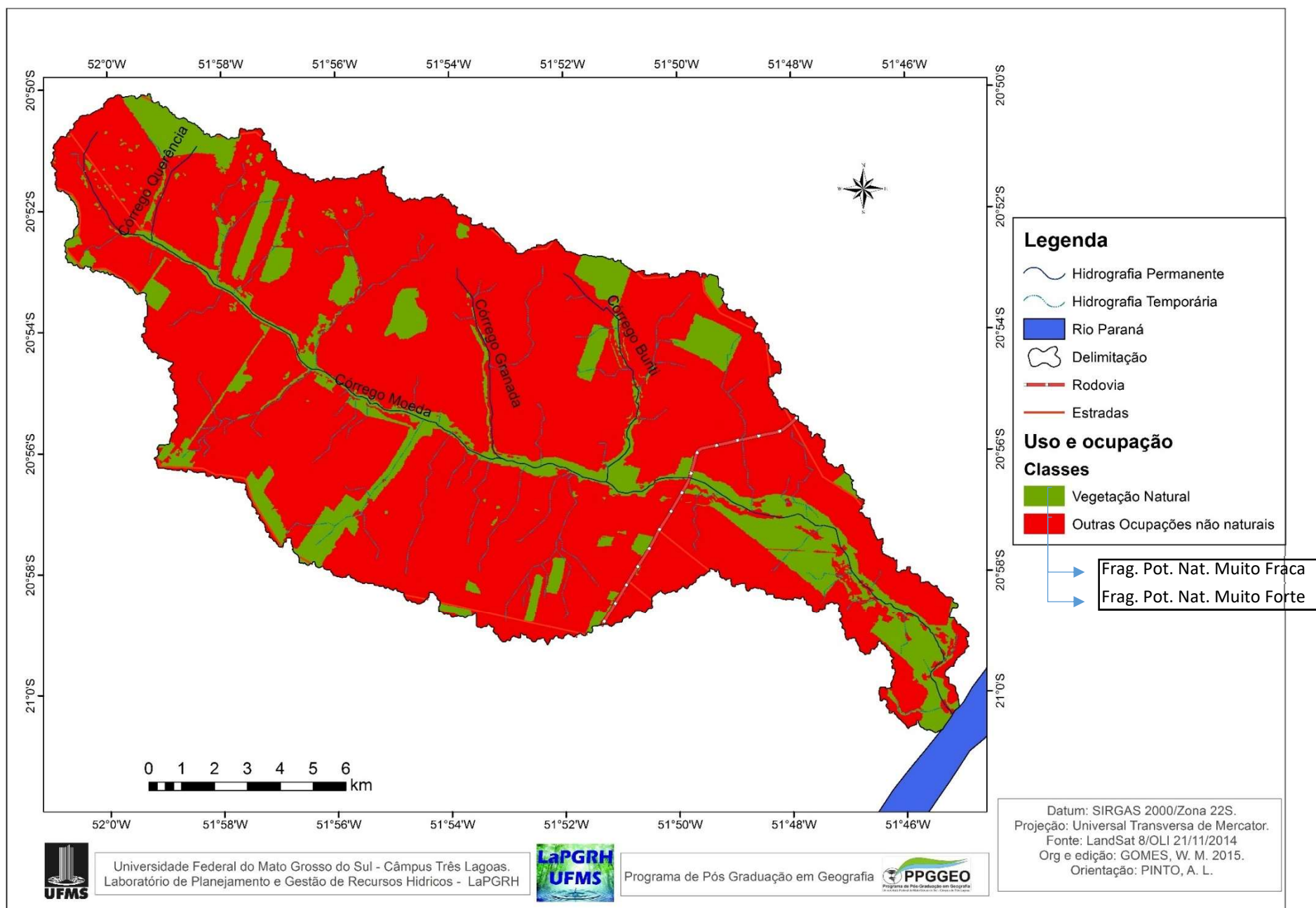


Figura 30: Fragilidade Potencial Natural da Vegetação Natural da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS, em 2014. 117

5.8. Fragilidade Potencial Natural da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, em 2014.

Os dados presentes no mapa de Fragilidade Potencial Natural da BHCM (**Figura 31**) são resultado da análise da interação dos mapas de fragilidade potencial natural de geologia, solos, declividade, energia potencial do relevo, clima e vegetação natural.

A **Tabela 23** mostra a área da BHCM subdividida em classes de Fragilidade Potencial Natural, fazendo-se possível observar a predominância da classe de fragilidade potencial natural Média.

Tabela 23: Classificação da Energia Potencial Erosiva do Relevo com suas Respectivas Áreas em Km² e %, na Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS.

Classes	Área		Cores da Fragilidade Potencial Natural
	(Km ²)	(%)	
Fraca	19,39	7,85	
Média	175,91	71,02	
Forte	51,93	20,96	
Muito Forte	0,44	0,17	
Total	247,67	100	--

Org: GOMES (2015).

A classe Muito Fraca não aparece na tabela, pois não foi encontrada na BHCM.

A classe Fraca apresentou-se em 19,39 km² ou 7,85% da área total da Bacia, se localizando, principalmente, nas áreas onde há predominância da vegetação natural aliada a formação Santo Anastácio e aos latossolos, com exceção do baixo curso da Bacia, onde o volume de precipitação acabou influenciando e contribuindo para que essa área fosse classificada com fragilidade potencial natural Forte.

A classe Média foi a com maior predominância na BHCM abordando uma área de 175,91 km² ou 71,02% da área total da Bacia. Essa classe se encontra em quase toda extensão da BHCM cujo principal motivo seria a silvicultura, pastagens e a energia potencial erosiva do relevo Moderadamente Fraca e Fraca predominante nos locais onde a classe aparece.

A classe Forte foi a segunda em ordem de predominância na BHCM, presente em 51,93 km² ou 20,96% da área total da Bacia. Nota-se que essa classe é predominante ao longo do curso do córrego Moeda, local este que apresenta geologia recente e frágeis principalmente no baixo curso com a presença de depósitos aluvionares aliado ao maior índice de precipitação; e solos com maior propensão a erosões (planossolos). Além disso ao longo do canal do córrego Moeda notou-se, também, as menores classes de dissecação horizontal, contribuindo para uma maior fragilidade potencial natural. Essa área poderia ser classificada como sendo da pertencente a classe Muito Forte se não fosse a presença da vegetação natural e matas ciliares, mostrando, pois, a importância da preservação das mesmas.

A classe Muito Forte apareceu em uma área muito pequena da BHCM, sendo quase que insignificante: 0,44 km² ou 0,17% da área total da Bacia. Nota-se que essa classe apareceu em forma de pequenas manchas localizadas no baixo curso da Bacia, locais onde se encontram solos frágeis, geologia caracterizada por depósitos aluvionares, energia potencial erosiva do relevo elevada e falta de vegetação natural aliada a algumas construções antrópicas.

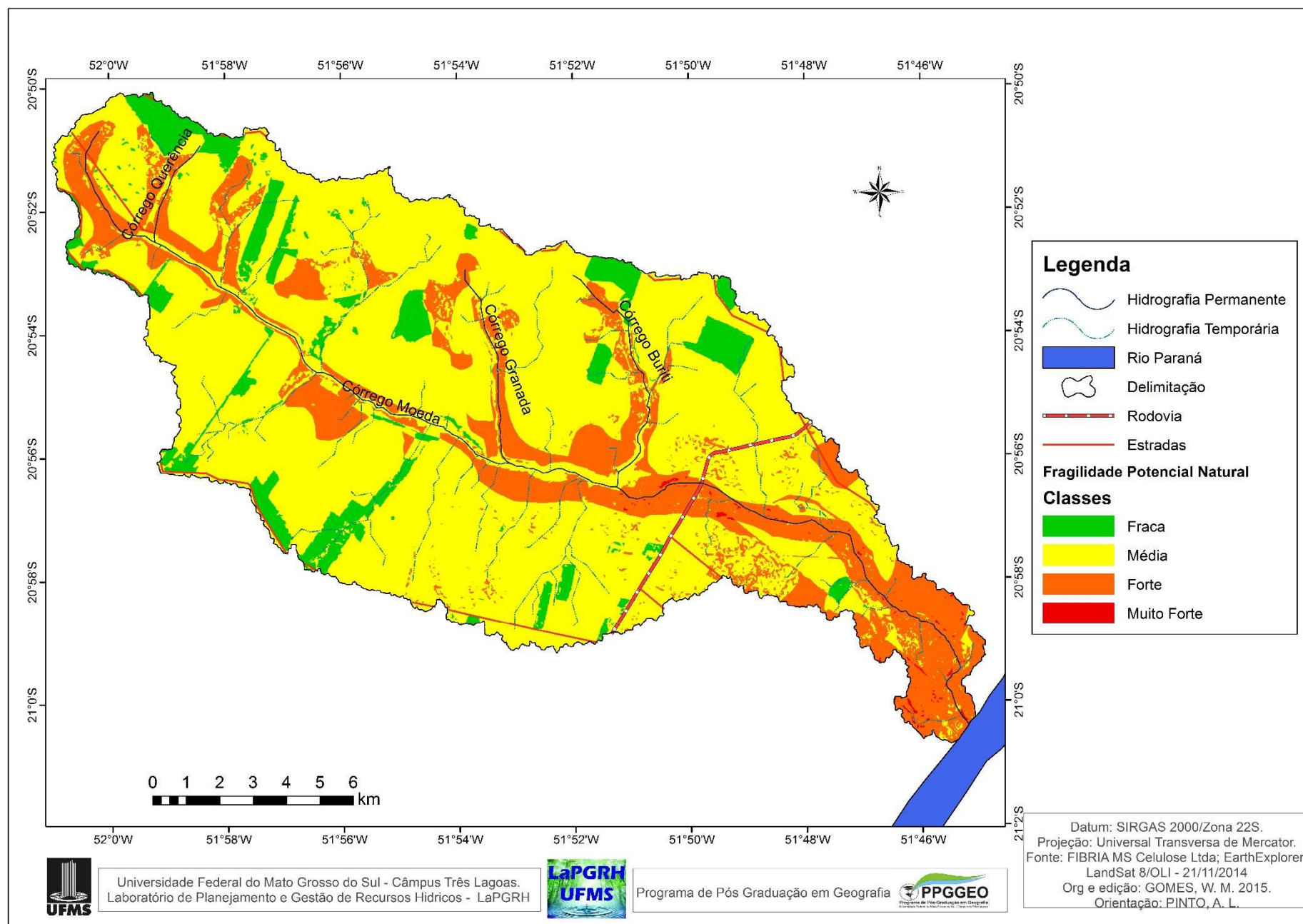


Figura 31: Mapa de Fragilidade Potencial Natural da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS, em 2014.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As intervenções que o homem faz na natureza causa um desequilíbrio na mesma. Essas intervenções devem ser feitas com o planejamento adequado para que os impactos positivos dessas intervenções sejam maximizados e os negativos minimizados. Para isso a bacia hidrográfica é tomada como unidade de estudo, planejamento e gestão, pois tem caráter integrador e possibilita avaliar a dinâmica da natureza e as interações entre os diversos elementos que compõem a paisagem.

Somente analisando as interações existentes entre os diversos elementos do sistema natural presente na Bacia Hidrográfica se faz possível o entendimento da dinâmica da mesma, podendo assim, colaborar para que a tomada de decisões em relação a alterações antrópicas na área seja de forma sustentável, causando o menor impacto possível.

Deve-se destacar que, na presente pesquisa, trabalhou-se utilizando uma perspectiva geossistêmica, de modo que houve a identificação e análise de diversos elementos da natureza e as relações existentes entre eles. Logo, esses elementos e suas relação estão em constante dinâmica, o que significa que ao alterar um desses elementos, essa alteração refletirá nos demais, ocasionando uma alteração na fragilidade potencial natural da BHCM.

Os mapas obtidos como resultado dessa pesquisa proporcionam além da identificação das características dos subsistemas naturais da Bacia, clima, geologia, solo, relevo e vegetação primitiva; a geração de resultados da interação desses elementos, considerando os pesos de fragilidade ambiental natural de cada um, propostos por Ross (1994) e atualizado por Ross (2012), tendo como produto final a fragilidade potencial natural da BHCM.

Por meio da análise do elemento geologia da BHCM é possível afirmar que ela é caracterizada pela presença de rochas do grupo Bauru, formação Santo Anastácio e Caiuá e depósitos Aluvionares. A formação Santo Anastácio é a mais representativa em área de abrangência na BHCM, pois abrange 57,78 % da área total, seguida pela formação Caiuá (ao longo do curso do córrego Moeda) e pelos depósitos Aluvionares (no médio e baixo curso) que abrangem respectivamente 34,09 e 8,13 %.

Sendo assim, em relação a geologia 57,78% da área da BHCM foi classificada como possuinte de fragilidade potencial natural Fraca, pois apresentam baixa suscetibilidade à erosões e processos químicos, como por exemplo, oxido redução,

uma vez que a concentração de ferro é baixa. Todavia 34,09% da Bacia enquadraram-se na classe média devido a maior suscetibilidade às erosões e por apresentar maior concentração de ferro, que, quando em contato com água, propicia processo de oxido-redução que pode enfraquecer a rocha e/ou contaminar as águas. Os depósitos aluvionares localizados no baixo curso da Bacia se enquadraram na classe Muito Forte de fragilidade potencial natural da geologia, ou seja, 8,13%. Logo as formações geológicas tem relação direta com os tipos de solos encontrados na BHCM.

Assim, em relação à pedologia da BHCM notou-se que existem oito classes de solos, de modo que predomina o Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico. Constatou-se, pois, que 3,84% da área da bacia é composta por solos com Fragilidade Potencial Natural Muito Fraca, 72,83% Fraca e 25,41% Muito Forte. Logo, na BHCM a Fragilidade Potencial Natural predominante em relação a pedologia é Fraca. Ainda é válido lembrar, que a silvicultura é predominante nos solos com fragilidade potencial natural classificada como Fraca e a classe Forte é representativa e especializada ao longo dos cursos d'água da BHCM, apontando, assim, para a necessidade de preservação da vegetação natural nessas áreas, ou seja, além da preservação, recomenda-se, também a recuperação das matas ciliares da BHCM.

Na análise da declividade da BHCM, a metodologia de classificação de facilidade de ocupação rural proposta por Ramalho Filho e Beek (1995), se mostra válida, de modo 1,92 % da área da bacia não se permite uso agrícola, somente a manutenção da vegetação original por apresentar declividade acima de 12%. Ainda segundo essa metodologia, 31,87% da área da BHCM está apta a qualquer uso agrícola e 45,18% tem a necessidade de ações de controle erosivo, como a utilização de curvas de níveis. 17,43% da área a Bacia é apta apenas a agricultura moderna, necessitando de um manejo mais elaborado.

Logo, em relação a declividade da BHCM, está sendo usada de forma aceitável de acordo com a metodologia proposta por Ramalho Filho e Beek (1995), com exceção de algumas áreas destinadas a pecuária, que, não apresentam curvas de níveis e podem, devido a isso, intensificar os processos erosivos; uma vez que o caminho trilhado pelo gado pode propiciar sulcos e ravinamentos ao concentrar o escoamento da pluviosidade. Isso se agrava, pois geralmente esse “caminho do gado” é feito em direção aos cursos d'água, ou seja, de áreas com maior para as de menor declividade. Assim, nos períodos chuvosos a água se concentra nesses locais de modo que intensificam o potencial erosivo das chuvas, que transportam uma

quantidade maior de sedimentos em direção aos córregos da Bacia, podendo contribuir para o assoreamento dos mesmos.

Esses processos erosivos puderam ser analisados de forma mais precisas quando se observou a inclusão da metodologia de criação e avaliação dos mapas de Dissecação Horizontal e Dissecação Vertical adaptadas da metodologia de Spiridonov (1981) e Oliveira (2011), visto que a delimitação das sub-bacias da BHCM e as alterações das classes de dissecações possibilitou integrar o escoamento superficial da pluviosidade e o potencial erosivo dela e não somente da dissecação dos córregos. Com esses dados chegou-se a seguinte recomendação: de que, em relação ao manejo animal, deve-se levar em consideração, a declividade e a pluviosidade, dividindo os pastos em piquetes menores e, dessa forma, as áreas com declividade acima de 6% recomenda-se o uso na estação do inverno por possuir menor potencial erosivo segundo a precipitação e declividade, além de priorizar na atividade pecuária, pastagens cultivadas em curvas de nível e manejadas, com descompactação do solo e renovação de pastagens.

Avançando na análise da dissecação horizontal, constata-se que a maior parte da Bacia se enquadra nas classes de 100 a 500 metros, lembrando que quanto mais próximo de zero, maior o potencial erosivo do relevo. Já a dissecação vertical se enquadra, em sua maioria, nas classes de 0 a 50 metros.

A utilização do ArcGis 10 para adaptação da metodologia de Spiridonov (1981) se mostrou eficaz para a classificação da dissecação horizontal e vertical dos terrenos na BHCM, assim como a sobreposição desses mapas com a de declividade para a obtenção da Energia Potencial Erosiva do Relevo, que aponta que a maior parte da BHCM se enquadra na classe de Energia Potencial Erosiva do Relevo Fraca (29,26%), a qual se encontra especializada ao longo de toda a BHCM.

Constatou-se ainda que 4,57 % da área total da bacia apresenta Fragilidade Potencial Natural em relação a Energia do Relevo como sendo Muito Fraca e que 66,38 % possui fragilidade potencial natural Fraca, a qual quando aliada a outros fatores como a cobertura vegetal, escoamento superficial, solos e geologia pode ter sua fragilidade acentuada. Ainda se destaca que 28,47 % da Bacia se enquadraram na classe Média, 0,52 % Forte (encontrada ao longo das margens do córrego Moeda, predominantemente em seu alto e médio curso) e, por último, 0,06 % na classe Muito

Forte, a qual se encontra no alto curso da BHCM apresentando declividade entre 9 e 12% e dissecação horizontal e vertical 0 a 100 e maior que 110 metros respectivamente.

A análise do mapa pluviométrica juntamente com a ponderação a respeito da Erosividade Potencial Segundo a Precipitação da BHCM tornou possível a correlação entre o volume da precipitação e o potencial erosivo em relação aos dados pluviométricos. Assim, pôde-se comprovar que as estações com maior precipitação (primavera e verão) são, também, estações em que a erosividade potencial é maximizada, pois há maior ação das águas correntes de origem pluviométrica ao longo das vertentes da BHCM.

O mapa de vegetação natural da BHCM se mostrou válido, uma vez que por meio dele fez-se possível espacializar e quantificar a área da Bacia que não é coberta por uma vegetação natural ou nativa, essa que é a mais adequada para minimizar o potencial erosivo.

Desse modo, chegou-se à conclusão de que apenas 17,40% da área total da Bacia é coberta pela sua vegetação natural, enquanto que significativos 82,60% conta com a presença de ocupações não naturais, com destaque para a presença de pastagens e principalmente silvicultura. Isso contribuiu para que a fragilidade potencial natural da BHCM fosse mais elevada.

A interação dos diversos dados resultados da adaptação das metodologias de Ross (1994) e Crepani et al. (2001), juntamente com a utilização do SIG ArcGis 10 para a elaboração do mapa de fragilidade potencial natural da BHCM, se mostrou eficaz, assim como a inclusão da metodologia de Spiridonov (1981) referente a dissecação horizontal e a dissecação vertical, que juntamente com a declividade da Bacia deu origem ao mapa de Energia Potencial Erosiva do Relevo, que por sua vez incluiu mais variáveis relacionadas ao relevo.

Conclui-se, portanto, que a maior parte da BHCM possui Fragilidade Potencial Natural Média (71,02%). Essa classe encontra-se distribuídas por quase toda BHCM com exceção do extremo baixo curso da mesma, local onde a classe predominante foi a Forte (20,96%). Nota-se que além do baixo curso, a classe de Fragilidade potencial natural Forte se especializa ao longo dos canais dos córregos Moeda, Buriti, Granada e Querência, resultado da interação entre geologia, pedologia mais susceptíveis à erosões e classe de energia potencial erosiva do relevo Moderadamente forte a Forte.

A classe com fragilidade potencial natural Fraca (7,85%) encontra-se distribuída em “manchas” ao longo da Bacia, basicamente, em locais onde há vegetação natural, enfatizando a importância da preservação de vegetações nativas principalmente próximo aos cursos d’água.

A classe Muito Forte mostrou-se presente em apenas 0,17% da área da BHCM, sendo, portanto, pouco expressiva. Essa classe pôde ser notada no baixo curso da Bacia em formas de pequenas manchas.

Desse modo é recomendado, nas áreas com classe média á Muito Forte, o corte escalonado dos talhões dos hortos de eucalipto, levando em consideração a pluviosidade e também priorizar obras nas estradas da Bacia, visando a redução da água pluvial corrente e o corte de canais fluviais, até mesmo os efêmeros. Outra recomendação importante é para que exista um monitoramento constante dos recursos hídricos e áreas de preservação da BHCM, pois assim, qualquer variação no equilíbrio e perturbação que comprometa e/ou potencialize a fragilidade da Bacia pode ser notada e medidas para a minimização desses impactos sejam aplicadas tendo em vista um planejamento adequado.

7. REFERENCIAS

AB' SÁBER A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

ANA. 2005. **Panorama da qualidade das águas superficiais no Brasil**. Cadernos de Recursos Hídricos, vol. 1. Ministério do Meio Ambiente, Agência Nacional de Águas. Brasília, 2005, 175 p

AYOADE, J.O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. Tradução de Maria Juraci Zani dos Santos; Revisão de Suely Bastos, 4 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

AGEITEC, Agência Embrapa de Informação Tecnológica. **Árvore do Conhecimento: Solos Tropicais**. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONT000g05ip3qr02wx5ok0q43a0r3t5vjo4.html>. Acesso em: 04 de Maio de 2015.

BARISON, M. R.; CHANG, H K. Parâmetros Hidrogeoquímicos Regionais do Sistema Aqüífero Bauru no Estado De São Paulo. In: **XIII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas**, 2004, Cuiabá. Anais do XIII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas - CD. São Paulo: ABAS - Associação Brasileira de Águas Subterrâneas, 2004.

BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Global. Esboço Metodológico. **Revista RA'E GA**. Tradução: Olga Cruz. Trabalho publicado, originalmente, na "Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest", Toulouse, v. 39 n. 3 p. 249-272, 1968, sob título: Paysage et géographie physique globale. Esquisse méthodologique. Editora UFPR. Curitiba, n. 8, 2004, p. 141-152.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 4. ed. São Paulo: Ícone, 1999.

BOTELHO, R.G.M.; SILVA, A. S. **Bacia Hidrográfica e Qualidade Ambiental**. In: Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil. 1.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. p.153-157

CAPRI JUNIOR, S. C. **Processos Erosivos, Recursos Hídricos e Riscos Ambientais na Bacia do Rio Mogiguaçu**. 2001. 171 f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas – Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 2001.

CARVALHO, E. M.; PINTO, S. A. F. Avaliação do potencial natural de erosão da bacia do córrego João Dias, Aquidauana, MS. In: **3º simpósio de geotecnologias no Pantanal.Cáceres, MT**. Embrapa informática agropecuária/inpe, 2010. P. 666 – 675.

CARVALHO, E.M. de. Riscos Ambientais em Bacias Hidrográficas: Um Estudo de Caso da Bacia do Córrego Fundo, Aquidauana/MS. **Dissertação de Mestrado em Geografia**. 160 P. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Campus de Aquidauana. Aquidauana, MS, 2007.

CASSETI, V. **Ambiente e apropriação do relevo**. São Paulo: Contexto, 1991, 147p.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. São Paulo: Edgar Blücher Ltda, 1999.

_____. Significância da Teoria de Sistemas em Geografia Física. **Bol. Geografia Teórica** 16-17 (31-34 e 119-128), Encontro de Geógrafos da América Latina, Rio Claro, 1986-1987.

_____. **Geomorfologia Fluvial**. São Paulo: Edgar Blücher Ltda, 1981

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S. DE; HERNANDEZ, P.; FLORENZANO, T.G.; DUARTE, V.; BARBOSA, C. C. F. **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao Ordenamento territorial**. São José dos Campos. SAE/INPE.(INPE-8454-RPQ/722) 2001.

CUNHA, C. M. L. **Quantificação e mapeamento das perdas de solo por erosão com base na malha fundiária**. Rio Claro: Instituto de Geociências e Ciências exatas, UNESP, 1997.

CUNHA, C. M. L; MENDES, L A; SANCHES, M. C. Técnicas de elaboração, possibilidade e restrições de mapas morfométricas na gestão Ambiental. GEOGRAFIA, Associação de Geografia Teórica. V.1 (1976) – Rio Claro, SP: **AGETEO**, 1976

CUNHA, C. M. L. **A cartografia do relevo no contexto da gestão ambiental**. Tese (Doutorado). Universidade Estadual Paulista; Instituto de Geociências e Ciências e Exatas. Rio Claro, 2001.

DGI/INPE. Imagens de Satélite Landsat 5 TM e Resourcesat Liss3 In: **Catálogo de Imagens da Divisão de Geração de Imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>>. Acesso em 08 de Dezembro de 2014.

DUARTE, P. A. **Cartografia temática**. Ed. UFSC. Florianópolis, 1991.

EMBRAPA. Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária. **Boletim Meteorológico e Hidrológico da EMBRAPA Agropecuária Oeste**. Acesso <<http://www.cpao.embrapa.br/servicos/estacao>>, em março de 2013.

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

ESRI 2011. **ArcGIS Desktop**: Release 10. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute

FERNANDES, L. A.; COIMBRA, A. M. O Grupo Caiuá (Ks): revisão estratigráfica e contexto deposicional. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 24, n.3, p. 164-176, 1994.

FERREIRA, M. V.; TINOS, T. M.; PINTON, L. G.; CUNHA, C. M. L. Dissecação horizontal como parâmetro morfométrico para avaliação do relevo: proposta de técnica digital automática. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 15, p. 585-600, 2014.

FERREIRA, M. **Mapeamento de unidades de paisagem em sistemas de informação geográfica**. Geografia. Rio Claro, V. 22, N. 1, p. 23-35, 1997.

FIBRIA/MS. 2014. **Plano de Manejo**: Unidade Florestal MS - Três Lagoas. 7ª edição, 2014.

GRECHIA, L. **Dinâmica Morfológica da Bacia Hidrográfica do Córrego Bom Jardim, Brasilândia, MS**. 2011. (Dissertação Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus de Três Lagoas. 2011.

GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. dos S. **Geomorfologia Ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand do Brasil, 2006: p. 01-91.

GUERRA, A. J.; CUNHA, S. B.. Degradação ambiental. In: CUNHA, S. B. **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. P.337-339.

GIMENES, F. B. Q. ; AUGUSTO FILHO, O. Mapas de fragilidade ambiental: conceito e método. In: **anais simpósio brasileiro de sensoriamento remoto – SBSR**, Foz do Iguaçu, PR Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE, 6564-6570.

HARLEY, J. B. **A Nova História da Cartografia**. O correio da UNESCO, São Paulo, unesco, Nº 8, 1991

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS – IPT. **Mapa geológico do Estado de São Paulo**. São Paulo, Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia, 2v., 1981.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Uso da Terra**. 2ª edição. nº 7. Rio de Janeiro, 2006.

JACOMINE, P. K. T. A nova classificação brasileira de solos. In. **Anais da Academia Pernambucana de Ciências Agronômica**, Recife, v.5 e 6, p. 161-179, 2008-2009.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento remoto do ambiente**: uma perspectiva em recursos terrestres. Tradução: José Carlos Neves Epiphanyo, et al. São José dos Campos, SP. Parênteses, 2009.

JOLY, F. **A cartografia**. Campinas: Papirus, 1990, 136 p.

LACOSTE, Y. A. **A geografia serve antes de mais nada para fazer a guerra**. São Paulo: Ática, 1988, 263 P.

LEITE, E. F.; ROSA, R. Mapeamento Geomorfológico: A carta de Energia do Relevo da Bacia Hidrográfica do Rio Formiga-TO. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 02, p. 269-284, 2012.

LEPSCH, I. F. **Manual para Levantamento Utilitário do Meio Físico e Classificação de Terras no Sistema de Capacidade de Uso**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do solo, 1983. 175P.

LOMBARDI NETO, F. e MOLDENHAUER, W.C. Erosividade da chuva - sua distribuição e relação com perdas de solo em Campinas, SP. Encontro Nacional de Pesquisas sobre conservação do Solo.51, n.2, Campinas, 1992. Anais, Campinas, **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 1992. p. 189-196.

LORENZ-SILVA, J. L. O espongilito de Três Lagoas/MS. Registro e caracterização com ênfase em Micropaleontologia. Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS, UFMS – CAPES/MEC, 2004. **Tese** (Doutorado em Geologia)

MATTOS, S. H. V. L. de; PEREZ FILHO, A. Inter-relações entre sistemas físico-natural e sócio-econômico e qualidade ambiental na bacia hidrográfica do córrego do Piçarrão (Campinas – SP). **Anais do XV Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**. USP, 2005.

MAURO, C. A. et al. Contribuição ao planejamento ambiental de Cosmópolis – SP – BR. In: Encontro de geógrafos de América Latina, 3, 1991. Toluca. **Memórias**. Toluca: UAEM, v, 4, 1991, p 391 – 419.

MENDES, I. A. **A dinâmica erosiva do escoamento pluvial na bacia do Córrego Lafon – Araçatuba / SP**. 1993. 171 f.: Tese (Doutorado) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, USP, São Paulo.

MENESES, P.R. ; ALMEIDA, T. **Introdução ao processamento de imagens de Sensoriamento Remoto**. 1. Ed. Brasília: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, 2012. V. 1. 266p

MIRANDOLA AVELINO, P. H. Análise geo-ambiental multitemporal para fins de planejamento ambiental: um exemplo aplicado à bacia hidrográfica do Rio Cabaçal, Mato Grosso-Brasil. **Tese (Doutorado em Geociências)**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro: 2006. 317p.

MORAES, A. J. de. **Manual para avaliação da qualidade da água**. São Paulo: RIMA. 2001.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação**. 3. Ed. Viçosa: UFV, 2007. 320

NASA. Imagens de radar SRTM In: **USSG: Science for a Changing World**. Disponível em: <http://dds.cr.usgs.gov/srtm/version2_1/SRTM3/South_America/>. Acesso em 08 de Dezembro de 2012.

OLIVEIRA, G. H.; PINTO, A. L.; LORENCETTI, G. S. A Fragilidade Ambiental Da Bacia Hidrográfica Do Córrego Bom Jardim, Brasilândia/Ms. **Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 9, p. 78-93, 2013.

OLIVEIRA, G. H; PINTO, A. L.; MEDEIROS, R. B. A fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS. **Anais do III Workshop Internacional sobre Planejamento e Desenvolvimento**. UNESP. V. 1, n. 3. Presidente Prudente, 2013: p. 74-85.

OLIVEIRA, G. H. **A erosividade da bacia hidrográfica do córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS**. UFMS, Campus de Três Lagoas, 2011, 85p. (Monografia de Graduação em Bacharelado em Geografia).

PASSOS, M. M dos. **Biogeografia e Paisagem**. 2ª Ed. Maringá: (s.n.), 2003.

PINTO, A. L., CARVALHO, E. M de, SILVA, P. V. Contribuição do subsistema biofísico e sócio-produtivo no planejamento territorial e gestapo ambiental da bacia do Córrego Fundo. In: VI Encontro Nacional da ANPEGE. Fortaleza, 2005. **Anais do VI Encontro Nacional da ANPEGE**. Fortaleza: UFC, 2005.

PIROLI, E. L. **Introdução ao geoprocessamento**. Ourinhos: Unesp/Campus Experimental de Ourinhos, 2010. 46 p.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3. ed. rev. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPQ, 1995. 65 p.

ROCHA, O; PIRES, J.S.; SANTOS, J.E. dos. A bacia Hidrográfica como unidade de estudo e planejamento. In: **A bacia hidrográfica do córrego monjolinho**. São Carlos: RIMA, 2000.

ROSS, J. L. S. Landforms and Environmental Planning: potentialities and fragilities. In: **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, FFLCH-USP, volume especial de 30 anos, p. 38-51. 2012.

ROSS, J. L. S. **Ecogeografia do Brasil: subsídios para o planejamento ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.

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

SÁ, J. U. de; DINIZ, J. A. O. Aproveitamento das aluviões do semiárido do Nordeste. In: **XVII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas e XVIII Encontro Nacional de Perfuradores de Poços**. 2012.

SALICHTCHEV, K. A. Algumas reflexões sobre o objeto e o método da cartografia depois da sexta conferência cartográfica internacional. **Seleção de textos**. Nº 18, p. 17-23, 1988.

SALLUN A. E. M; CHRISTOFOLETTI S. R., SALLUN FILHO, W. AMARAL, R.; AZEVEDO SOBRINHO, J. M. Argilominerais da Aloformação Paranavaí (SP, PR E MS) São Paulo, UNESP, **Geociências**, v. 29, n. 3, p. 311-319, 2010.

SANCHEZ, M. C. Conteúdo e eficácia da imagem gráfica. In: **Boletim de Geografia Teórica**. V. 11. No. 21-22. AGETEO. Rio Claro. SP. 1981.

SANTOS, M. **Técnica, espaço, tempo: globalização e meio técnico científico e informacional**. São Paulo: Hucitec, 1994.

_____. **Espaço e Método**. Ed. Nobel: 3ª ed. São Paulo, 1992.

_____. **A natureza do espaço: técnica e tempo. Razão e emoção**. 4 ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2009.

SANTOS, H. G. DOS; FIDALGO, E. C. C; COELHO, M. R.; ÀGLIO, M. L. D. **Cultivo do Arroz de Terras Altas no Estado de Mato Grosso**: Solos. 2006. Embrapa. Disponível Em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/fonteshtml/arroz/arrozterrasaltasmato_grosso/solos.htm>. Acesso em: 05 de Maio de 2015.

SANTOS, H. G. dos; ZARONI, M. J.; ALMEIDA, E. de P. C. **Árvore do Conhecimento Solos Tropicais**. EMBRAPA. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/solos>>. Acesso em: 05 de maio de 2015.

SATO, S. E.; CUNHA C. M. L. **O Uso de Técnicas Morfométricas em áreas Litorâneas: Município de Monguaguá (SP)**. Estudos Geográficos, Rio Claro, 2007. 5(2): 1-20.

SEPLAN, **Atlas Multirreferencial**. Secretaria de Planejamento e Coordenação Geral, Fundação IBGE, 1990.

SILVA, M. S. L. da; OLIVEIRA NETO, M. B. de. **Árvore Do Conhecimento: Território Mata Sul Pernambucana**: Argissolos Amarelos. EMBRAPA. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/territorio_mata_sul_pernambucana/arvore/CONT000gt7eon7j02wx7ha087apz2e8slrpq.html>. Acesso em: 04 de maio de 2015.

SISLA/IMASUL - **Sistema Interativo de Suporte ao Licenciamento Ambiental** – Disponível em: <sisla.imasul.ms.gov.br> Acesso em: 20 de abril de 2014.

SOARES, P. C.; LANDIM, P. M. B.; FÚLFARO, V. J.; SOBREIRO NETO, A. F. Ensaio de caracterização estratigráfica do cretáceo no Estado de São Paulo: Grupo Bauru. **Revista Brasileira de Geociências**. São Paulo, v. 10, p. 177-185, 1980.

SOCHAVA, V. B. **O estudo de geossistemas**. São Paulo, Instituto de Geografia USP, 1977.

SPIRIDONOV, A. I. **Princípios de la metodologia de las investigaciones de campo y El mapeo geomorfológico**. Havana: Universidad de la Havana, Facultad de Geografía, 1981. 3v.

SPERA, S. T.; REATTO, A.; MARTINS, E. de S. FARIAS, M. F. R.; SILVA, A. V. Aptidão agrícola das terras da bacia hidrográfica do ribeirão Taguatinga, Distrito Federal. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004 (**Boletim de pesquisa**).

SPRING: Integrating remote sensing and GIS byobject-oriented data modellingCamara G, Souza RCM, Freitas UM, Garrido J Computers&Graphics, 20: (3) 395-403, May-Jun 1996.

SPÖRL, C.; ROSS, J. L. S. Análise Comparativa da Fragilidade Ambiental com Aplicação De Três Modelos. **GEOUSP** - Espaço e Tempo, São Paulo, Nº 15, p.39-49, 2004

TRICART, J.. **Ecodinâmica**. Rio de janeiro. IBGE, Diretoria Técnica, SUPREN, 1977.

TROPMAIR, H. Geografia Física ou Geografia Ambiental: Modelos de Geografia Integrada. Simpósio de Geografia Física Aplicada. **Bol. de Geografia Teorética** 15 (29-30): 63-69, Rio Claro, 1985.

USGS – United States Geological Survey. **Earth Explorer**. Disponível em: <<http://earthexplorer.usgs.gov>>. Acesso em: 21 de novembro de 2014.

VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. (org.). **Reflexões Sobre Geografia Física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

WELTER, L. **O espaço geográfico do oeste catarinense e sua cartografia ambiental**. 2006. (Dissertação Mestrado) – Universidade de São Paulo.