



**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**

**PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS PARA ANÁLISE DA
VULNERABILIDADE AMBIENTAL EM BACIAS HIDROGRÁFICAS
COM UM ESTUDO DE CASO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO
CÓRREGO MOEDA, TRÊS LAGOAS/MS EM 2014**

RAFAEL BRUGNOLLI MEDEIROS

**TRÊS LAGOAS
2016**

RAFAEL BRUGNOLLI MEDEIROS

**PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS PARA ANÁLISE DA
VULNERABILIDADE AMBIENTAL EM BACIAS HIDROGRÁFICAS
COM UM ESTUDO DE CASO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO
CÓRREGO MOEDA, TRÊS LAGOAS/MS EM 2014**

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**

Termo de Aprovação

RAFAEL BRUGNOLLI MEDEIROS

**PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS PARA ANÁLISE DA
VULNERABILIDADE AMBIENTAL EM BACIAS HIDROGRÁFICAS
COM UM ESTUDO DE CASO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO
CÓRREGO MOEDA, TRÊS LAGOAS/MS EM 2014**

Dissertação apresentada à banca examinadora em:
22 de Fevereiro de 2016, às 08 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

Prof^a Dr^a Patricia Helena Mirandola Garcia

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

Prof. Dr. Frederico dos Santos Gradella

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

**TRÊS LAGOAS
2016**

Dedicatória

“A Deus primeiramente por me ajudar sempre que precisei, à minha mãe Cláudia, meus avós Adair e Isabel e minha irmã Juliana por me amparar e me apoiar em todos os momentos, não apenas na faculdade mas em toda minha vida e a minha namorada Angélica que sempre pude contar com seu carinho, compreensão, amor e ajuda.”

AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho só foi possível graças à colaboração de muitas pessoas, mas em especial:

À Universidade Federal de Mato Grosso do Sul e ao Programa de Pós-Graduação em Geografia nível de Mestrado, campus de Três Lagoas.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES pelo apoio financeiro e institucional, para que pudesse me concentrar somente nos estudos e desenvolver esta pesquisa.

À Fibria MS Celulose Ltda; representada pelo engenheiro Rafael Meirelles Coelho Rocha, que disponibilizou todas as informações e dados, imprescindíveis para a realização desta pesquisa.

À Deus, por me ceder coragem e força para que eu pudesse alcançar esta vitória que significa muito pra mim e por estar do meu lado sempre que precisei.

Agradeço a minha família, mãe (Cláudia), avós (Izabel e Adair), irmã (Juliana) e Tiago, que sempre me incentivaram e apoiaram em tudo, agradeço a vocês para sempre pelo amor, pelo carinho e ajuda que sempre me deram, se consegui terminar mais esta etapa da minha vida, foi porque sempre pude contar com vocês para tudo, amo todos vocês. Gostaria de agradecer ao Luciano pela ajuda, conselhos, por me dar apoio para vencer, pelo caráter, esforço e por fazer parte da minha família. Queria agradecer também ao meu pai que me ajudou a vencer esta etapa.

À minha namorada Angélica, que tive a sorte de conhecer durante a graduação e foi a melhor coisa que já aconteceu, pois é carinhosa, amiga, esteve do meu lado me dando forças não só sobre este trabalho mas desde que a conheci e sei que estará ao meu lado pra sempre.

Ao Professor Doutor André Luiz Pinto, meu orientador tanto da graduação como no mestrado, pela confiança depositada em mim, por me ajudar em tudo que precisei desde que entrei para o laboratório, pela dedicação, atenção, amizade, por ter muita boa vontade, pelo seu riquíssimo conhecimento profissional. Serei eternamente grato, pois me mostrou os caminhos para crescer tanto no pessoal como também profissionalmente.

À Professora Doutora Patrícia Helena Mirandola (UFMS/CPTL), pelo conhecimento, contribuição e direcionamento, em minha qualificação, como também na defesa desta dissertação, auxiliando muito na finalização desta pesquisa.

Ao Professor Doutor Édson Luís Piroli (UNESP/OURINHOS), por ter aceitado participar de minha banca de qualificação e pelo auxílio e valiosa contribuição que ofereceu nesta pesquisa.

Ao Professor Doutor Frederico dos Santos Gradella (UFMS/CPTL) por ter aceitado participar de minha banca de defesa e pela contribuição para essa pesquisa.

Ao Professor Emerson Figueiredo Leite (UFMS/CPTL) também pelas sugestões que ofereceu em minha qualificação.

Aos meus professores/amigos desde a graduação, que fizeram parte desta minha trajetória acadêmica: Hermiliano Felipe Decco, Gustavo Henrique de Oliveira, Arnaldo Yoso Sakamoto, Luiza Luciana Salvi, Édima Aranha, Vitor Matheus Bacani, Rosemeire Almeida, Julio César, Wallace de Oliveira, Jodenir Calixto, Francisco Avelino Júnior (China), Luciano Grechia, Aguinaldo Silva, César Cardoso Ferreira e outros por terem contribuído na minha formação acadêmica.

A todos meus familiares: tios, tias, primos e primas que sempre me incentivaram, em especial aos meus primos Lucas e Mariana, que são além de tudo, meus amigos, mesmo estando longe, me ajudaram e são muito importantes pra mim.

Ao meu parceiro e amigo Weslen Manari, que além de ser meu companheiro de laboratório, se tornou um irmão pra mim, e torço muito para que tenha sucesso.

Aos meus amigos de faculdade: Adriano, Juliana, Glauber, Leandro Lelis (Migué), Fernando, Thiago, Kety, Thayná, José Antonio, Maria, Vanessa, Deany e Deni e aos amigos de Dracena, Daniel, Bruno, Neto, Georgea, Adrigol, Durval, Getúlio, Raphael e Matheus pelo companheirismo desde a época de escola, pelas histórias, conversas, brincadeiras, são amizades que vou levar pra sempre comigo.

*Tua caminhada ainda não terminou....
A realidade te acolhe
dizendo que pela frente
o horizonte da vida necessita
de tuas palavras
e do teu silêncio.*

*Se amanhã sentires saudades,
lembra-te da fantasia e
sonha com tua próxima vitória.
Vitória que todas as armas do mundo
jamais conseguirão obter,
porque é uma vitória que surge da paz
e não do ressentimento.*

*É certo que irás encontrar situações
tempestuosas novamente,
mas haverá de ver sempre
o lado bom da chuva que cai
e não a faceta do raio que destrói.*

*Tu és jovem.
Atender a quem te chama é belo,
lutar por quem te rejeita
é quase chegar a perfeição.
A juventude precisa de sonhos
e se nutrir de lembranças,
assim como o leito dos rios
precisa da água que rola
e o coração necessita de afeto.*

*Não faças do amanhã
o sinônimo de nunca,
nem o ontem te seja o mesmo
que nunca mais.
Teus passos ficaram.
Olhes para trás...
mas vá em frente
pois há muitos que precisam
que chegues para poderem seguir-te.*

CHARLES CHAPLIN

RESUMO

MEDEIROS, R. B. **Procedimentos metodológicos para análise da vulnerabilidade ambiental em bacias hidrográficas com um estudo de caso da bacia hidrográfica do córrego Moeda, Três Lagoas/MS em 2014.** 2016. 338 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Três Lagoas, 2016.

Esta pesquisa tem como objetivo de estudo, a Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda - BHCM, que vem passando por rápidas transformações no seu uso, cobertura e manejo da terra, geradas pela expansão da silvicultura no município de Três Lagoas, causando diversas preocupações que acabaram norteando o objetivo maior dessa pesquisa, que constrói mecanismos para a avaliação da vulnerabilidade ambiental. Para tanto, respaldado nas metodologias de Ross (1994) e Crepani *et. al.* (2001), buscou-se uma inovação destas metodologias, ponderando as bases geológicas, pedológicas, a energia potencial do relevo e transporte de sedimentos em suspensão, associando-as ao uso, cobertura e manejo da terra e qualidade e quantidade das águas superficiais, para que possa alcançar essa vulnerabilidade ambiental. Com auxílio do geoprocessamento e as saídas de campo estacionais durante o ano de 2014, foi possível obter resultados apontando que a BHCM assenta-se sobre terrenos da formação arenítica Caiuá, recobertos por Latossolos Vermelho Amarelo Distrófico, arenoso e medianamente férteis, submetidos a um relevo suave, com declividades variando entre 3,0 a 6,0%. Se enquadrando, quanto ao potencial erosivo do relevo, na classe Fraca e Média. Porém, é submetida a elevadas precipitações, que apesar de grande variação em relação a normal climatológica, expressa pelo IAC Seco, em 2014, somadas ao uso, cobertura da terra e seu manejo inexistente na maioria das atividades pecuárias, elevam o grau de vulnerabilidade ambiental, sobretudo, pelo corte não escalonado de seus talhões, sem levar em consideração os meses chuvosos, propiciando elevada perda de solos por transporte de sedimentos em suspensão, que além de assorearem o canal principal do córrego Moeda, acabaram favorecendo o enquadramento dos corpos d'água com sua pior classificação no Inverno, quando chegou a Classe III, mas de forma geral, foi enquadrada na Classe II segundo a resolução 430/11 do CONAMA. Dessa forma, a obtenção e correlação destes elementos qualificam a pesquisa e fornecem informações sobre a vulnerabilidade e até mesmo a potencialidade que a BHCM pode oferecer, buscando manter a perenidade de seus recursos hídricos tanto para usos urbanos como rurais.

Palavras chaves: Bacia Hidrográfica; Uso, Cobertura e Manejo da Terra; Qualidade e Quantidade das Águas Superficiais; Vulnerabilidade Ambiental.

RESUMEN

MEDEIROS, R. B. **Procedimientos metodológicos para el análisis de la vulnerabilidad ambiental en las cuencas hidrográficas con un estudio de caso de la cuenca hidrográfica Del Arroyo Moeda, Três Lagoas/MS en 2014.** 2016. 338 p. Disertación (Máster) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Três Lagoas, 2016.

Esta investigación, presentó el Programa de Estudios de Posgrado en Geografía de la Universidad Federal de Mato Grosso do Sul, tiene como objetivo estudiar, la Cuenca Hidrográfica del Arroyo Moeda - BHCM, que está atravesando cambios rápidos en su uso, cubierta y manejo de la tierra, generada por la expansión de la silvicultura en el municipio de Três Lagoas, causando varias preocupaciones que acaban orientan el objetivo final de esta investigación, que construye los mecanismos para la evaluación de la vulnerabilidad ambiental. Con este fin, apoyado en metodologías del Ross (1994) y Crepani et. al. (2001), buscó una innovación de estas metodologías, considerando la base geológica, el suelo, la energía potencial de alivio y el transporte de sedimentos en suspensión, en lo relacionado con el uso, cubierta y manejo de la tierra y la calidad y cantidad de las aguas superficiales, para que pueda alcanzar esta vulnerabilidad ambiental. Con la ayuda de SIG y viajes de campo estacionales durante el año 2014, fue posible obtener resultados indicarnos que BHCM se acumula en los terrenos de la formación de arenisca Caiuá, cubierto por Latosoles Latosol Rojo Amarillo, arena y moderadamente fértil, se sometió a una importante suavizar, con pendientes que van desde 3,0 hasta 6,0%. Se ajusta, como el potencial de alivio erosiva, los pobres manejo de la tierra clase media. No obstante, se somete a la alta precipitación, que a pesar de una amplia variación en relación con climatológicas normales, expresado por el IAC Seco, en 2014, sumado al uso, cobertura de la tierra y manejo de la tierra inexistente en la mayoría de las actividades ganaderas, elevar el nivel de vulnerabilidad ambiental principalmente mediante la reducción de la no-escalado sus stands, con independencia de los meses de lluvia, lo que resulta en una alta pérdida por transporte suspendido suelos de sedimentos, que además de enarenamiento el canal principal de la arroyo Moeda, terminó favoreciendo a la clasificación de los cuerpos de agua con la peor calificación en invierno, cuando era de clase III, pero en general, se enmarca en la categoría II de acuerdo a la Resolución 430/11 de la CONAMA. De este modo, la colección y la correlación de estos elementos calificar la investigación y proporcionan información acerca de la vulnerabilidad y hasta las potencialidades que BHCM puede ofrecer, tratando de mantener la sostenibilidad de los recursos hídricos para usos urbanos y rurales.

Palabras clave: Cuenca Hidrográfica; Uso, Cobertura y Manejo de la Tierra; Calidad y Cantidad de las Aguas Superficiales; Vulnerabilidad Ambiental.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	XV
LISTA DE TABELAS	XXIII
LISTA DE QUADROS	XVI
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS	XVII
INTRODUÇÃO	30
1.1. Objetivo Geral	36
1.2. Objetivos Específicos	37
1.3. Localização e Breve Histórico da Cobertura na BHCM	38
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA METODOLÓGICA	41
2.1. Abordagem Sistêmica	41
2.2. Bacia Hidrográfica como Unidade de Estudo	44
2.3. Regime Climático e Comportamento Termopluviométrico	47
2.4. Dinâmica Erosiva e Geomorfológica em Bacias Hidrográficas.....	49
2.5. Uso, Cobertura e Manejo da Terra.....	54
2.6. Condições Ambientais do Sistema Fluvial: Qualidade e Quantidade das Águas Superficiais.....	58
2.7. Vulnerabilidade Ambiental em Bacias Hidrográficas	60
2.8. Geoprocessamento, Sistemas de Informação Geográfica e Sensoriamento Remoto Aplicados às Pesquisas em Bacias Hidrográficas	64
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	70
3.1. Mapa Base	72
3.2. Comportamento Climático, Geologia, Solos e Hipsometria.....	74
3.2.1. Comportamento Climático	74
3.2.1.1. Mapas Pluviométricos	74
3.2.1.2. Desvios em relação à Normal Climatológica	76
3.2.1.3. Índice de Anomalia de Chuva (IAC)	76
3.2.1.4. Balanço Hídrico	78
3.2.2. Mapa de Geologia	79
3.2.3. Mapa de Solos	79

3.2.4. Mapa de Hipsometria	80
3.3. Energia Potencial Erosiva Pluviométrica	80
3.4. Energia Potencial Erosiva do Relevo	81
3.4.1. Declividade	82
3.4.2. Dissecação Horizontal	83
3.4.3. Dissecação Vertical	86
3.4.4. Mapa de Energia Potencial Erosiva do Relevo	87
3.5. Energia Erosiva do Transporte de Sedimentos em Suspensão	90
3.5.1. Velocidade de Fluxo e Vazão das Águas Superficiais	93
3.5.2. Transporte de Sedimentos em Suspensão	95
3.5.3. Mapa de Energia Erosiva do Transporte de Sedimentos em Suspensão	96
3.6. Erosividade	97
3.7. Uso, Cobertura e Manejo da Terra	99
3.7.1. Procedimentos de Mapeamento	100
3.7.1.1. Criação do Banco de Dados Geográficos e Importação das Imagens de Satélite no ArcGis 10 [®]	100
3.7.1.2. Reprojeção	100
3.7.1.3. Recorte das Imagens de Satélite	101
3.7.1.4. Composição Colorida das Bandas	101
3.7.1.5. Composição Pancromática	102
3.7.1.6. Exportação dos dados para o Spring 5.2.6 [®]	103
3.7.1.7. Criação do Banco de Dados Geográficos e Importação das Imagens de Satélite no Spring 5.2.6 [®]	104
3.7.1.8. Realce do Contraste e Elaboração da Imagem Sintética	105
3.7.1.9. Segmentação das Imagens de Satélite	107
3.7.1.10. Classificação das Imagens de Satélite	107
3.7.1.11. Classes de Mapeamento e Classes Temáticas	108
3.7.1.12. Exportação dos dados do Spring 5.2.6 [®] e a Importação no ArcGis 10 [®] ..	110
3.7.1.13. Reclassificação das Classes de Uso e Cobertura da Terra	110
3.7.2. Manejo da Terra	114
3.8. Qualidade Físico Química das Águas Superficiais	116
3.9. Vulnerabilidade Ambiental	120

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	123
4.1. Comportamento Climático da BHCM	123
4.1.1. Índice de Anomalia de Chuva (IAC) da BHCM	129
4.1.2. Balanço Hídrico da BHCM.....	132
4.2. Geologia da BHCM	135
4.3. Solos da BHCM.....	143
4.4. Hipsometria da BHCM.....	149
5. EROSIVIDADE DA BHCM, NAS ESTAÇÕES DO ANO DE 2014	154
5.1. Energia Potencial Erosiva Pluviométrica da BHCM	154
5.1.1. Energia Potencial Erosiva Pluviométrica da BHCM, no Verão de 2014	154
5.1.2. Energia Potencial Erosiva Pluviométrica da BHCM, no Outono de 2014	158
5.1.3. Energia Potencial Erosiva Pluviométrica da BHCM, no Inverno de 2014.....	161
5.1.4. Energia Potencial Erosiva Pluviométrica da BHCM, na Primavera de 2014..	164
5.1.5. Energia Potencial Erosiva Pluviométrica da BHCM, no ano de 2014.....	167
5.2. Energia Potencial Erosiva do Relevo da BHCM.....	171
5.2.1. Declividade da BHCM	171
5.2.2. Dissecação Horizontal da BHCM	178
5.2.3. Dissecação Vertical da BHCM	181
5.2.4. Energia Potencial Erosiva do Relevo da BHCM.....	184
5.3. Energia Erosiva do Transporte de Sedimentos em Suspensão da BHCM.....	188
5.3.1. Velocidade de Fluxo e Vazão das Águas Superficiais da BHCM	188
5.3.2. Velocidade de Fluxo e Vazão das Águas Superficiais da BHCM, no Verão de 2014	188
5.3.1.2. Velocidade de Fluxo e Vazão das Águas Superficiais da BHCM, no Outono de 2014.....	190
5.3.1.3. Velocidade de Fluxo e Vazão das Águas Superficiais da BHCM, no Inverno de 2014	191
5.3.1.4. Velocidade de Fluxo e Vazão das Águas Superficiais da BHCM, na Primavera de 2014	192
5.3.1.5. Velocidade de Fluxo e Vazão das Águas Superficiais da BHCM, no ano de 2014	193
5.3.2. Transporte de Sedimentos em Suspensão da BHCM.....	195
5.3.2.1. Transporte de Sedimentos em Suspensão da BHCM, no Verão de 2014..	196

5.3.2.2. Transporte de Sedimentos em Suspensão da BHCM, no Outono de 2014	197
5.3.2.3. Transporte de Sedimentos em Suspensão da BHCM, no Inverno de 2014	198
5.3.1.4. Transporte de Sedimentos em Suspensão da BHCM, na Primavera de 2014.	199
5.3.2.5. Transporte de Sedimentos em Suspensão da BHCM, no ano de 2014	201
5.3.3. Energia Erosiva do Transporte de Sedimentos em Suspensão na BHCM no ano de 2014	204
5.4. Erosividade da BHCM	208
5.4.1. Erosividade da BHCM, no Verão de 2014	209
5.4.2. Erosividade da BHCM, no Outono de 2014.....	215
5.4.3. Erosividade da BHCM, no Inverno de 2014	219
5.4.4. Erosividade da BHCM, na Primavera de 2014	223
5.4.5. Erosividade Média da BHCM, no ano de 2014.....	227
6. EVOLUÇÃO DO USO, COBERTURA E MANEJO DA TERRA DA BHCM, EM 2014	234
6.1. Uso, Cobertura e Manejo da Terra da BHCM, no Verão de 2014	234
6.2. Uso, Cobertura e Manejo da Terra da BHCM, no Outono de 2014	240
6.3. Uso, Cobertura e Manejo da Terra da BHCM, no Inverno de 2014	245
6.4. Uso, Cobertura e Manejo da Terra da BHCM, na Primavera de 2014	250
6.5. Evolução do Uso, Cobertura e Manejo da Terra da BHCM, no ano de 2014 ...	256
7. MONITORAMENTO E ENQUADRAMENTO ESTACIONAL DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO MOEDA, NAS ESTAÇÕES DO ANO DE 2014.....	261
7.1. Monitoramento e Enquadramento da Qualidade das Águas Superficiais da BHCM, no Verão de 2014	261
7.2. Monitoramento e Enquadramento da Qualidade das Águas Superficiais da BHCM, no Outono de 2014	265
7.3. Monitoramento e Enquadramento da Qualidade das Águas Superficiais da BHCM, no Inverno de 2014	269

7.4. Monitoramento e Enquadramento da Qualidade das Águas Superficiais da BHCM, na Primavera de 2014.....	275
7.5. Monitoramento e Enquadramento Médio da Qualidade das Águas Superficiais da BHCM, no ano de 2014	281
8. VULNERABILIDADE AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO MOEDA, NAS ESTAÇÕES DO ANO DE 2014	294
8.1. Vulnerabilidade Ambiental da BHCM, no Verão de 2014	294
8.2. Vulnerabilidade Ambiental da BHCM, no Outono de 2014.....	299
8.3. Vulnerabilidade Ambiental da BHCM, no Inverno de 2014	303
8.4. Vulnerabilidade Ambiental da BHCM, na Primavera de 2014	307
8.5. Vulnerabilidade Ambiental da BHCM, no ano de 2014	311
9. CONSIDERAÇÕES FINAIS	323
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	331

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização da BHCM, Três Lagoas/MS.....	39
Figura 2: Modelo simplificado de análise sistêmica.....	43
Figura 3: Elementos do sistema de aquisição de informações por sensoriamento remoto	67
Figura 4: Mapa base da BHCM, Três Lagoas/MS.....	73
Figura 5: Mapa de localização das estações meteorológicas próximas à BHCM, Três Lagoas/MS	75
Figura 6: Módulo utilizado na elaboração da declividade da BHCM, Três Lagoas/MS	82
Figura 7: Criação de shapelifes para delimitação das sub-bacias.	84
Figura 8: Metodologia para traçar as linhas de dissecação horizontal	85
Figura 9: Metodologia para traçar as linhas de dissecação vertical	87
Figura 10: Procedimento no ArcGis 10 [®] , para a elaboração da Mapa de energia potencial erosiva do relevo da BHCM, Três Lagoas/MS	89
Figura 11: Localização das estações de coleta das águas superficiais e as sub-bacias da BHCM, Três Lagoas/MS	91
Figura 12: Sistema de Posicionamento Global - GPS.....	93
Figura 13: Câmera fotográfica digital	93
Figura 14: Fita métrica e metro de madeira.....	93
Figura 15: Estacas de madeira com barbante.....	93
Figura 16: Medidor de fluxo das águas superficiais	94
Figura 17: Alto curso da BHCM, ponto 3, Mensuração da velocidade de fluxo.....	94
Figura 18: Médio curso da BHCM, ponto 7, mensuração do perfil transversal dos canais fluviais.	94
Figura 19: Membrana filtrante	95
Figura 20: Balança de precisão.....	95
Figura 21: Bomba à vácuo e conjunto de filtragem	95
Figura 22: Estufa de secagem.....	95
Figura 23: Procedimento utilizado para mudança de projeção da imagem.....	100
Figura 24: Recorte das imagens (bandas 4, 5, 6 e 8)	101
Figura 25: Composição BGR das bandas 6, 5 e 4, respectivamente	102
Figura 26: Composição pancromática no SIG ArcGis 10 [®]	103

Figura 27: Exportação dos dados do ArcGis 10 [®] para Spring 5.2.6 [®]	104
Figura 28: Método para criação do banco de dados geográficos no Spring 5.2.6 [®]	104
Figura 29: Procedimento utilizado para mudança de projeção da imagem da BHCM, Três Lagoas/MS.....	105
Figura 30: Contraste utilizado no Spring 5.2.6 [®] ; foi equalizar histograma.....	106
Figura 31: Procedimento utilizado para mudança de projeção da imagem da BHCM, Três Lagoas/MS	106
Figura 32: Processo de segmentação de 1x20 da BHCM, Três Lagoas/MS.	107
Figura 33: Procedimento utilizado para classificação da BHCM, Três Lagoas/MS.....	108
Figura 34: Criação de classes do mapeamento temático da BHCM, Três Lagoas/MS.	109
Figura 35: Procedimento utilizado para alteração de arquivos matriciais para vetoriais.....	109
Figura 36: Exportação dos arquivos vetoriais da BHCM, Três Lagoas/MS.....	110
Figura 37: Procedimento utilizado para reclassificação no ArcGis 10 [®] da BHCM, Três Lagoas/MS	111
Figura 38: Carta Imagem para a classificação temática do uso e cobertura da terra da BHCM, Três Lagoas/MS, em 2014	112
Figura 39: Horiba U-50 Series Multiparameter water Quality Unit's.	118
Figura 40: Alto curso da BHCM, ponto 4, forma de utilização do Horiba U-50 Series Multiparameter water Quality Unit's.....	118
Figura 41: Pluviosidade ao longo do ano de 2014, na BHCM, Três Lagoas/MS....	124
Figura 42: Climograma de precipitação acumulada na BHCM, durante o período de 1983 a 2014..	126
Figura 43: Precipitações de 2014 e prévias climatológicas no período de 1983 a 2014, na BHCM, Três Lagoas/MS.....	128
Figura 44: Índice de Anomalia de Chuva com suas respectivas classificações da BHCM, Três Lagoas/MS, no ano de 2014.....	130
Figura 45: Precipitação e evapotranspiração real da BHCM, Três Lagoas/MS, em 2014	134
Figura 46: Classificação aloestratigráfica para os Depósitos Coluviais e Aluviais Quaternários da Bacia Hidrográfica do Alto Rio Paraná.	136

Figura 47: Esboço do terraceamento da região do Alto Paraná.....	137
Figura 48: Embasamento da Aloformação Paranaíba, e destaque da localização da BHCM, no município de Três Lagoas/MS.	138
Figura 49: Mapa de geologia da BHCM, Três Lagoas/MS.	139
Figura 50: Médio curso da BHCM, ponto 9 de monitoramento das águas superficiais.	142
Figura 51: Baixo curso da BHCM, ponto 10, aumento na quantidade de cascalho rolado	143
Figura 52: Mapa de solos da BHCM, Três Lagoas/MS	145
Figura 53: Hipsometria da BHCM, Três Lagoas/MS	150
Figura 54: Perfil Longitudinal da BHCM, Três Lagoas/MS	151
Figura 55: Mapa de energia potencial erosiva pluviométrica da BHCM, no verão de 2014	157
Figura 56: Mapa de Energia Potencial Erosiva Pluviométrica da BHCM, no Outono de 2014.....	160
Figura 57: Mapa de energia potencial erosiva pluviométrica da BHCM, no inverno de 2014.....	163
Figura 58: Mapa de energia potencial erosiva pluviométrica da BHCM, na primavera de 2014.	166
Figura 59: Energia potencial erosiva pluviométrica e precipitação de acordo com as prévias climatológicas da BHCM.	169
Figura 60: Alto curso da BHCM, pastagem rala e batida devido à falta de chuvas, fazenda Querência.....	171
Figura 61: Mapa de declividade da BHCM, Três Lagoas/MS.....	173
Figura 62: Alto curso da BHCM, área de pastagem na fazenda querência que apresenta declividade de 0,00 a 3,00%	176
Figura 63: Alto curso da BHCM, ao fundo, área de pastagem alcançando a classe de 9,01 a 12,00% de declividade	177
Figura 64: Mapa de dissecação horizontal da BHCM, Três Lagoas/MS	179
Figura 65: Mapa de dissecação vertical da BHCM, Três Lagoas/MS	182
Figura 66: Mapa de energia potencial erosiva do relevo da BHCM, Três Lagoas/MS.	185
Figura 67: Baixo curso da BHCM, classificada como energia potencial erosiva do relevo média.....	187

Figura 68: Médio curso da BHCM, canal onde percorria água do córrego Buriti....	191
Figura 69: Variação das áreas do canal fluvial nos pontos de monitoramento na BHCM, Três Lagoas/MS, em 2014.....	194
Figura 70: Variação das vazões nos pontos de monitoramento na BHCM, Três Lagoas/MS, em 2014.	195
Figura 71: Alto curso da BHCM, ponto 1, açude sem cercas de proteção contra o gado, sem qualquer mata ciliar e com uma vegetação adentrando suas águas..	197
Figura 72: Baixo curso da BHCM, ponto 11, vegetação ciliar na margem direita e área grande de “brejo” na margem esquerda, próximo a foz no rio Paraná.....	201
Figura 73: Transporte de sedimentos em suspensão em cada ponto de monitoramento, durante as estações de 2014 na BHCM, Três Lagoas/MS.....	203
Figura 74: Transporte de sedimentos em suspensão por estação do ano de 2014 na BHCM, Três Lagoas/MS.....	204
Figura 75: Mapa de energia erosiva do transporte de sedimentos em suspensão por estação e a média, em 2014 na BHCM, Três Lagoas/MS.	206
Figura 76: Médio curso da BHCM, ponto 5, desmoronamento visto da ponte	207
Figura 77: Médio curso da BHCM, ponto 5, desmoronamento da Ponte, a montante do ponto.	207
Figura 78: Mapa de erosividade da BHCM, no verão de 2014.....	210
Figura 79: Médio curso da BHCM, área próxima ao ponto 8, caracterizada por rampas longas e declividade reduzida, classificada como erosividade suavemente fraca.....	212
Figura 80: Médio curso da BHCM, ponto 7, canal principal ramificado em três cursos fluviais e deposição de sedimentos recentes, ruptura ficou evidenciada com o mapeamento da erosividade.	214
Figura 81: Mapa de erosividade da BHCM, no outono de 2014.....	216
Figura 82: Mapa de erosividade da BHCM, no inverno de 2014.....	220
Figura 83: Alto curso da BHCM, feições erosivas na margem direita do córrego Querência, na fazenda Querência, a montante do ponto 3.....	223
Figura 84: Mapa de erosividade da BHCM, na primavera de 2014.....	224
Figura 85: Mapa de erosividade média da BHCM, Três Lagoas/MS, em 2014.....	228
Figura 86: Evolução da erosividade ao longo das estações do ano de 2014, na BHCM, Três Lagoas, MS.	229

Figura 87: Alto curso da BHCM, vertente íngreme do aterro da barragem da fazenda Querência no córrego Querencia, a montante do ponto 3, em vegetação de Cerrado úmido.....	230
Figura 88: Médio/baixo curso da BHCM, feições erosivas às margens da rodovia MS-395.....	231
Figura 89: Alto curso da BHCM, caixas de retenção na estrada vicinal municipal, próximo à entrada da fazenda Querência, para controle da ação das águas correntes e redução dos processos erosivos.	232
Figura 90: Médio curso da BHCM, caixas de retenção na estrada vicinal municipal, após grandes chuvas da primavera.	232
Figura 91: Mapa de uso, cobertura e manejo da terra da BHCM, no verão de 2014.	235
Figura 92: Uso, cobertura e manejo da terra da BHCM, no verão de 2014.	236
Figura 93: Alto curso da BHCM, pastagem não manejada, esquerda, e pastagem manejada, direita, na fazenda querência e na parte baixa, a mata ripária.	237
Figura 94: Alto curso da BHCM, áreas de reserva legal, próximo ao limite da bacia, recoberta pela classe Florestal.	238
Figura 95: Alto curso da BHCM, área de solo exposto destinada ao cultivo de eucalipto pela Fibria-MS Celulose Ltda., na margem direita do córrego Moeda.	240
Figura 96: Mapa de uso, cobertura e manejo da terra da BHCM, no outono de 2014.	241
Figura 97: Uso, cobertura e manejo da terra da BHCM, no outono de 2014.	243
Figura 98: Médio curso da BHCM, pastagem em área de proteção permanente, no leito efêmero no alto curso do córrego Buriti, nota-se os buritis no traçado do leito fluvial efêmero.	244
Figura 99: Alto Curso da BHCM, área classificada como Cerrado Úmido no verão e primavera, e Cerrado durante o outono e o inverno de 2014.	245
Figura 100: Mapa de uso, cobertura e manejo da terra da BHCM, no inverno de 2014.	246
Figura 101: Uso, cobertura e manejo da terra da BHCM, no inverno de 2014.....	248
Figura 102: Médio Curso da BHCM, abertura da mata ripária usada no passado por uma ponte, ficando após sua desativação como bebedouro para o gado bovino e equino	249

Figura 103: Mapa de uso, cobertura e manejo da terra da BHCM, na primavera de 2014.	251
Figura 104: Uso, cobertura e manejo da terra da BHCM, na primavera de 2014.....	253
Figura 105: Alto Curso da BHCM pastagem cultivada sem curva de nível, sem manejo da terra, à esquerda e pastagem plantada com curva de nível à direita	254
Figura 106: Alto Curso da BHCM, açude localizado no alto curso, totalmente desprotegido pela ausência de vegetação ripária e submetida a pastagem cultivada sem curvas de nível	255
Figura 107: Alto Curso da BHCM, pastagem sem manejo em primeiro plano e a classe Florestal em segundo plano, próximo ao limite da bacia em seu alto curso.	256
Figura 108: Evolução do uso e cobertura da terra durante o ano de 2014..	257
Figura 109: Alto curso da BHCM, eucalipto jovem, “sadio”, à esquerda e eucalipto adulto, média 5 anos, “doente”, à direita.....	257
Figura 110: Médio curso da BHCM, propaganda da restauração que foi realizada pela Fibria MS Celulose Ltda.; porém sem molha, limpeza e controle de pragas e doenças, boa parte das mudas morreram	258
Figura 111: Médio curso da BHCM, local onde seria realizada a recomposição da mata ripária ciliar, no ponto 6.	258
Figura 112: Variação dos parâmetros obtidos por meio do monitoramento da qualidade das águas da BHCM, no verão de 2014	263
Figura 113: Baixo curso da BHCM, ponto 10, alta velocidade e rugosidade de fundo, repleto de cascalho, aumentam o turbilhonamento da água, elevando seu OD no verão de 2014	265
Figura 114: Variação dos parâmetros obtidos por meio do monitoramento da qualidade das águas da BHCM, no outono de 2014.	268
Figura 115: Variação dos parâmetros obtidos por meio do monitoramento da qualidade das águas da BHCM, no inverno de 2014	272
Figura 116: Alto curso da BHCM, ponto 2, durante o inverno de 2014.	273
Figura 117: Médio curso da BHCM, ponto 6, devido à grande quantidade de vegetação morta aquática, acabou reduzindo os valores de pH	274

Figura 118: Variação dos parâmetros obtidos por meio do monitoramento da qualidade das águas da BHCM, na primavera de 2014.	277
Figura 119: Alto curso da BHCM, ponto 3, córrego Querência, devido a sua velocidade, transportou maior quantidade de sedimentos para o córrego Moeda, gerando maior oxigenação.	279
Figura 120: Médio curso da BHCM, ponto 7, afloramento de água freática alimentando este ponto.	280
Figura 121: Médio curso da BHCM, ponto 7, dois locais onde o córrego Moeda recebe afloramento de água freática.	280
Figura 122: Valores de condutividade elétrica nos onze pontos de coleta das águas, durante as estações de 2014.	281
Figura 123: Valores de oxigênio dissolvido nos onze pontos de coleta das águas, durante as estações de 2014.	282
Figura 124: Valores de potencial hidrogeniônico nos onze pontos de coleta das águas, durante as estações de 2014.	283
Figura 125: Valores de turbidez nos onze pontos de coleta das águas, durante as estações de 2014.	284
Figura 126: Valores de potencial redox nos onze pontos de coleta das águas, durante as estações de 2014.	285
Figura 127: Valores de sólidos totais dissolvidos nos onze pontos de coleta das águas, durante as estações de 2014.	286
Figura 128: Mapa de enquadramento da qualidade das águas superficiais da BHCM, ao longo das estações do ano de 2014.	289
Figura 129: Mapa de enquadramento médio da qualidade das águas superficiais da BHCM, em 2014.	290
Figura 130: Mapa de vulnerabilidade ambiental da BHCM, no verão de 2014.	296
Figura 131: Mapa de vulnerabilidade ambiental da BHCM, no outono de 2014.	300
Figura 132: Mapa de vulnerabilidade ambiental da BHCM, no inverno de 2014.	304
Figura 133: Alto curso da BHCM, local próximo ao ponto 1, classificada como vulnerabilidade forte, devido à falta de maior cobertura vegetal.	307
Figura 134: Mapa de vulnerabilidade ambiental da BHCM, na primavera de 2014.	308

Figura 135: Médio curso da BHCM, área classificada como vulnerabilidade ambiental média, plantio de eucalipto com mais de 2,5 anos, cultivado em curvas de nível e com manejo adequado	310
Figura 136: Mapa de vulnerabilidade ambiental média da BHCM, em 2014.....	312
Figura 137: Evolução da vulnerabilidade ambiental da BHCM durante o ano de 2014	314
Figura 138: Alto Curso da BHCM, próximo aos pontos 2, 3 e 4, exemplo de área classificada, no verão, como vulnerabilidade ambiental Muito Fraca.....	315
Figura 139: Médio curso da BHCM, estrada cortando o alto curso de córrego Buriti, que deveria ser abandonada e a área recomposta a sua mata riparia.	317
Figura 140: Médio curso da BHCM, pastagens foram plantadas sem manejo e desrespeitando a APP, não ocorrendo uma autorregeneração nesta área classificada pela Fibria MS Celulose Ltda.; como reserva legal.....	317
Figura 141: Médio/Baixo curso da BHCM, falta de manutenção da rodovia MS-395 acabou intensificando a erosão na margem esquerda do córrego Moeda.	318
Figura 142: Médio curso da BHCM, caixas de retenção em estradas utilizadas no plantio de eucalipto comercial.	318
Figura 143: Médio curso da BHCM, corte de talhões eleva a vulnerabilidade ambiental da BHCM.	319
Figura 144: Baixo curso da BHCM, pequenas clareiras no baixo curso, em área de vulnerabilidade muito alta.....	319
Figura 145: Médio/baixo curso da BHCM, área de dissecação e retirada de sedimentos, com erosividade suavemente média e vulnerabilidade ambiental forte.	320
Figura 146: Médio/baixo curso da BHCM, ravina ocasionada pela ação das águas pluviais.....	320

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Consumo de água por diferentes culturas	55
Tabela 2: Estações meteorológicas e seus respectivos municípios, localizações e normal climatológica anual.....	75
Tabela 3: Zonas climáticas de acordo com suas precipitações mensais e pesos sobre a Mapa de erosividade.....	81
Tabela 4: Declividade e facilidade na ocupação rural na BHCM, Três Lagoas/MS..	83
Tabela 5: Classes da Mapa de dissecação horizontal da BHCM, Três Lagoas/MS.	85
Tabela 6: Classes da Mapa de dissecação vertical da BHCM, Três Lagoas/MS.....	87
Tabela 7: Classes de energia potencial erosiva do relevo, de acordo com as variáveis: declividade, dissecação horizontal e dissecação vertical da BHCM, Três Lagoas/MS.....	89
Tabela 8: Classes de energia erosiva de transporte de sedimentos em suspensão na BHCM, Três Lagoas/MS, no ano de 2014	97
Tabela 9: Classes de erosividade, de acordo com as variáveis: energia potencial erosiva pluviométrica, energia potencial erosiva do relevo e energia erosiva de transporte de sedimentos da BHCM, Três Lagoas/MS	98
Tabela 10: Informações sobre estações do ano, saídas de campo na BHCM, Três Lagoas/MS, data da imagem e satélite utilizado, em 2014.	99
Tabela 11: Limites dos parâmetros analisados para enquadramento nas classes das águas doces no Brasil.	119
Tabela 12: Estações do ano, conforme prévias climáticas mensais, no período de 1983 a 2014 e desvios em relação às precipitações nas estações analisadas de 2014, na BHCM, Três Lagoas/MS.	127
Tabela 13: Classificação do Índice de Anomalia de Chuva (IAC), em relação a prévia climática e 2014, da BHCM, Três Lagoas/MS.....	129
Tabela 14: Balanço hídrico da BHCM, Três Lagoas/MS, em 2014	133
Tabela 15: Disposição geológica da BHCM, Três Lagoas/MS	140
Tabela 16: Disposição pedológica da BHCM, Três Lagoas/MS	146
Tabela 17: Classes Hipsométricas com suas Áreas em km ² e %	149
Tabela 18: Energia potencial erosiva pluviométrica e precipitação na BHCM, no verão de 2014	155
Tabela 19: Energia potencial erosiva pluviométrica e precipitação na BHCM, no outono de 2014.....	158

Tabela 20: Energia potencial erosiva pluviométrica e precipitação na BHCM, no inverno de 2014.	161
Tabela 21: Energia potencial erosiva pluviométrica e precipitação na BHCM, na primavera de 2014.	164
Tabela 22: Energia potencial erosiva pluviométrica e precipitação na BHCM, no período de 1983 à 2014 e de 2014.	168
Tabela 23: Classes de declividade e facilidade na ocupação rural na BHCM, Três Lagoas, MS.	174
Tabela 24: Classes de dissecação horizontal, com suas respectivas áreas em km ² e em %, para a BHCM, Três Lagoas/MS.	180
Tabela 25: Classes de dissecação vertical com suas respectivas áreas em km ² e %. na BHCM, Três Lagoas/MS.	183
Tabela 26: Classificação da energia potencial erosiva com suas respectivas áreas em km ² e %, na BHCM.	186
Tabela 27: Mensurações de velocidade, área e vazão no verão de 2014, na BHCM, Três Lagoas/MS.	189
Tabela 28: Mensurações de velocidade, área e vazão no outono de 2014, na BHCM, Três Lagoas/MS.	190
Tabela 29: Mensurações de velocidade, área e vazão no inverno de 2014, na BHCM, Três Lagoas/MS.	191
Tabela 30: Mensurações de velocidade, área e vazão na primavera de 2014, na BHCM, Três Lagoas/MS.	192
Tabela 31: Transporte de sedimentos em suspensão no verão de 2014, na BHCM, Três Lagoas/MS.	196
Tabela 32: Transporte de sedimentos em suspensão no outono de 2014, na BHCM, Três Lagoas/MS.	198
Tabela 33: Transporte de sedimentos em suspensão no inverno de 2014, na BHCM, Três Lagoas/MS.	199
Tabela 34: Transporte de sedimentos em suspensão na primavera de 2014, na BHCM, Três Lagoas/MS.	200
Tabela 35: Classes de energia erosiva de transporte de sedimentos em suspensão no de 2014, na BHCM, Três Lagoas/MS.	205
Tabela 36: Classificação da erosividade com suas respectivas áreas em km ² e % na BHCM, no Verão de 2014.	211

Tabela 37: Classificação da erosividade com suas respectivas áreas em km ² e % na BHCM, no Outono de 2014.....	217
Tabela 38: Classificação da erosividade com suas respectivas áreas em km ² e % na BHCM, no Inverno de 2014.....	221
Tabela 39: Classificação da erosividade com suas respectivas áreas em km ² e % na BHCM, na Primavera de 2014.	225
Tabela 40: Classes de uso, cobertura e manejo da terra da BHCM, no verão de 2014.....	236
Tabela 41: Classes de uso, cobertura e manejo da terra da BHCM, no outono de 2014.....	242
Tabela 42: Classes de uso, cobertura e manejo da terra da BHCM, no inverno de 2014.....	247
Tabela 43: Classes de uso, cobertura e manejo da terra da BHCM, na primavera de 2014.....	252
Tabela 44: Parâmetros de qualidade das águas superficiais da BHCM, no verão de 2014.....	262
Tabela 45: Parâmetros de qualidade das águas superficiais da BHCM, no outono de 2014.....	267
Tabela 46: Parâmetros de qualidade físico química das águas superficiais da BHCM, no inverno de 2014.....	271
Tabela 47: Parâmetros de qualidade físico química das águas superficiais da BHCM, na primavera de 2014.....	276
Tabela 48: Enquadramento estacional e médio dos pontos monitorados da qualidade físico química das águas superficiais da BHCM, em 2014.....	288
Tabela 49: Parâmetros encontrados com seus respectivos pesos de vulnerabilidade ambiental da BHCM, no verão de 2014.....	297
Tabela 50: Parâmetros encontrados com seus respectivos pesos de vulnerabilidade ambiental da BHCM, no outono de 2014.....	301
Tabela 51: Parâmetros encontrados com seus respectivos pesos de vulnerabilidade ambiental da BHCM, no inverno de 2014.....	305
Tabela 52: Parâmetros encontrados com seus respectivos pesos de vulnerabilidade ambiental da BHCM, na primavera de 2014.....	309
Tabela 53: Parâmetros encontrados com seus respectivos pesos de vulnerabilidade ambiental média da BHCM, em 2014.....	313

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Metodologias para a elaboração das variáveis ambientais e seus respectivos pesos de vulnerabilidade da BHCM, Três Lagoas/MS, em 2014	71
Quadro 2: IAC e sua respectiva classificação	77
Quadro 3: Localização das estações de monitoramento na BHCM, Três Lagoas/MS	92
Quadro 4: Chave de interpretação visual para classificação temática do uso e cobertura da terra da BHCM, Três Lagoas/MS, em 2014	113
Quadro 5: Chave de interpretação visual para classificação temática do manejo da terra da BHCM, Três Lagoas/MS, em 2014	115
Quadro 6: Parâmetros, equipamento e métodos utilizados para análise da qualidade das águas superficiais da BHCM, Três Lagoas/MS.....	117
Quadro 7: Classificação das águas doces brasileiras, segundo seus usos preponderantes, de acordo com a Resolução CONAMA n. 430/2011.....	119
Quadro 8: Parâmetros utilizados com seus respectivos pesos de vulnerabilidade ambiental da BHCM, Três Lagoas/MS	121

SIGLAS E ABREVIATURAS

ANA: Agência Nacional das Águas

BHCM: Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda

CE: Condutividade Elétrica

CETESB: Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

CONAMA: Conselho Nacional do Meio Ambiente

DSG: Diretoria de Serviço Geográfico

EMBRAPA: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

IAC/SP: Instituto Agrônômico de São Paulo

IAC: Índice de Anomalia de Chuva

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INPE: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

IPEF: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais

IQA: Índices de Qualidade de Águas

Landsat: Land Remote Sensing Satellite

MDT: Modelo Digital de Terreno

MEC: Manejo de Eucalipto Comercial

MHB: Manejo de Hevea Brasiliensis

MMA: Ministério do Meio Ambiente

MPCA: Manejo de Pastagem Cultivada e Animal

MSEEC: Manejo de Solo Exposto para Eucalipto Comercial

NASA: National Aeronautics and Space Administration

OD: Oxigênio Dissolvido

OLI: Operational Land Imager

ORP: Potencial Redox,

pH: Potencial Hidrogeniônico

REFLORE-MS: Associação Sul-Mato-Grossense de Produtores e Consumidores de Florestas Plantadas

SIG: Sistema Informação Geográfica

SISLA: Sistema Interativo de Suporte ao Licenciamento Ambiental

SRTM: Missão Topográfica Radar Shuttle

TDS: Sólidos Totais Dissolvidos

TIN: Triangulated Irregular Network

TIRS: Thermal Infrared Sensor

UFMS: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

UFN-3: Unidade de Fertilizantes e Nitrogenados de Três Lagoas

USGS: Serviço Geológico dos Estados Unidos

C A P Í T U L O 1

INTRODUÇÃO

Os ambientes aquáticos estão sujeitos às mais variadas interferências de origem antrópica como: poluição, turismo, recreação, irrigação, piscicultura, agronegócio. Portanto, é essencial a compreensão de toda a estruturação e os elementos que integram estes sistemas, objetivando aplicar ações que busquem a recuperação dos mananciais hídricos, bem como preservar aqueles que permanecem em equilíbrio.

A preocupação com o funcionamento das bacias hidrográficas e do modo que estes processos alteram a qualidade e quantidade das águas superficiais fez com que o laboratório de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS, elaborasse projetos integrando como objeto de estudo a Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda - BHCM, localizada no município sul matogrossense de Três Lagoas, que possui grande parte de suas terras cultivadas por florestas plantadas de eucalipto.

Esse cultivo de eucalipto, no Brasil, começou nos primeiros anos do século XX, inicialmente, utilizado como plantas ornamentais, quebra-ventos e na extração de óleo vegetal. Contudo, apenas no fim da década de 1930, o eucalipto começou a ser plantado em escala comercial.

Na região da BHCM, desde o período da ocupação até a década de 1980, ocorreram pequenas modificações em suas vegetações, visto que a atividade produtiva sempre esteve relacionada com a pecuária extensiva para criação de gado. A atividade de agricultura, a princípio, foi destinada à manutenção das fazendas; no entanto, a utilização do solo sem um adequado manejo, por longos anos, acarretou em processos evolutivos de degradação.

Segundo informações obtidas por meio do IBGE (s.d) a partir das décadas de 80 e 90 do século passado, as mudanças no município tomaram impulsos, com avanços na modernização das fazendas de gado e introdução de hortos florestais de eucaliptos, iniciada pela expectativa da vinda de indústrias de papel e celulose. Em decorrência destas alterações inicia-se uma modificação do uso, cobertura e manejo da terra da BHCM, porém ainda com pouca expressividade.

Com isso, a partir de 2006, as alterações tem sido marcantes nesta bacia hidrográfica pelo relativo aumento deste cultivo de eucalipto, estimulado pela vinda das indústrias de papel e celulose, mais precisamente da Fibria MS Celulose Ltda.

Atualmente, o estado de Mato Grosso do Sul é um dos maiores produtores de celulose do Brasil, e dados da Associação Sul-Mato-Grossense de Produtores e Consumidores de Florestas Plantadas (REFLORE – MS) apontam que nos últimos seis anos a área destinada ao cultivo do eucalipto no Estado cresceu 475%. A expansão foi motivada, principalmente, pela instalação de duas indústrias de celulose na região leste de Mato Grosso do Sul. São aproximadamente 750 mil hectares destinados ao cultivo de eucalipto no Estado.

Nestes locais é essencial a análise do uso, cobertura e manejo da terra, bem como toda a dinâmica deste ecossistema que, por sua vez, influencia diretamente nos processos de lixiviação, erosão, deslizamentos e modificações nos regimes hidrológicos que podem elevar o escoamento superficial/subterrâneo, definindo diversos parâmetros de resistência às ações dos agentes externos que interferem na quantidade e qualidade das águas, desencadeando um potencial erosivo extremamente alto.

Conseqüentemente, a partir do período que é avaliada as interações existentes, assim como as influências externas e internas que incidem sobre o sistema, torna-se possível propor formas de uso, cobertura e manejo de terra adequados, reduzindo as alterações negativas sobre a quantidade e qualidade das águas superficiais, levando-se em consideração que a água é um elemento finito e seu consumo vem sendo feito de maneira desordenada, chegando mais próximo de sua exaustão.

Logo, sua preservação é de extrema relevância, principalmente por se apresentar como unidades reguladoras de todo o sistema da bacia hidrográfica, devendo ser aproveitada de maneira sustentável, favorecendo futuras gerações. Com isso, as pesquisas em bacias hidrográficas vêm se tornando cada vez mais utilizadas por pesquisadores que buscam, entre diversos motivos, analisar o modo que este ambiente está se comportando diante do avanço das atividades antrópicas ao longo do tempo e do espaço geográfico.

As bacias hidrográficas agregam elementos dos subsistemas natural construído e socioeconômico, tanto produtivo como cultural, que são interligados

entre si e com todo o ambiente à sua volta. A análise destes elementos e toda sua interação contribuem para um ordenamento, planejamento e melhor aproveitamento deste território. Mello (1999, p.48) salienta que:

[...] nos estudos das bacias hidrográficas o solo, a vegetação e a água são elementos imprescindíveis, pois o conhecimento das relações existentes entre si e com os outros, permite que se possa perceber como os mesmos podem interferir na dinâmica de uma bacia hidrográfica e, conseqüentemente, contribuir para intensificar ou reduzir o processo de degradação ambiental.

Dessa forma, a gestão integrada dos sistemas se torna imprescindível para a sobrevivência dos ecossistemas aquáticos e para a qualidade de vida da sociedade. Esta gestão pode ser realizada com base no acompanhamento da qualidade e quantidade dos recursos hídricos, sendo utilizado no auxílio a futuros planejamentos, outorga, fiscalização e licenciamento dos cursos d'água.

Contudo, a análise e gestão dos mananciais hídricos fornecem suporte para a compreensão dos processos que ocorrem no meio físico, biótico e antrópico, diagnosticando, monitorando e avaliando os impactos causados pelas atividades humanas sobre os recursos da natureza, apontando assim, para a necessidade de entender, não apenas o uso, cobertura e manejo da terra, mas também todo o comportamento climático, pois exerce elevada energia sobre a quantidade e qualidade dos recursos hídricos, disponibilizando no sistema fluvial uma dissecação e transporte de sedimentos decorrentes da ação da água corrente, bem como a diluição e assimilação dos contaminantes naturais e/ou introduzidos pelo manejo antrópico.

As precipitações estão altamente relacionadas com os desequilíbrios da paisagem, principalmente nas vertentes mais íngremes. A frequência destas chuvas acompanhada da alteração espacial da magnitude das precipitações (volume) são fatores primordiais a serem ponderados em circunstâncias críticas (desvios consideráveis na precipitação).

Outro importante fator que exerce uma influência direta sobre a quantidade e qualidade das águas e impõe diversas limitações de uso, cobertura e manejo da terra é a dinâmica erosiva do relevo, pois acompanha um padrão de ordem natural quanto à deposição e transporte de sedimentos no momento em que o ambiente se encontra estável ou em equilíbrio dinâmico. Neste contexto, precipitações

concentradas, coligadas aos altos declives, intemperismo acentuado e a falta de vegetação acabam criando áreas potencialmente propensas às erosões, acelerando o processo de degradação das bacias hidrográficas e prejudicando, principalmente, os ecossistemas aquáticos.

Tendo em vista que os mananciais hídricos assumem papel fundamental na compartimentação do relevo, uma análise sistêmica pode levar ao esclarecimento de diversas questões acerca da morfogênese e morfodinâmica da paisagem. Segundo Veneziani *et. al*, (1998) as configurações do relevo, bem como a hidrografia, são modeladas pelos fatores morfogenéticos e esculpturados por meio da estrutura geológica, como também é levado em consideração os agentes externos como erosão fluvial, eólica, meteorização (desintegração das rochas e solos). Assim, a forma de relevo está intimamente ligada aos processos físicos e químicos que ocorrem nestes ambientes e a declividade também é um fator importante, pois evidencia a energia potencial de erosão desse relevo.

Com isso, nas análises em bacias hidrográficas deve-se levar em consideração todos estes elementos e notar que cada um deles possui características que influenciam diretamente nos demais recursos naturais. Portanto é fundamental o entendimento de todos estes processos, objetivando um uso racional e sustentável dos ecossistemas.

De acordo com Ross (1994) o conhecimento das potencialidades e limitações de uso e cobertura da terra passa, necessariamente, pela análise da fragilidade e vulnerabilidade ambiental em bacias hidrográficas, pois com o levantamento das informações sobre o meio físico: relevo, geologia, pedologia, clima, uso, cobertura da terra, hidrografia, entre outros, é possível diagnosticar a realidade e obter um prognóstico, promovendo sugestões que auxiliem na preservação dos ambientes.

Os estudos avaliando a vulnerabilidade ambiental, bem como a interação dos elementos presentes em bacias hidrográficas e suas influências sobre os recursos hídricos, acabaram se desenvolvendo, sobretudo, no estado de Mato Grosso do Sul, que possui uma rica e complexa hidrografia. No caso da BHCM, que é caracterizada por ser uma bacia hidrográfica com atividade antrópica constante, iniciaram-se suas pesquisas em 2011, vinculada à graduação e mestrado em geografia da UFMS, buscando manter sua perenidade, qualidade das águas deste sistema fluvial e sua contínua potencialidade.

A BHCM vem passando por rápidas transformações no seu uso, cobertura e manejo da terra, geradas pela expansão da silvicultura no município de Três Lagoas. As plantações de eucalipto para a produção de celulose e papel estão distribuídas em 28 hortos florestais¹, com 625 talhões e idade média em torno dos 5 anos. Todas as florestas de eucalipto presentes na área pertencem à Fibria MS Celulose Ltda., e segundo informações disponibilizadas pela empresa Fibria MS Celulose Ltda, essas florestas de eucalipto são formadas predominantemente por híbridos de eucalipto obtidos a partir do cruzamento entre as espécies *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla*, ou cruzamentos manipulados geneticamente, que após vários ciclos de melhorias e pesquisas, estas foram selecionadas por melhor se adaptarem às condições locais, sendo que as atividades de plantio sempre priorizam a mínima utilização de recursos naturais e de insumos.

Outro agravante aos recursos hídricos da BHCM foi a instalação do Distrito Industrial do Moeda, criado pela Lei Municipal 2.427, de 2 de março de 2010, com principal finalidade de alojar grandes indústrias, como é o caso da fábrica Fibria MS Celulose Ltda. e da Unidade de Fertilizantes e Nitrogenados de Três Lagoas – UFN 3, de propriedade da Petrobras, uma das maiores fábricas de fertilizantes nitrogenados da América Latina, segundo o Relatório de Impacto Ambiental do Distrito Industrial.

Estes motivos nortearam o objetivo maior desta pesquisa, que constrói mecanismos para a avaliação da vulnerabilidade ambiental da BHCM. Para tanto, respaldado nas metodologias de Ross (1994) e Crepani *et. al.* (2001), que propõem pesos de vulnerabilidade, buscou-se uma inovação destas metodologias, ponderando as bases geológicas e pedológicas, a energia potencial e transporte de sedimentos em suspensão e associá-las ao uso, cobertura e manejo da terra e pressão ambiental que estas unidades exercem sobre os recursos hídricos da BHCM, no tocante a quantidade e qualidade de suas águas superficiais.

Com a análise das informações obtidas, nota-se que a BHCM assenta-se sobre terrenos da formação arenítica Caiuá, recobertos por Latossolos Vermelho Amarelo Distrófico, arenosos e medianamente férteis, submetidos a um relevo suave, com declividade variando entre 3,0 a 6,0%. Se enquadrando na

¹Hortos Florestais: áreas onde se levavam a cabo trabalhos de experimentações mais ou menos intensivas. Alguns já com suas áreas quase totalmente tomadas por esse tipo de plantação.

vulnerabilidade ambiental quanto ao potencial erosivo do relevo, na classe Fraca e Média.

Porém, é submetido a elevadas precipitações que, apesar de grande variação em relação à prévia climatológica, expressa pelo IAC Seco, somadas ao uso, cobertura da terra e seu manejo inexistente na maioria das atividades pecuárias e com problemas na silvicultura do eucalipto, elevam o grau de vulnerabilidade ambiental, sobretudo, pelo corte não escalonado de seus talhões e sem levar em consideração os meses chuvosos, propiciando elevada perda de solos por transporte de sedimentos em suspensão que, além de assorearem o canal principal do córrego Moeda, em especial no seu baixo curso, também foram depositados na sua foz, no rio Paraná, na jusante da Usina Hidrelétrica de Porto Primavera.

A obtenção e correlação destes elementos qualificam a pesquisa e fornecem informações sobre a vulnerabilidade e, até mesmo, a potencialidade que a BHCM pode oferecer, buscando manter a perenidade de seus recursos hídricos, tanto para usos urbanos como rurais.

Dessa forma, a dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação – Mestrado em Geografia/CPTL/UFMS, foi subdividida em dez capítulos, organizados da seguinte forma:

Capítulo 1: Apresenta introdução mostrando alguns conceitos iniciais que foram utilizados, juntamente com a relevância e justificativa desta pesquisa, seus objetivos gerais e específicos, um breve histórico da ocupação e localização da área de estudo;

Capítulo 2: Apresenta a discussão teórico-metodológica com diversos conceitos de autores que auxiliaram na compreensão dos temas abordados durante a pesquisa, realizando algumas discussões que se mostram pertinentes de determinados conceitos como, por exemplo, a abordagem sistêmica nas pesquisas ambientais, bacia hidrográfica como unidade de estudo, geoprocessamento, sistemas de informação geográfica e sensoriamento remoto aplicados às pesquisas em bacias hidrográficas, regime climático e comportamento termopluviométrico, uso, cobertura e manejo da terra, dinâmica erosiva e geomorfológica, qualidade e quantidade das águas superficiais e, por fim, a junção destas variáveis e suas influências sobre a vulnerabilidade ambiental em bacias hidrográficas;

Capítulo 3: São apresentados os procedimentos metodológicos e equipamentos utilizados ao longo desta pesquisa e que auxiliaram em seu desenvolvimento;

Capítulo 4: Apresenta os dados de caracterização da área de estudo, os quais serão correlacionados com as demais informações contidas dos próximos capítulos, como o comportamento climático, geologia e solos;

Capítulo 5: Apresenta as análises e discussões sobre os resultados encontrados da erosividade da BHCM (energia potencial erosiva pluviométrica, energia potencial do relevo e energia de transporte de sedimentos em suspensão), mostrando esta análise de maneira estacional, correlacionando com os dados expostos ao longo da pesquisa;

Capítulo 6: Apresenta o monitoramento do uso, ocupação e manejo da terra da BHCM e sua evolução de maneira estacional ao longo das estações do ano de 2014;

Capítulo 7: Análise da qualidade físico-química das águas superficiais da BHCM, no decorrer de 2014, e ao longo dos onze pontos de coleta das águas, buscando seu enquadramento de acordo com a resolução 430/2011 do CONAMA;

Capítulo 8: Avalia a junção de todos os elementos, mostrando a influência que cada um exerce sobre o sistema, apontando, assim, a vulnerabilidade ambiental da BHCM de maneira estacional ao longo de 2014;

Capítulo 9: São apresentadas as conclusões preliminares e sugestões originadas ao longo da pesquisa, buscando auxiliar para um melhor aproveitamento deste ambiente e seu ordenamento sustentável;

Capítulo 10: Apresenta as referências bibliográficas utilizadas durante a pesquisa.

1.1. Objetivo Geral

Utilizar procedimentos metodológicos para análise da vulnerabilidade ambiental em bacias hidrográficas, abordando como estudo de caso a Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, localizada no município de Três Lagoas, em Mato Grosso do Sul, por meio da correlação quantificada das variáveis: geologia, solos, clima, erosividade (energia potencial erosiva pluviométrica, energia potencial erosiva

do relevo e energia do transporte de sedimentos em suspensão), uso, cobertura e manejo da terra e qualidade das águas superficiais nas estações do verão, outono, inverno e primavera de 2014.

1.2. Objetivos Específicos

- Analisar os dados obtidos por meio dos mapas temáticos de geologia e pedologia da BHCM;
- Avaliar o comportamento pluviométrico, balanço hídrico e anomalias climáticas da BHCM;
- Avaliar a energia potencial erosiva de acordo com a pluviosidade ocorrida no ano de 2014, elaborando mapas pluviométricos;
- Analisar a energia potencial erosiva do relevo, por meio da interação dos mapas de declividade, dissecação horizontal e vertical da BHCM;
- Monitorar estacionalmente a vazão e o transporte de sedimentos em suspensão e gerar o mapa de energia erosiva do transporte de sedimentos em suspensão da BHCM;
- Avaliar os mapas sínteses de erosividade estacional, a partir da correlação da energia potencial erosiva pluviométrica, energia potencial erosiva do relevo e a energia erosiva real de transporte de sedimentos em suspensão da BHCM;
- Analisar estacionalmente o uso, a cobertura e o manejo da terra ao longo do verão, outono, inverno e primavera de 2014, e gerar os mapas de uso, cobertura e manejo da terra da BHCM;
- Monitorar estacionalmente a qualidade físico-química das águas superficiais, gerando mapas de qualidade das águas das estações do ano de 2014;
- Avaliar os mapas sínteses de vulnerabilidade ambiental da BHCM para as estações do ano de 2014;
- Analisar as características das unidades, avaliando suas influências sobre o ambiente natural podendo, assim, oferecer sugestões que auxiliem na utilização sustentável da BHCM.
- Avaliar a eficiência da metodologia utilizada, procurando abordar suas contribuições para a análise da vulnerabilidade ambiental em bacias hidrográficas.

1.3. Localização da BHCM

O município de Três Lagoas está localizado no leste do Estado de Mato Grosso do Sul, às margens dos Rios Sucuriú (norte), Rio Paraná (leste) e Rio Verde (sul).

A BHCM localiza-se no município de Três Lagoas/MS, que possui aproximadamente 10.206 km², segundo dados do IBGE, situada a 330 km da Capital Campo Grande e a 680 km de São Paulo e pertence à mesorregião geográfica leste do Estado de Mato Grosso do Sul.

Situada na margem direita do Rio Paraná, portanto, a BHCM é considerada um subsistema do sistema Bacia Hidrográfica do Rio Paraná, possuindo uma área de 247,64 km² e posiciona-se entre as coordenadas UTM de 393200 e 425000 metros Oeste e 7676692 e 7696172 metros Sul, **Figura 1**. Localiza-se no sul da sede do município de Três Lagoas, a 26 km pela MS-395, no sentido a cidade de Brasilândia/MS.

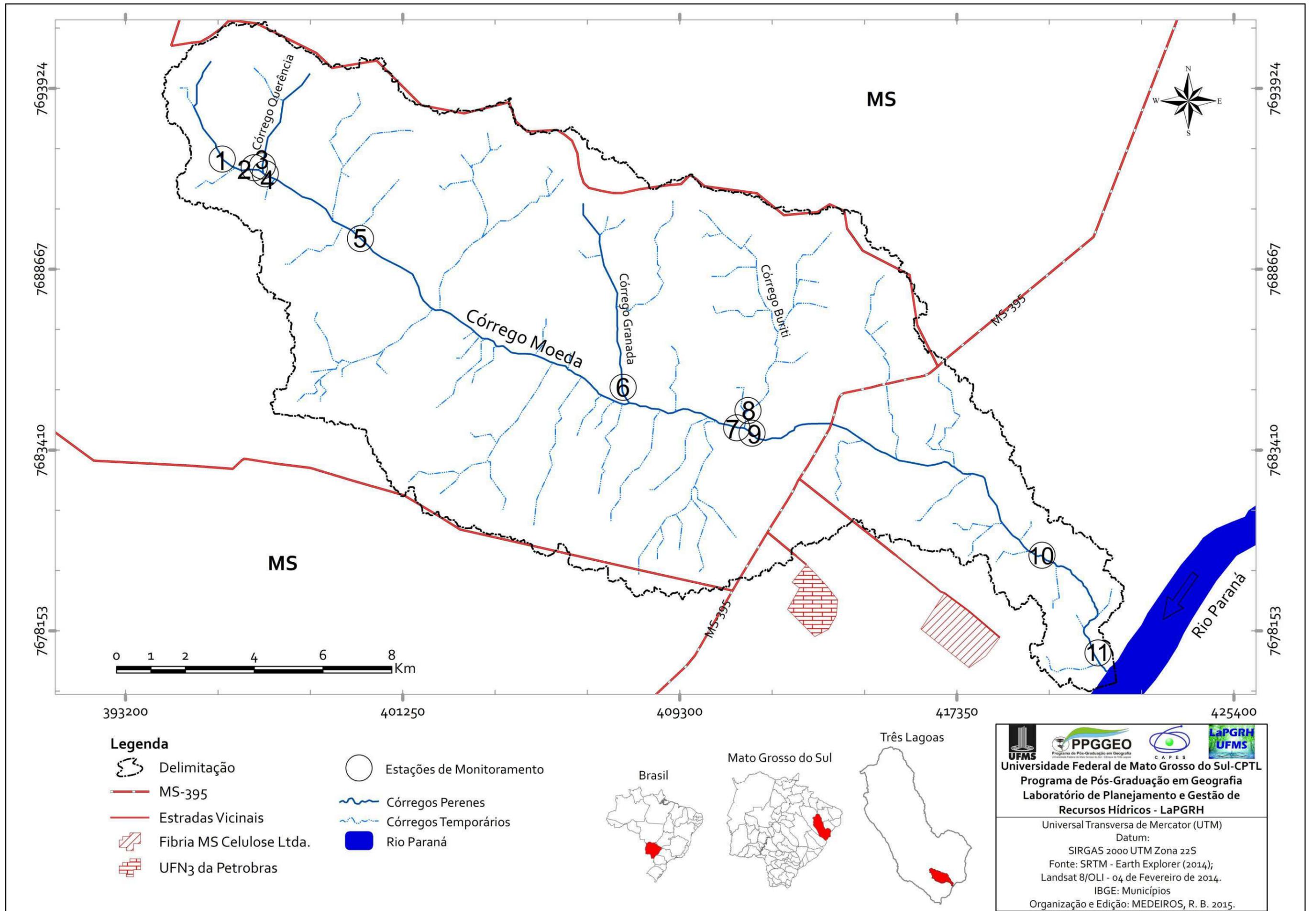


Figura 1: Localização da BHCM, Três Lagoas/MS.

C A P Í T U L O 2

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA-METODOLÓGICA

2.1. Abordagem Sistêmica

Dentro dos conceitos da abordagem sistêmica nas pesquisas ambientais utilizou-se, inicialmente, autores como Jean Tricart (1977), com seu livro “Ecodinâmica”, detalhando que não existe ecossistema sem que haja a interferência do homem, afirmando, assim, que as características dos ambientes ou “fenômenos ambientais”, como definidos pelo autor, se interagem constantemente.

Outro autor abordado nesta pesquisa, que auxilia no entendimento dos processos que ocorrem nos sistemas, é Antônio Christofletti (1979; 1999), de quem foram utilizados os livros “Análise de Sistemas em Geografia” e “Conservação do solo”, respectivamente. Nestas obras o autor faz uma divisão dos ambientes de acordo com a função exercida sobre o sistema, levando-se em consideração cada unidade, a totalidade e a complexidade das interações que nele ocorrem.

Devido a BHCM apresentar diversas características particulares, desde seu uso, cobertura e manejo da terra, sua declividade, geologia, solos e qualidade e quantidade das águas superficiais, utilizou-se destes conceitos, buscando integrar e analisar cada unidade deste sistema para, posteriormente, buscar suas correlações, integrando todas as variáveis, favorecendo a análise do estado real da qualidade deste ambiente.

Com isso, em toda esta análise, a abordagem sistêmica colabora significativamente, buscando uma compreensão das dinâmicas que ocorrem no sistema. Dessa forma Tricart (1977, p. 19) detalha que o conceito de sistema é de extrema importância para se estudar ambientes naturais, podendo ser definido como a junção de fenômenos que se interagem mediante fluxos de matéria e energia que, por sua vez, são originados da dependência mútua entre todos os fenômenos existentes neste sistema.

Nota-se, portanto, que todas as unidades que compõem determinado sistema se interagem, formando relações de dependência, ou seja, quando é alterada uma destas unidades ocorre uma alteração em todo o sistema. Devido a isto Gregory (1992) afirma que toda a atenção necessita ser voltada à estruturação deste

sistema, seu comportamento envolvendo a transferência de energia, todos os seus limites, seu ambiente, seu estado de transição ou equilíbrio e seus parâmetros.

Várias questões devem ser consideradas nas pesquisas ambientais, principalmente por meio de uma abordagem sistêmica. Neste contexto Christofolletti (1979, p. 01) afirma que os sistemas são constituídos de:

- Elementos ou Unidades: são as partes componentes;
- Atributos: qualidades que são atribuídas aos elementos ou ao sistema, buscando uma forma de caracterizá-los. De acordo com o sistema, é necessária a seleção de algumas qualidades para descrever, da melhor maneira, suas partes, podendo se referir à área, ao comprimento, ao volume, à composição e às densidades dos fenômenos;
- Relações: as unidades que integram os sistemas se encontram em mútua dependência por meio de interações que denunciam os fluxos;
- Entrada (*input*): constituída pelo que o sistema recebe. Um rio recebe água e sedimentos fornecidos pelas vertentes, etc;
- Saída (*output*): ocorre o inverso, ou seja, todos os fenômenos que entram no sistema acabam sofrendo alterações e, depois, são encaminhados.

Todas essas entradas e saídas de matérias estão coligadas aos fenômenos ambientais como, por exemplo, declividades, falta de vegetação, infiltração das águas pluviais, podendo, assim, acelerar não só os processos de erosão, mas também criar problemas aos recursos hídricos de um bacia hidrográfica, tais problemas criados principalmente pelas atividades humanas.

Com isso, estes sistemas (meio biofísico e sócio organizacional) são compostos por subsistemas em constante interação, seja o natural, construído, social e produtivo que, por sua vez, possuem particularidades de acordo com sua localidade, extensão, correlação, evolução e causalidade. Contudo todas estas unidades, se alteradas, provocam mudanças, sobretudo nos recursos hídricos, alterando sua qualidade e quantidade, conforme exemplificado na **Figura 2**.

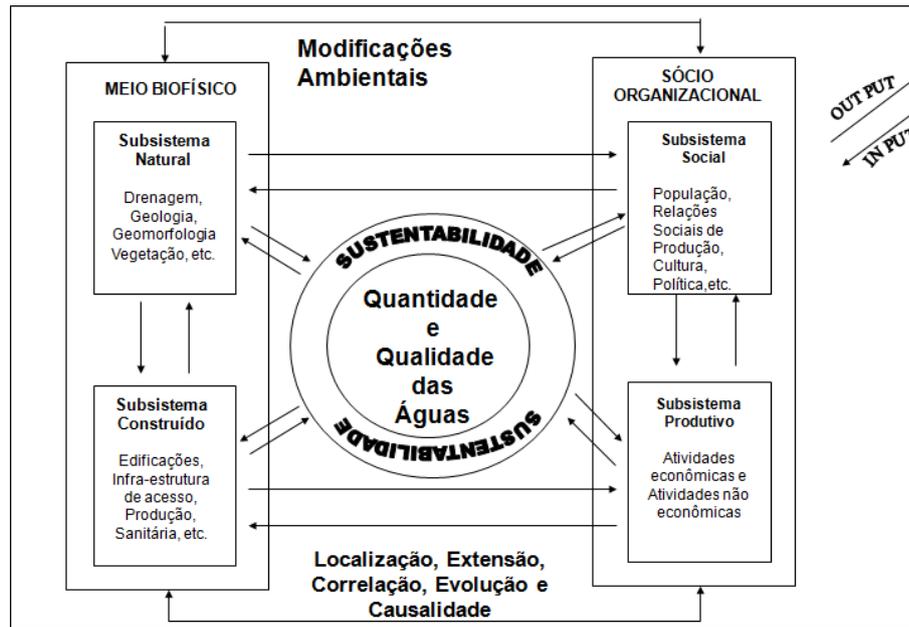


Figura 2: Modelo simplificado de análise sistêmica.

Fonte: Pinto, Carvalho e Silva (2005)

No entendimento dos sistemas ambientais, Christofolletti (1999, p. 02 e p. 03) destaca os conceitos de “unidade”, “totalidade” e “complexidade”.

A **unidade** representa a qualidade do que é um, único, só ou sem partes sendo tudo o que pode ser considerado individualmente. A unidade constitui o componente indivíduo, mas não significa que seja simples. A harmonia de conjunto estabelece-se como norma de caracterização, podendo inclusive ser composto de seres individuais considerados pelas relações mutuas que existem entre si, por seus caracteres em comuns, por sua mutua dependência. Christofolletti (1999, p. 02).

A **totalidade** aplica-se às entidades constituídas por um conjunto de partes, cuja interação resulta numa composição diferente e específica, independente da somatória dos elementos componentes. O todo assume uma estrutura e funcionalidade diferenciada dos seus subcomponentes. Em todo nível hierárquico, cada componente do todo possui características específicas, podendo ser considerado como unidade, sendo também analisada como totalidade.

A noção sempre envolve o contexto do todo [...] constituindo-se uma entidade unitária, individualizada. Inerente à totalidade encontra-se a concepção e a análise da **complexidade**. Os sistemas complexos apresentam diversidade de elementos, encadeamentos, interações, fluxos e retroalimentação compondo uma entidade organizada Christofolletti (1999, p. 03).

A abordagem sistêmica em pesquisas ambientais é analisada de acordo com suas características (climáticas, pedológicas, geomorfológicas, hidrológicas, cobertura vegetal, atividades antrópicas), assumindo importante papel de liderança e

sendo influentes na dinâmica de um sistema, regulando a veemência das interrelações e na dinâmica até em ritmo sazonal.

Dessa forma, os ambientes naturais vêm sendo cada vez mais utilizados como unidades de análise e gestão, principalmente por agregar estes subsistemas, que por meio de suas interações, apontando assim, a necessidade de se estudar o geossistema.

Monteiro (2000) salienta que para uma análise da natureza é preciso trabalhar com geossistema, onde visa à integração das variáveis naturais e antrópicas, unindo os elementos da paisagem, assumindo um papel principal na estrutura espacial, conduzindo ao esclarecimento do estado real da qualidade do ambiente.

Portanto, a paisagem possui como principal característica, a manifestação presente do modo como uma determinada sociedade se organizou para produzir. Nela estão materializadas as técnicas e o tempo, possuindo uma história (SANTOS, 1996).

O mesmo autor ainda afirma que a paisagem pode ser caracterizada como a forma visível da natureza modificada pela ação do homem, ou seja, é a imagem resultante da síntese de todos os elementos presentes em determinado local.

Diante deste conceito, a paisagem como fator dessa interação de parâmetros físicos, bióticos e socioeconômicos, tem sido utilizada em estudos de impactos ambientais em diferentes empreendimentos, com importantes resultados, o que leva necessariamente ao reconhecimento da vulnerabilidade e potencialidade da natureza.

Levando esse conceito até as pesquisas em bacias hidrográficas, é importante salientar que este sistema, por ser “aberto”, não há condição estática total na natureza, isto é, todos os elementos se encontram em constante alteração, fazendo com que ocorra uma evolução, obedecendo às transformações advindas do tempo. Entretanto a interpretação dessa evolução deve abranger os aspectos do presente, buscando no passado dados que expliquem as características recentes.

2.2. Bacia Hidrográfica como Unidade de Estudo

Integrado nesse conceito de sistema, a bacia hidrográfica é determinada pela Política Nacional de Recursos Hídricos, estabelecida pela Lei nº 9.433, de 8 de

janeiro de 1997, como unidades de análise e gestão. Agrupando princípios e normas para a gestão de recursos hídricos. Com isto, é de grande valor para gestores e pesquisadores a abrangência do conceito de bacia hidrográfica e de suas subdivisões.

Desta forma, vem crescendo a quantidade e qualidade das pesquisas ambientais, possuindo como objeto deste estudo a bacia hidrográfica, avaliando de forma integrada as ações do homem no meio ambiente e seus desdobramentos sobre o equilíbrio ecológico, (BOTELHO e SILVA, 2004).

Apontando, assim, diversos conceitos sobre bacia hidrográfica, seja com Rodriguez, Silva e Leal (2011), que caracterizam de acordo com as seguintes definições: superfície terrestre drenada por um sistema fluvial contínuo e bem definido; as águas vertem a outro sistema fluvial ou a outros corpos hídricos; seus limites estão geralmente determinados pelos divisores d'água principais, segundo o relevo; é um conjunto de terras drenadas por um curso d'água principal; é um espaço físico-funcional.

Outro conceito importante a se destacar é de Espíndola (2000), onde afirma que o uso da bacia hidrográfica como unidade de planejamento nas pesquisas e no gerenciamento dos recursos hídricos originou-se da percepção de que os ambientes aquáticos são preferencialmente abertos, trocando energia e matéria entre si e com os ecossistemas terrestres adjacentes, sofrendo alterações de diferentes tipos em decorrência dos usos e coberturas das terras e das atividades antropogênicas nele desenvolvidas.

Com isso, a bacia hidrográfica deve ser dividida em pequenas partes, para uma melhor análise, contudo não pode ser analisada individualmente, seguindo sempre uma abordagem sistêmica. Neste contexto, Lanna (1995, p. 51) pondera a bacia hidrográfica como um quebra-cabeça combinado de micro e pequenas bacias, dependente das atividades humanas difusas (agricultura) e concentradas (cidades e áreas industriais). Entretanto além da complexidade essencial da interrelação entre as partes e o todo, oferece variabilidade temporal com elementos de imprevisibilidade. É, portanto, um quebra-cabeça que admite formas diferentes e inesperadas ao longo do tempo.

Devido a este aumento nas pesquisas, acabou se tornando mais fácil captar informações sobre os elementos presentes nas bacias hidrográficas, bem como

suas interações e as conseqüentes implicações sobre os recursos hídricos que acabam alterando sua qualidade e quantidade, prejudicando todo seu ecossistema.

Segundo Guerra e Cunha (1998), no Brasil foi apenas a partir da década de 1980 do século passado que se intensificaram os estudos relacionados às bacias hidrográficas, exercendo papel importante no que se refere à evolução do relevo, uma vez que os cursos d'água constituem importantes modeladores da paisagem.

Todos estes estudos devem ter como foco principal a conservação e recuperação das bacias hidrográficas, seja dos ecossistemas terrestres e/ou aquáticos, partindo para a necessidade da elaboração de um planejamento e gestão destes ambientes.

Com isso, Rodriguez, Silva e Leal (2011) destacam que, a partir dessa idéia, a bacia hidrográfica possui como característica principal, do ponto de vista de planejamento e gestão, envolver parte de um conjunto de unidades ambientais homogêneas (paisagens, ecossistemas, etc.) ou de unidades territoriais (municípios, estados, países etc.).

Portanto, a bacia hidrográfica é composta por elementos distintos e que possuem diversas características individuais, todas estas são combinadas por inúmeras modificações, causando, assim, uma dinâmica. Neste contexto, Andreozzi (2005) afirma que estas áreas passam interruptamente por processos de alterações em seu relevo, identificando uma dinâmica fisiográfica contínua.

Portanto, a averiguação das características destes sistemas ambientais e suas correlações auxiliam em futuros planejamentos. Tanto é que Mello (1999, p.48) salienta que:

[...] nos estudos das bacias hidrográficas o solo, a vegetação e a água são elementos imprescindíveis, pois o conhecimento das relações existentes entre si e com os outros, permite que se possa perceber como os mesmo podem interferir na dinâmica de uma bacia hidrográfica e, conseqüentemente, contribuir para intensificar ou reduzir o processo de degradação ambiental.

Esses estudos que buscam analisar todas as características ambientais visando suas interações, tanto nos ecossistemas terrestres como, também, nos aquáticos, vem sendo realizados com maior frequência no Laboratório de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos – LAPGRH, a partir de 2009, quando foram desempenhadas pesquisas na Bacia Hidrográfica do Córrego Bom Jardim, em

Brasilândia/MS, na Bacia Hidrográfica do Córrego das Antas, em Tupi Paulista/SP, na Bacia Hidrográfica do Rio Formoso, em Bonito/MS, na Bacia Hidrográfica do Córrego do Pombo e Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, ambas em Três Lagoas/MS.

Todas as pesquisas buscando integrar os aspectos biofísicos destas unidades naturais às características dos ambientes aquáticos em sua qualidade e/ou quantidade, como o realizado neste presente estudo, que abordou estes fatores, buscando integrar em sua análise o comportamento climático e, principalmente, o de uso e cobertura da terra, elaborando informações para avaliar a evolução de determinada área e sua conseqüente influência sobre os demais elementos presentes no sistema.

2.3. Regime Climático e Comportamento Pluviométrico

O regime climático e as alterações no clima vêm sendo um dos problemas mais complexos existentes atualmente, com implicações diretas sobre as bacias hidrográficas, principalmente alterando as atividades produtivas, sejam elas urbanas ou rurais.

Com isso, é essencial o conhecimento do regime climático e todo o comportamento das precipitações e temperatura, utilizando esses dados para um melhor aproveitamento do ambiente, levando-se em consideração que as atividades humanas vêm adentrando cada vez mais as bacias hidrográficas e, por este motivo, devem ser continuamente avaliadas e monitoradas.

De acordo com Pereira *et. al.* (2002, p. 289) as atividades humanas são estritamente relacionadas às condições climáticas. Desta forma, é necessária a concentração de esforços para entender essas condições e utilizá-las para resolver problemas ambientais, sociais e econômicos.

Para tanto, é importante conceituar, primeiramente, o regime climático. Köppen (1906, apud MONTEIRO, 1991) pondera clima como a condição média da atmosfera, considerando-se que o tempo meteorológico se modifica, contudo o clima permanece constante. A partir desta definição é enfatizado que o clima representa o que é aguardado de acordo com os conhecimentos e registros precedentes,

considerando, assim, a importância de valores médios no estudo do clima, como foi abordado nesta pesquisa.

O entendimento desta dinâmica climática, sobretudo das precipitações, temperatura e outras variáveis relacionadas ao Índice de Anomalia de Chuvas – IAC e balanço hídrico, que foram analisados, propiciam informações fundamentais para o planejamento, em especial na elaboração de prognósticos e de medidas mitigadoras ou mesmo de planos de manejos em unidades de conservação.

Segundo Da Silva (2009), este IAC acaba desenvolvendo um sistema de monitoramento das anomalias positivas (períodos chuvosos) e negativas (períodos secos, obtendo, sempre como base, as prévias climatológicas. Os índices climáticos facilitam no conhecimento do comportamento climatológico de uma região, verificando os impactos que o clima ocasiona na distribuição pluviométrica local.

Segundo Crepani *et. al.* (2001), este tipo de análise se apresenta como um considerável fator nesta pesquisa, pois, de acordo com sua pluviosidade, poderá ocorrer um maior potencial erosivo se a precipitação for concentrada em determinadas estações do ano. Já ocorrendo chuvas periódicas durante todo o ano, ocorrerá um menor potencial erosivo.

Diante da iminente relação das precipitações e o potencial erosivo, Gleick (2003) afirma que as alterações dos regimes pluviométricos afetam diretamente a magnitude dos escoamentos superficiais que, por sua vez, alteram significativamente as condições ambientais dos recursos hídricos. Estas alterações modificam os padrões de vegetação e comportamento da umidade no solo.

Além da vegetação e outros elementos, a distribuição irregular das precipitações desempenha influência no escoamento superficial e subterrâneo de uma bacia hidrográfica, gerando consecutivo excesso ou déficit de água ao nível das raízes que, por sua vez, reflete nas atividades produtivas, sobretudo as rurais.

Já Botelho e Silva (2004) afirmam que:

A água do escoamento superficial aumentará significativamente o volume de água nos rios durante os eventos chuvosos. Além disso, essa água também será responsável por perdas de solo por erosão, A elevada capacidade de transporte da água poderá carregar toneladas de sedimentos para os canais fluviais, diminuindo a fertilidade dos solos, pois erodem os horizontes superficiais mais ricos em nutrientes e matéria orgânica, assoreando e deteriorando a qualidade da água dos rios.

A junção e análise de todas estas características físicas e bióticas de uma bacia hidrográfica alteram diretamente na quantidade de água e os escoamentos superficial e subsuperficial que, desta forma, influenciam nas erosões e na qualidade das águas.

Segundo Bertoni e Lombardo Neto (1990, p. 45), a chuva é um dos fatores de maior importância para a erosão, sendo que sua intensidade, duração e frequência são as propriedades mais importantes para o processo erosivo.

Essa iminente perda de solo devido à precipitação propicia o aumento na quantidade de sedimentos e demais detritos carregados para os recursos hídricos. Isto é explicado por Tucci (2000) como Ciclo Hidrossedimentológico², envolvendo os canais fluviais que, por sua vez, são abastecidos pelo lento escoamento do lençol freático, sendo estes abastecidos por águas pluviais infiltradas no solo ou na rocha, ou diretamente pelo escoamento superficial das águas pluviais.

Nota-se que todos os componentes do ambiente, tais como a declividade e o comprimento da vertente, exercem influência sobre a quantidade de água produzida como despesa fluvial na área e exerce grande influencia sobre a erosão, Entretanto o relevo e a forma agem sobre o regime desta produção de água, assim como a sedimentação.

2.4. Dinâmica Erosiva e Geomorfológica em Bacias Hidrográficas

Os processos de degradação em bacias hidrográficas estabelecem graves dificuldades em escala mundial, com implicações ambientais, sociais e econômicas expressivas, sendo necessárias pesquisas que analisem a fragilidade dos solos aos processos erosivos, permitindo uma melhor gestão das práticas desenvolvidas nas bacias hidrográficas.

O potencial do relevo exerce força sobre as águas fluviais, influenciando na sua velocidade, vazão e capacidade de dissecação, transporte e deposição de sedimentos. Hoje em dia surgem várias preocupações com o meio ambiente devido às inúmeras modificações feitas na natureza.

Neste mesmo contexto Toy e Hadley (1987, *apud* CUNHA, 1997) dizem que a erosão é um acontecimento habitual no desenvolvimento da paisagem, sendo

²Deslocamento, transporte e o depósito de partículas sólidas presentes na superfície da bacia hidrográfica, sendo este intimamente ligado ao ciclo hidrológico.

responsável pela retirada do material de superfície devido à ação da água ou vento, sendo considerada, desta forma, um processo natural. Porém, a rápida erosão dos solos, ou seja, aquela que incide em amplitude superior à erosão “prévia” é préviamente em decorrência das atividades humanas sob determinadas condições de clima, vegetação, solo e relevo (VILELA FILHO, 2002).

Nesse contexto, Guerra e Mendonça (2004, p. 225) ainda afirmam que:

[...] a erosão dos solos tem causas relacionadas à própria natureza, como a quantidade e distribuição das chuvas, a declividade, o comprimento e forma das encostas, as propriedades químicas e físicas do solo, o tipo de cobertura vegetal e, também, a ação do homem, como o uso e manejo da terra que, na maioria das vezes, tende a acelerar os processos erosivos.

Diante desta perspectiva, para avaliar a dinâmica erosiva do relevo, nota-se que existem dois processos distintos, porém, correlacionados. São eles: processos naturais (endógenos e exógenos) e os processos antrópicos (atividades diversas exercidas pelo homem sobre o relevo). Desta forma, Casseti (1995) aponta que:

O relevo, como componente desse estrato geográfico no qual vive o homem, constitui-se em suporte das interações naturais e sociais. Refere-se, ainda, ao produto do antagonismo entre as forças endógenas e exógenas, de grande interesse geográfico, não só como objeto de estudo, mas por ser nele – relevo – que se reflete o jogo das interações naturais e sociais. (CASSETI, 1995, p. 34).

Diante deste conceito, pode-se afirmar que a erosão não possui a mesma facilidade de ocorrer em solos com melhores propriedades (estrutura, permeabilidade, densidade), pois variam em função de suas características, definindo, assim, o grau de erosividade de um determinado local. Esta erosividade é definida por Oliveira (2014) como um processo que reúne além das feições erosivas, o grau de energia erosiva potencial (erosividade que a bacia hidrográfica pode alcançar) e a energia erosiva de transporte de sedimentos em suspensão (erosividade que realmente ocorre no local), levando em consideração relevo, pluviosidade, uso, cobertura e manejo da terra, ou seja, todas as variáveis que interferem dentro do sistema natural.

Com esta pesquisa Bertoni e Lombardi Neto (2005) afirmam que as técnicas de previsão das perdas de solo apresentam segurança e podem ser aproveitadas

em diversas pesquisas, podendo ser aplicadas em pesquisas locais e até em escalas maiores.

No caso da BHCM, foram realizadas diversas pesquisas relacionadas ao relevo, porém, sempre passando a ter como base a delimitação de diversas microbacias, principalmente para seguir de acordo com conceitos de Tricart (1976), afirmando que os fenômenos erosivos incorporados no sistema podem ser analisados separadamente, em diversos subsistemas, de acordo com a escala que vai ser utilizada. Assim, cada microbacia terá características singulares, entretanto, as junções destes subsistemas provocam alterações na bacia hidrográfica com um todo.

Com isso, a presente pesquisa passou por diversas análises do relevo, como a Energia Potencial Erosiva do Relevo, que é um elemento físico constituinte desse sistema, sendo formado por um conjunto de estruturas interligadas e relacionadas ao relevo, abrangendo suas características como: Declividade, Dissecação Horizontal e Dissecação Vertical, significando, basicamente, o grau de erosão que uma bacia hidrográfica pode causar, de acordo apenas com seu relevo, não levando em consideração os demais aspectos como, pluviosidade, uso, cobertura e manejo da terra, entre outros.

Neste sentido, Bertoni e Lombardi Neto (2008, p. 56) demonstram a interação destas características por meio do comprimento da rampa e declividade, pois na medida em que o caminho percorrido aumenta, a velocidade das águas aumenta progressivamente conforme sua declividade, assim como seu volume, que vai se avolumando causando uma maior capacidade às erosões.

A análise sobre a declividade é uma importante técnica de apoio na detecção de áreas críticas às erosões, bem como no planejamento e manejo de lavouras, sejam elas permanentes ou temporárias, podendo ser definida como a inclinação do terreno e pode auxiliar em futuros planejamentos e gestão ambiental, pois os dados obtidos por meio deste mapeamento possibilitam a avaliação das ocorrências dos processos de remoção das formações superficiais dos solos.

Neste contexto, Valeriano (2008) enfatiza a importância da declividade, pois se oferece como primordial na aplicação e interpretação geomorfológica, além das questões de planejamento em função de sua estreita relação com processos de transporte gravitacional.

Segundo Oliveira *et. al.* (2007), a declividade atua sobre a quantidade de carreamento de solos por erosão devido, principalmente, ao seu gradiente de inclinação, pois quanto maior o seu gradiente, maior vai ser a intensidade de escoamento das águas sob efeito da gravidade, reduzindo, assim, o tempo disponível para que ocorra a infiltração no solo.

Interagindo com a declividade, outro fator importante para chegar à Energia Potencial Erosiva do Relevo é a Dissecação Horizontal e Vertical. A primeira basicamente é definida por Spiridonov (1981) como a distância do limite da microbacia até a calha do curso d'água, assegurando que quanto maior essa distância, menor será o potencial erosivo, pois o relevo tende a ser mais aplainado.

Este mesmo autor conceitua a Dissecação Vertical de outra maneira, sendo necessário apontar a menor distância a partir da intersecção do curso fluvial com a curva de nível até o limite da microbacia, afirmando que quanto maior a altitude da curva de nível, maior será o potencial erosivo, pois seu poder gravitacional será mais elevado.

Nesta pesquisa, estas análises foram realizadas para que sejam integradas com a Energia Erosiva do Transporte de Sedimentos em Suspensão, que basicamente possui algumas variáveis, as quais são citadas por autores como Khnighon (1998) e Christofolletti (1976; 1981).

Esta carga é a energia que a bacia hidrográfica realmente carrega de sedimentos, abrangendo a geometria do canal, que é tridimensional de acordo com Khnighon (1998), envolvendo largura, profundidade e declividade. Todas estas variáveis acabam condicionando a carga e descarga sedimentar.

De acordo com Knighton (1984), por meio da ampliação na descarga ao longo dos mananciais hídricos, a área de drenagem, bem como a largura e a profundidade média do canal fluvial, préviamente se modificam. As alterações nos mananciais podem ser expostas por diversas relações empíricas.

Christofolletti (1976) afirma que a largura do canal é variada, sobretudo em função da descarga, enquanto que o formato do canal é resposta que reflete adaptação aos débitos, fluindo na seção transversal.

Segundo Christofolletti (1981), a variabilidade da magnitude e da frequência da água na seção transversal e na direção longitudinal é a importante relação que possui a erosão com o transporte da carga sedimentar e com as características da

geometria do canal, além do significado que assume para o planejamento da utilização dos recursos hídricos.

Todas estas variáveis estão correlacionadas com a estruturação do manancial hídrico. Na medida em que os afluentes vão se confluindo com o curso principal, observa-se um relativo aumento na área da bacia hidrográfica, do débito e comprimento do canal, sendo que esse canal vai se alterando ao longo do espaço e do tempo e se ajustando às condições de entorno.

Portanto, com a junção destas análises, foi elaborada a Erosividade da BHCM, que é um documento morfométrico capaz de apontar as vertentes mais íngremes, as que possuem maior potencial erosivo e os locais que realmente carregam maior quantidade de sedimentos, trazendo informações importantes não só aos pesquisadores, mas também aos proprietários que acabam sofrendo com as limitações de uso de suas terras.

Com isso, compete ao pesquisador escolher a combinação que foi efetuada para a obtenção do mapa de Erosividade, contudo deve existir uma aplicabilidade, sendo que outros pesquisadores possam usufruir destes métodos e informações, (TROPMAIR, 1970 apud CARRIJO, 2003).

O mapa que retrata o relevo é de extrema importância na análise em bacias hidrográficas, pois todo documento que possui dados altimétricos mostra ao leitor uma noção das declividades e formas das vertentes e, segundo Troppmair (1970 apud CARRIJO, 2003), estes documentos são elaborados desde o começo do século XX, auxiliando em planejamentos de bacias hidrográficas.

Para a utilização deste tipo de documento tornam-se necessárias modificações de acordo com a escala utilizada e as características de determinado local, principalmente as classes de erosividade e cobertura do terreno que se acabam alterando devido a estas variáveis mencionadas, (TROPMAIR, 1970 apud CARRIJO, 2003).

Neste contexto, o aumento e diminuição do escoamento superficial e a dinâmica erosiva do relevo estão ligados diretamente com o tipo de cobertura vegetal. Portanto o uso, a cobertura e o manejo da terra exercem influência direta sobre a perda de solos, estabilizando os processos erosivos. Assim, seu controle se torna imprescindível no monitoramento da qualidade e quantidade das águas superficiais, sendo que todos estes fatores são dependentes do regime climático.

2.5. Uso, Cobertura e Manejo da Terra

As pesquisas em bacias hidrográficas são extremamente complexas, pois dentro de seus limites existem inúmeros elementos que se interagem. Entretanto um destes elementos possui fundamental importância na análise de ambientes naturais, que são os tipos de uso, cobertura e manejo da terra, sendo que a grande maioria destes usos são feitos de forma antrópica e sem um manejo adequado, causando consideráveis danos à natureza.

É necessário destacar que, segundo Tucci e Clarke (1997), para minimizar qualquer tipo de impacto ambiental, a cobertura vegetal possui um papel prático na absorção dos excessos hídricos, sejam eles de origem superficial ou por meio das precipitações.

Almeida (1997) define uso da terra como sendo as diferentes formas de intervenção do homem no meio, com o objetivo de obter dele o atendimento de suas necessidades, sejam agrícolas, industriais, urbanas, etc, por meio de técnicas e costumes. Com o crescimento e aumento de produções para atender as necessidades humanas, novas formas de plantio, criação e produção industrial foram estabelecidas, ocasionando o aumento crescente de poluentes, modificando a paisagem e a fragmentação de ecossistemas. Por isso são necessárias algumas ações visando um melhor aproveitamento e conservação dos recursos naturais.

De acordo com Déstro e Campos (2006) a captação de dados sobre o uso e cobertura da terra é uma etapa vital (uma das primeiras a ser realizada) na prática de qualquer ação de planejamento e gestão ambiental. Para isso, utilizam-se principalmente as geotecnologias, devido à redução de custos e ao ganho de tempo.

Os diversos usos, ocupações e manejos da terra influenciam diretamente na dinâmica de uma bacia hidrográfica, apresentando variáveis que alteram os demais elementos presentes neste sistema, sobretudo nas águas superficiais. Atualmente o reflorestamento ou plantio comercial de espécies arbóreas (principal forma de uso e cobertura da BHCM) vem sendo utilizado como a atividade agrícola que mais se recomenda para a conservação do solo, a proteção dos mananciais e a recuperação de áreas degradadas.

Porém, como enfatizam Bueno *et. al.* (2005) a silvicultura (eucalipto e seringueira) caracteriza-se como forma de uso da terra capaz de introduzir distúrbios

ao ecossistema; contudo, no curso de seu desenvolvimento, podem promover a formação de novas estruturas e o restabelecimento das funções dos ecossistemas.

Precisamente, por este motivo, é que se consideram a silvicultura e os cultivos perenes como os mais indicados sistemas de uso da terra para regimes de clima tropical, onde são mais graves os riscos de degradação do solo pela erosão e lixiviação (VITAL, 2007).

De acordo com Leite *et. al.* (1997), em trabalhos a respeito de regime hídrico do solo com diferentes coberturas vegetais (eucalipto, mata nativa e pastagem), foi constatado que o eucalipto não interferiu de modo negativo no regime hídrico do solo, quando comparado aos outros tipos de vegetação.

Para o Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais - IPEF (2003) além de proteger mais o solo o eucalipto possui alta eficiência na infiltração e no consumo da água, enquanto que o cerrado necessita 2.500 litros/Kg, o eucalipto precisa de apenas 350 l/kg, conforme **Tabela 1**.

Tabela 1: Consumo de água por diferentes culturas.

Cultura	Eficiência no Uso da Água (L/kg)	Consumo de Água (mm/ano)
Cana de açúcar	500	100 a 2.000
Café	--	800 a 1.200
Citrus	--	600 a 1.200
Milho	1.000	400 a 800
Feijão	--	300 a 600
Batata	2.000	--
Eucalipto	350	800 a 1.200
Cerrado	2.500	--

Fonte: IPEF (2003).

Portanto, ao mesmo tempo em que o eucalipto consome relativamente muita água, cerca de 800 a 1.200mm/ano, sua eficiência é baixa, ou seja, necessita de menos água a cada quilograma de eucalipto, chegando à “apenas” 350 l/kg, demonstrando um contraste que favorece sua plantação em determinadas regiões, principalmente, se os locais plantados tiverem um manejo adequado da terra, para que não acarrete no carreamento de sedimentos em épocas chuvosas.

Poore e Fries (1985) afirmam que, quanto mais rápido o crescimento de uma árvore, maior seu consumo de água. Com isso, é notório que uma alteração na evolução natural da silvicultura, fazendo com que cresça mais rápido, visando

maiores lucros em menos tempo, não é recomendável. Davidson (1993) ainda correlaciona esse crescimento com a quantidade de precipitação, apontando que, somente em áreas de precipitação pluviométrica inferior a 400 mm/ano o eucalipto pode acarretar ressecamento do solo ao utilizar as reservas de água nele contidas podendo, nesse caso, prejudicar também o crescimento de outras espécies.

Todos os processos que ocorrem em um sistema aberto, como uma bacia hidrográfica, acabam influenciando na quantidade e, principalmente, na qualidade das águas superficiais, pois a água é considerada um agente de interação entre os subsistemas (OLIVEIRA, 2014). Sendo assim, é de extrema importância um manejo, visando tornar compatível a produção com a preservação ambiental, adequando as atividades antrópicas com as características biofísicas dos sistemas naturais.

Um dos elementos essenciais dentro do sistema é o manejo de bacias hidrográficas, que corresponde ao processo que admite estabelecer um conjunto associado de ações sobre os ecossistemas, a estruturação econômica, social e institucional de uma bacia hidrográfica, promovendo a preservação e um uso sustentável dos recursos naturais.

De acordo com Brooks *et. al.* (1991), manejo de bacias hidrográficas é definido como o procedimento de estabelecer e guiar o uso e cobertura da terra e dos outros recursos naturais de uma bacia hidrográfica, visando à produção de bens e serviços, sem deixar de lado a conservação das unidades naturais.

Dessa forma, o manejo pode ser definido como uma forma de planejamento dos recursos naturais renováveis, obtendo como prioridade a satisfação das necessidades, juntamente com a preservação do meio ambiente e/ou sua permanência em equilíbrio. Consistindo, assim, em um conjunto de técnicas, desde a criação de projetos até a capacitação dos profissionais, aproveitando da melhor maneira e conservando os recursos naturais.

Com isso, Faustino (2005) afirma que, para alcance e sucesso do manejo é necessário desenvolver a capacitação e gestão de todos os graus hierárquicos que se relacionam com a bacia. Portanto a eficiência da ação deste manejo ocorre por meio do levantamento de informações sobre o uso das terras e das características hidrológicas e geomorfológicas da bacia.

Elevando as discussões sobre o termo manejo, apontando que esse conceito ocorre, de fato, quando a área não apenas está sendo manejada, mas quando

ocorre uma busca pela conservação deste ambiente, visando à proteção da respectiva bacia hidrográfica.

Na BHCM, os manejos dos ambientes naturais foram subdivididos de acordo com a forma do uso e cobertura da terra encontradas nestas áreas:

Manejo de Pastagem Cultivada e Animal (MPCA): Esta classe consiste em um sistema onde o gado é rotacionado, ou seja, o rebanho é constantemente movido entre piquetes em datas pré-estabelecidas, de forma a racionalizar o uso da pastagem, conservando assim a biomassa de pastagem, (OLIVEIRA, 2014).

Manejo de Eucalipto Comercial (MEC): Na extração de madeira de reflorestamento (Silvicultura) é feito uma rotatividade produtiva, em que as árvores adultas são cortadas, enquanto as mais jovens crescem para poderem ser cortadas futuramente e novas mudas são plantadas, em um ciclo contínuo de extração e preservação. As principais técnicas de manejo nos cultivos florestais são: construção de aceiros, aplicação de herbicidas, manejo silvo pastoril, queima controlada, poda, compactação, fragmentação e diversificação de vegetação. (SOARES e BATISTA, 2009).

Manejo de Solo Exposto para Eucalipto Comercial (MSEEC): Segundo Oliveira (2014), para o manejo em solos sem cobertura vegetal é de extrema importância que se tenha conhecimento do ciclo hidrológico, bem como, o comportamento das precipitações, pois por meio destes é possível identificar a melhor época a se plantar e se colher para que os solos não fiquem desprotegidos em meses mais chuvosos.

Manejo de Hevea Brasiliensis (MHB): O manejo do plantio inclui a desbrota de ramos ladrões e poda das ramificações laterais da haste do enxerto até a altura desejada de formação de copa e durante sua formação. Todas as plantas daninhas devem ser controladas com herbicidas (IAPAR, 2004).

Juntamente com esse manejo Lepsch *et. al.* (1991) determina outro tipo de análise destes ambientes, que é denominado “uso das terras”. Portanto a adaptação das terras diz respeito à sua capacidade de uso, conceito ligado às possibilidades e limitações destas áreas, adaptando-as para diversos fins, desde que não ocorra um desgaste deste solo.

Nesta mesma ideia, Ramalho Filho e Beek (1995) buscam uma interação entre a aptidão agrícola das áreas (facilidades na ocupação rural) com determinados tipos de manejo, verificando, assim, qual manejo e uso das terras que será mais bem adaptado em determinados graus de declive.

Portanto, grande parte das deteriorações em bacias hidrográficas são provenientes, especialmente, do uso, cobertura e manejo da terra de forma não sustentável, que somados às precipitações e morfologia do relevo, dinâmica erosiva e geomorfológica da bacia, acabam provocando alterações nocivas ao homem, bem como, aos demais elementos que compõem esse sistema. Dentre esses impactos indesejáveis se despontam os gerados sobre os recursos hídricos, sendo que o monitoramento da qualidade e quantidade das águas vem sendo cada vez mais utilizado e aplicado à gestão de uma bacia hidrográfica, principalmente visando analisar as condições ambientais de mananciais hídricos.

Deixando claro que a quantidade e qualidade das suas águas superficiais é um ótimo indicador de sustentabilidade de uma bacia hidrográfica, avaliando, assim, as condições ambientais destes sistemas fluviais.

2.6. Condições Ambientais do Sistema Fluvial: Qualidade e Quantidade das Águas Superficiais

A qualidade física e química da água é uma representação da junção de diversos processos que incidem ao longo dos sistemas aquáticos, sendo que a qualidade das águas não é traduzida somente por estas características, mas pela qualidade de todo o funcionamento do ecossistema aquático.

A Lei das Águas nº 9.433/97³, representou uma melhoria no que diz respeito à gestão integrada dos usos múltiplos das águas, garantindo seu desenvolvimento sustentável, fazendo com que o uso, cobertura e manejo da terra antrópico busquem um equilíbrio, não afetando de forma significativa o ambiente natural.

No Artigo 1º da Lei nº 9.433/97, define as águas como um bem de domínio público, porém limitado e dotado de valor econômico, que em qualquer sinal de escassez, o uso prioritário é o consumo humano e a dessedentação de animais. Portanto, sua gestão deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas,

³Lei criada em 8 de Janeiro de 1997, com finalidade de melhorar o gerenciamento e gestão das águas no Brasil, desde seu enquadramento, outorga e criação dos Planos de Recursos Hídricos.

implementando a bacia hidrográfica como unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, devendo ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

Portanto, a Lei nº 9.433/97, possui como objetivos principais, em seu Artigo 2º, assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos, para isso, é necessário o constante enquadramento dos corpos d'água, apontando assim, que uma das melhores formas para se controlar e analisar determinado sistema fluvial é por meio do monitoramento constante da qualidade e quantidade das águas, pois podem diagnosticar as principais alterações negativas sobre o meio ambiente e a relação destes com as atividades antrópicas.

De acordo com Rebouças (2002) água é um elemento químico natural, sendo que é considerada como bem econômico passível de utilização para esse fim. Contudo, é necessário ressaltar que toda água não é necessariamente um recurso, na medida em que seu uso nem sempre tem viabilidade econômica.

A qualidade das águas superficiais é dependente por muitos elementos naturais (clima, rochas, solos, vegetação) e, principalmente antrópicos (atividades industriais, agrícolas, urbanas), com preocupantes implicações sobre a composição química, física e biológica das águas.

Entretanto, quando se trata de bacias hidrográficas, qualquer forma de uso da terra, interfere no ciclo hidrológico e na qualidade de suas águas, sendo utilizado como um indicador ambiental de todo o sistema. Atualmente, esses sistemas fluviais, de acordo com Tundisi (2006), estão sujeitos aos mais variáveis impactos originados das atividades antrópicas, tais como, a construção de reservatórios para os mais devidos fins, atividades de recreação, turismo, navegação, irrigação, agronegócio, pesca, aquicultura e despejo de efluentes.

Para avaliar as condições ambientais em um sistema fluvial são utilizados, além da mensuração da vazão os indicadores químicos e físicos da água.

[...] o uso de índices de qualidade de água é uma tentativa que todo programa de monitoramento de águas superficiais prevê como forma de acompanhar, através de informações resumidas, a possível deterioração dos recursos hídricos ao longo da bacia hidrográfica ou ao longo do tempo (TOLEDO e NICOLELLA, 2002. p. 182).

Portanto, para essa análise, são necessários alguns parâmetros que serão analisados e posteriormente comparados com as outras análises feitas nesta pesquisa, para tanto, será monitorado os parâmetros químicos e físicos das águas superficiais.

Os benefícios de equipamentos mais atualizados e modernos possibilitam a mensuração em campo e estão sendo amplamente utilizados para monitoramentos de qualidade de água, utilizando-se do oxigênio dissolvido – OD, como parâmetro principal e complementares como potencial hidrogeniônico – pH, condutividade elétrica – CE, temperatura do ar e da água, turbidez, potencial redox, sólidos totais dissolvidos e salinidade.

Segundo Tchobanoglous e Schroeder (1985) o OD é amplamente utilizado como principal parâmetro da qualidade de água e serve para determinar o impacto de poluentes sobre corpos d'água, pois é um dos mais importantes fatores no desenvolvimento de qualquer planejamento na gestão de recursos hídricos.

Sendo assim ao analisar a relação dos parâmetros da qualidade das águas, bem como de todas as variáveis presentes no ambiente, temos que considerar que cada uma delas tem um peso que influência no resultado das fragilidades e vulnerabilidades do ambiente natural, podendo potencializar as alterações ambientais.

Diante do levantamento de informações, torna-se possível analisar a vulnerabilidade aos processos erosivos em determinados locais de uma bacia hidrográfica, sendo que, avaliando estas vulnerabilidades, é possível relacionar os fatores (uso, cobertura e manejo da terra, clima, dinâmica erosiva, geologia, solos, declividade) com a quantidade e qualidade das águas superficiais, utilizando mensurações de vazão e indicadores físicos, químicos e biológicos das águas, buscando assim, analisar o ambiente, levando em conta os elementos que compõe este sistema

2.7. Vulnerabilidade Ambiental em Bacias Hidrográficas

Nas pesquisas em bacias hidrográficas, o mapeamento da vulnerabilidade do ambiente é uma imprescindível ferramenta que auxilia no melhor aproveitamento e zoneamento deste ambiente, pois acaba indicando quais as áreas mais frágeis, não

só aos processos naturais, mas também às ações antrópicas, permitindo apontar as potencialidades dos ambientes de maneira sistêmica e indicando as restrições de utilização nestas bacias.

Com essas informações, é notório que as pesquisas que visam analisar a vulnerabilidade ambiental propõem melhores definições das diretrizes e ações a serem implantadas no espaço físico-territorial, servindo de base para o zoneamento ambiental e fornecendo subsídios à gestão do território (SPÖRL e ROSS, 2004).

Estes tipos de estudo identificam qual o nível de equilíbrio que está estabelecido os sistemas ambientais, confrontando os subsistemas naturais e antrópicos, possibilitando identificar suas influências sobre o clima, os processos erosivos e a vegetação.

Segundo Spörl (2007), as condições de estabilidade/equilíbrio do sistema podem ser rompidas devido às alterações realizadas em qualquer um dos componentes da natureza, gerando instabilidade. Qualquer intervenção realizada, não respeitando as vulnerabilidades do sistema, pode acarretar alterações na sensibilidade da paisagem em função do rompimento de seus limites, resultando então na fragilização deste sistema.

Ross (1994) afirma que fragilidade e vulnerabilidade ambiental é a fragilidade que um ambiente está submetido, quando são associados aos graus de proteção que os diferentes tipos de uso, cobertura e manejo da terra exercem. Estes, por sua vez, permanecem em equilíbrio dinâmico até o começo das alterações antrópicas.

Portanto, com a entrada deste conceito nas pesquisas em bacias hidrográficas brasileiras, pode-se dizer que a vulnerabilidade ambiental é utilizada para avaliar a menor ou maior suscetibilidade que um ambiente está submetido, mediante as unidades que compõe este ambiente, como geologia, pedologia, clima, relevo, uso, cobertura e manejo da terra, dinâmica erosiva, qualidade e quantidade das águas superficiais. Enfim, todas as unidades que alteram de alguma forma a vulnerabilidade do ambiente perante os processos erosivos.

Kawakubo *et. al.* (2005) apóia a proposta empírica desenvolvida e aplicada por Ross (1994), pois afirma que este conceito fundamenta-se no princípio de que os ecossistemas sejam eles, terrestres ou aquáticos, apresentam correlações intrínsecas entre seus elementos e usam dados de relevo, geologia, solos, uso da

terra, cobertura vegetal, entre outros, possibilitando a análise das fragilidades e potencialidades ambientais.

O autor Tamanini (2008) define este conceito como a fragilidade de um ambiente em sofrer qualquer tipo de dano causado, tanto de maneira natural quanto antrópica, causando um desequilíbrio nos ecossistemas, que alteram principalmente os mananciais hídricos.

Toda a ação que altere o estado natural (equilíbrio) do ambiente resulta em efeitos adversos, gerando uma instabilidade. Portanto, o conceito de vulnerabilidade aponta que o objetivo essencial deste estudo é indicar as potencialidades e limitações da área de estudo, ou seja, contribuir para o entendimento da realidade espacial e possíveis intervenções na mesma (SANTOS *et al.*, 2006).

Portanto, o estudo sobre vulnerabilidade ambiental é essencial para subsidiar o ordenamento de determinado território, sendo necessário compreender toda a dinâmica que envolve o sistema, assim como o peso que cada variável exerce sobre o sistema, buscando uma melhor conservação do ambiente, podendo, ainda, apontar propostas aos planejamentos urbanos e rurais, levantando informações sobre os recursos disponíveis, buscando um manejo sustentável dos ecossistemas.

Ross (1994) salienta que o mapa de vulnerabilidade ambiental auxilia o diagnóstico que pode perfeitamente nortear as intervenções antrópicas futuras e corrigir as presentes. Para Lima *et. al.* (2000), a vulnerabilidade de um geossistema é avaliada analisando-se características dos meios físicos (solo, rocha, relevo, clima e recursos hídricos), biótico (tipo de vegetação e fauna) e antrópico (uso, cobertura e manejo da terra), que tornam o relevo mais ou menos instável ou sujeito a processos erosivos.

Já Crepani *et. al.* (2001) afirma que:

Para se analisar uma unidade de paisagem natural é necessário conhecer sua gênese, constituição física, forma e estágio de evolução, bem como o tipo da cobertura vegetal que sobre ela se desenvolve. Estas informações são fornecidas pela Geologia, Geomorfologia, Pedologia e Fitogeografia e precisam ser integradas para que se tenha um retrato fiel do comportamento de cada unidade frente à sua ocupação. Finalmente, é necessário o auxílio da Climatologia para que se conheçam algumas características climáticas da região onde se localiza a unidade de paisagem, a fim de que se antevêja o seu comportamento frente às alterações impostas pela ocupação.

Portanto, a metodologia de Crepani *et. al.* (2001), também utilizada na presente pesquisa, busca informações a respeito da geologia, geomorfologia, pedologia, fitogeografia (cobertura vegetal) e climatologia. Dessa forma, o autor afirma que:

A contribuição da **Geologia** para a análise e definição da categoria morfodinâmica da unidade de paisagem natural compreende as informações relativas à história da evolução geológica do ambiente onde a unidade se encontra, e as informações relativas ao grau de coesão das rochas que a compõem. [...]

Na metodologia proposta a **Geomorfologia** oferece, para a caracterização da estabilidade das unidades de paisagem natural, as informações relativas à Morfometria, que influenciam de maneira marcante os processos ecodinâmicos. As informações morfométricas utilizadas são: a amplitude de relevo, a declividade e o grau de dissecação da unidade de paisagem. Essas informações, relacionadas a forma de relevo da unidade de paisagem natural, permitem que se quantifique empiricamente a energia potencial disponível para o escoamento superficial, isto é, a transformação de energia potencial em energia cinética responsável pelo transporte de materiais que esculpe as formas de relevo. [...]

A **Pedologia** participa da caracterização morfodinâmica das unidades de paisagem natural fornecendo o indicador básico da posição ocupada pela unidade dentro da escala gradativa da Ecodinâmica: a maturidade dos solos. [...]

As informações vindas da **Fitogeografia** se revestem da maior importância, pois a cobertura vegetal representa a defesa da unidade de paisagem contra os efeitos dos processos modificadores das formas de relevo (erosão). [...]

Em última análise, compete à cobertura vegetal um papel importante no trabalho de retardar o ingresso das águas provenientes das precipitações pluviais nas correntes de drenagem, pelo aumento da capacidade de infiltração, [...] o conseqüente aumento na capacidade de erosão pela transformação de energia potencial em energia cinética. A participação da cobertura vegetal na caracterização morfodinâmica das unidades de paisagem natural está, portanto, diretamente ligada à sua capacidade de proteção. [...]

As informações **climatológicas** necessárias à caracterização morfodinâmica das unidades de paisagem natural representam o contraponto ao papel de defesa desempenhado pela cobertura vegetal. Estas informações, relativas à pluviosidade anual e à duração do período chuvoso, que definem a intensidade pluviométrica, permitem a quantificação empírica do grau de risco a que está submetida uma unidade de paisagem, pois situações de intensidade pluviométrica elevada, [...] portanto é maior a capacidade de erosão.

Portanto, o levantamento dos elementos presentes no ambiente, assim como o grau de influência que cada variável exerce sobre o meio, acaba elevando a qualidade do produto final que, por sua vez, pode ser considerado um produto

analítico-sintético que retrata a real situação da área de estudo, podendo, assim, auxiliar em um ordenamento sustentável em bacias hidrográficas.

Devido ao aumento considerável do grau de degradação ambiental, atualmente houve uma necessidade no desenvolvimento e emprego desses métodos utilizados em pesquisas ambientais. Dentre alguns métodos destaca-se as geotecnologias, que acabam permitindo uma análise de toda a cobertura das unidades nas bacias hidrográficas, agrupando metodologias de coleta e tratamento de dados georreferenciados para, possivelmente, elaborar ações de prevenção contra eventuais alterações gerados não só de forma antrópica, como também de maneira natural.

2.8. Geoprocessamento, Sistemas de Informação Geográfica e Sensoriamento Remoto

Em todas as pesquisas ambientais faz-se necessário conhecer a maioria dos condicionantes que atuam sobre o ambiente, sejam eles sociais, econômicos e/ou biogeográficos, levantando uma série de informações e utilizando-se de ferramentas que permitam a coleta e tratamento destes dados, sendo fundamental para uma futura tomada de decisão.

Com o aumento da tecnologia e a facilidade na utilização de ferramentas, tornou-se simples levantar um conjunto de dados referentes às bacias hidrográficas, sempre buscando uma conservação e melhor aproveitamento deste ambiente natural.

Neste sentido, Christofolletti (1999, p. 25) salienta 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 menor nas informações sobre os processos físicos.

A inclusão destas ferramentas na interpretação de fotografias aéreas e imagens de satélite auxiliam na identificação do uso da terra, propiciando um avanço tecnológico. Outro autor que define de maneira interessante essas melhoras

tecnológicas e suas influências nas pesquisas ambientais é Barreto Neto (2004, p. 02), que ressalta:

As simulações de processos ambientais com modelos computacionais dinâmicos estão expandindo rapidamente nas comunidades científicas, principalmente em campos da ecologia, hidrologia, degradação dos solos, climatologia, geomorfologia, mudanças no uso da terra e expansão urbana. Modelos dinâmicos ajudam em uma melhor representação e entendimento das características dos fenômenos ambientais e permitem a realização de diagnósticos e prognósticos de impacto ao meio ambiente.

O emprego destas geotecnologias tem ajudado no conhecimento da evolução dos sistemas, buscando auxiliar em futuras ações de correção e prevenção de eventuais alterações no ambiente.

Neste contexto, o geoprocessamento vem sendo mais usual, pois, segundo Piroli (2010), possuem como principais características agregar uma série de conhecimentos específicos que, unidos, permitem ao profissional desenvolver atividades em diversas áreas do conhecimento.

Ainda, segundo Piroli (2010), o geoprocessamento pode ser definido como:

[...] um ramo da ciência que estuda o processamento de informações georreferenciadas utilizando aplicativos (préviamente SIGs), equipamentos (computadores e periféricos), dados de diversas fontes e profissionais especializados. Este conjunto deve permitir a manipulação, avaliação e geração de produtos (geralmente cartográficos), relacionados principalmente à localização de informações sobre a superfície da terra.

Por meio do conjunto de técnicas, o geoprocessamento pode ser dividido, de acordo com Piroli (2010), em diversos componentes como: a informática, os sistemas de informação geográfica (SIGs), o sensoriamento remoto, o sistema de posicionamento global (GPS), a cartografia digital, a topografia e levantamentos de campo, o processamento digital de imagens e o profissional capacitado. Dentre estes componentes, destaca-se o sistema de informação geográfica e o sensoriamento remoto.

Os SIGs tem como principal objetivo servir de base para todas as áreas relacionadas à cartografia, integrando dados e informações que possibilitem representar diversos aspectos de um determinado local, para, assim, poder

relacionar e adicionar dados e fontes distintas, gerando relatórios e gráficos (ROSA e BRITO, 1996).

Com estas funções, os SIGs são, principalmente, aplicados às pesquisas ambientais, elaborando, assim, um tratamento computacional de dados geográficos por meio de sua localização espacial. Câmara e Davis (2001), numa visão abrangente, indicam que o SIG possui alguns componentes como: conexão com usuário, entrada e integração de dados, consulta e análises espaciais, armazenamento e recuperação de informações.

Outro importante componente do geoprocessamento, aliado às pesquisas ambientais, é o sensoriamento remoto que, por sua vez, se apresenta como uma técnica imprescindível na manutenção de informações atualizadas sobre os elementos que compõe um sistema natural, sendo que as imagens de satélite constituem fontes fundamentais para a obtenção destes dados, tanto das unidades naturais do sistema como das diversas atividades antrópicas existentes no meio.

Rosa (2003) afirma que a forma de obter dados de determinada área, sem que haja contato físico com o mesmo, pode ser efetuada com auxílio de fotografias aéreas ou terrestres até imagens de satélite, destacando a importância do sensoriamento remoto para o geoprocessamento.

O Sensoriamento Remoto, de acordo com Mirandola Avelino (2006), não pode ser compreendido como uma ciência, mas como:

[...] uma tecnologia que depende de várias ciências e tem seus avanços diretamente ligados aos avanços destas. Seu principal objetivo é expandir a percepção sensorial do ser humano, seja através da visão sinóptica (panorâmica) proporcional pela aquisição aérea ou espacial da informação, seja pela possibilidade de se obter informações em regiões do espectro eletro magnéticas inacessíveis à visão humana.

Na **Figura 3** são representados os elementos utilizados, desde de quando se adquire até a análise destas informações. Todas em um Sistema de Aquisição de Informações por Sensoriamento Remoto.

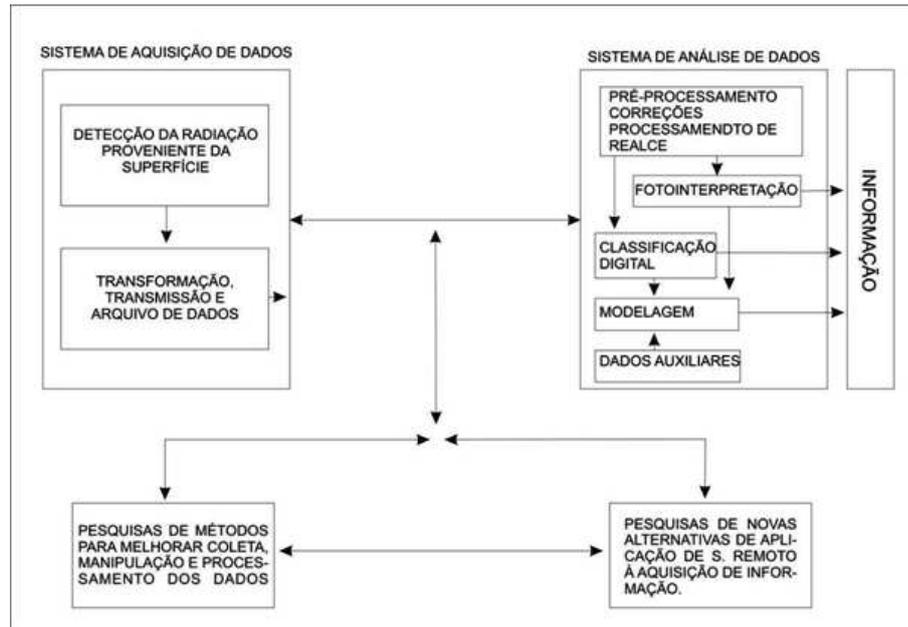


Figura 3: Elementos do sistema de aquisição de informações por sensoriamento remoto.

Fonte: Novo, 1989.

Neste sentido, tornou-se cada vez mais fácil captar e levantar um conjunto de dados referentes aos sistemas ambientais, graças aos avanços tecnológicos atuais, que buscam uma análise de todo o ambiente visando à conservação dos recursos naturais. Com o sistema computacional SIG (Sistema de Informação Geográfica) e o Sensoriamento Remoto é permitido alcançar o objetivo proposto de acordo com as imagens de satélites, mostrando o ambiente e sua transformação, bem como as alterações causadas por fenômenos naturais e antrópicos.

As imagens de satélite utilizadas nesta pesquisa são do satélite *Land Remote Sensing Satellite* - Landsat que, segundo informações do Serviço Geológico dos Estados Unidos – USGS, é um programa desenvolvido pela *National Aeronautics and Space Administration* - NASA, possuindo oito satélites, sendo que o último destes é o que será utilizado nesta pesquisa. Este programa foi desenvolvido no final da década de 60 com a principal finalidade de coletar dados sobre os recursos naturais renováveis e não renováveis da superfície terrestre.

O Landsat 8, segundo a USGS, apresenta órbita praticamente polar, a uma altitude de aproximadamente 705 km, existindo dois sensores, o *Operacional Land Imager* - OLI e o *Thermal Infrared Sensor* - TIRS, possuindo uma faixa de imageamento de 170 km norte/sul por 185 km leste/oeste, apresentando uma resolução temporal de aproximadamente 16 dias e resolução espacial de 30m para

as bandas do visível, 15m para banda pancromática e 100m para as bandas termais (TIRS).

Outra importante variável utilizada é dada pela *Missão Topográfica Radar Shuttle* – SRTM que, segundo informações da USGS, é uma missão espacial realizada em Fevereiro de 2000 para obter um Modelo Digital do Terreno – MDT, por meio de dados de altimetria estereoscópica, gerando uma base completa de mapas topográficos digitais de alta resolução, contribuindo para o estudo do relevo do Brasil. Apresentando como resolução espacial, 1 arco de segundo para os Estados Unidos e 3 arcos de segundo para o resto do mundo.

Assim, as imagens de satélite são aproveitadas na maioria das funções para análise dos processos de comportamento climático e, principalmente, de uso e cobertura da terra, elaborando informações para avaliar a evolução de determinada área e sua conseqüente influência sobre os demais elementos presentes no sistema.

CAPÍTULO 3

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para a operacionalização da pesquisa proposta, fez-se necessário o desenvolvimento de alguns procedimentos descritos e relacionados, conforme fluxograma apresentado no **Quadro 1**.

Quadro 1: Metodologias para a elaboração das variáveis ambientais e seus respectivos pesos de vulnerabilidade da BHCM, Três Lagoas/MS, em 2014.

	Variáveis Ambientais		Metodologia	Critérios para a Elaboração dos Pesos	Objetivo Geral	
<p>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA METODOLÓGICA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Abordagem Sistêmica • Bacia Hidrográfica como Unidade de Estudo • Regime Climático e Comportamento Pluviométrico • Dinâmica Erosiva e Geomorfológica em Bacias Hidrográficas <ul style="list-style-type: none"> • Uso, Cobertura e Manejo da Terra • Condições Ambientais do Sistema Fluvial: Qualidade e Quantidade das Águas Superficiais <ul style="list-style-type: none"> • Vulnerabilidade Ambiental em Bacias Hidrográficas • Geoprocessamento, Sistemas de Informação Geográfica e Sensoriamento Remoto 	Geologia		• Ross (1994);	<ul style="list-style-type: none"> • Tempo geológico; • Fragilidade; 	<p>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS PARA ANÁLISE DA VULNERABILIDADE AMBIENTAL EM BACIAS HIDROGRÁFICAS COM UM ESTUDO DE CASO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO MOEDA, TRÊS LAGOAS/MS EM 2014</p>	
	Pedologia		• Ross (1994);	<ul style="list-style-type: none"> • Maturidade; • Permeabilidade; 		
	Erosividade	Energia Potencial Erosiva Pluviométrica*	Pluviosidade*	<ul style="list-style-type: none"> • Bertoni e Lombardi Neto (1999); • Crepani <i>et. al.</i> (2001); 		• Índices Pluviométricos
		Energia Potencial Erosiva do Relevo	Declividade	<ul style="list-style-type: none"> • Ross (1994); • Lepsch (1983); • Ramalho Filho e Beek (1995) 		<ul style="list-style-type: none"> • Topografia do relevo; • Variação de declividade;
			Dissecação Horizontal	<ul style="list-style-type: none"> • Spiridonov (1981); • Grechia (2011); 		<ul style="list-style-type: none"> • Topografia do relevo; • Distância percorrida do canal fluvial até o limite de sua respectiva sub-bacia;
			Dissecação Vertical	<ul style="list-style-type: none"> • Spiridonov (1981); • Grechia (2011); 		<ul style="list-style-type: none"> • Topografia do relevo; • Distância percorrida da intersecção do canal fluvial com a curva de nível até o limite de sua respectiva sub-bacias;
		Energial Erosiva Real do Relevo**	Velocidade de Fluxo e Vazão das Águas Superficiais**	<ul style="list-style-type: none"> • Christofletti (1980); • Pinto (1985); • Pinto <i>et. al.</i> (2010); 		• Monitoramento nos onze pontos de coleta das águas superficiais;
	Transporte de Sedimentos em Suspensão**		<ul style="list-style-type: none"> • Pinto <i>et. al.</i>, (2009); • Christofletti (1980); • Pinto (1985); • Carvalho <i>et. al.</i> (2000); 	• Monitoramento nos onze pontos de coleta das águas superficiais;		
	Uso, Cobertura e Manejo da Terra*		<ul style="list-style-type: none"> • Ross (1994); • IBGE (2013); 	<ul style="list-style-type: none"> • Cobertura Vegetal; • Forma de utilização das terras; 		
	Qualidade e Enquadramento das Águas Superficiais*		<ul style="list-style-type: none"> • Resolução 357/2005 do CONAMA; • Resolução 430/2011 do CONAMA; 	• Classes de Enquadramento;		

*Variáveis representam: Pluviosidade Prévia Acumulada (1983 a 2014) e ao longo das estações do ano de 2014;

**As demais variáveis: velocidade de fluxo e vazão das águas superficiais, transporte de sedimentos em suspensão, uso, cobertura e manejo da terra e qualidade das águas superficiais foram trabalhadas ao longo das estações do ano de 2014.

3.1. Mapa Base

O Mapa Base da BHCM, representado na **Figura 4**, é um documento utilizado como informação inicial para os demais mapeamentos desta pesquisa, como a elaboração dos mapas subsequentes, ou seja, Geologia, Pedologia, Pluviometria, Dissecação Vertical e Horizontal, Erosividade (Energia Potencial Erosiva Pluviométrica, Energia Potencial Erosiva do Relevo somado à Energia Erosiva de Transporte de Sedimentos em Suspensão), Uso, Cobertura e Manejo da Terra, Qualidade das Águas Superficiais e por fim a Vulnerabilidade Ambiental da BHCM, Três Lagoas/MS.

É um documento de fácil leitura e abrange informações extraídas dos mapas topográficos que abrangem a área de estudo, como áreas antrópicas, rodovias e estradas, curvas de nível, cotas altimétricas, hidrografias e delimitação da bacia hidrográfica em estudo.

Dessa forma, foi utilizada o mapa de Três Lagoas - folha: SF 22-V-B-V; e o mapa de Dracena/SP folha SF. 22-V-D-II, ambas em escala de 1:100.000 e equidistância das curvas de níveis de 40 metros, disponibilizadas pelo órgão do Exército Brasileiro – Diretoria de Serviço Geográfico (DSG), com base em fotografias aéreas do ano de 1963 e impressas no ano de 1973.

Posteriormente, essas informações foram abastecidas de outros dados referentes às imagens do satélite Landsat 8/OLI, órbita 223 e ponto 74, de 31 de agosto de 2014 e também da Missão Topográfica Radar Shuttle – SRTM, disponibilizadas no site do Serviço Geológico dos Estados Unidos – USGS de 2014. Sendo que todas essas informações foram reunidas, digitalizadas e importadas para o SIG ArcGis 10[®].

Com a utilização do SIG foi possível que alguns dados fossem atualizados, delimitando estradas mais recentes, alterações na rede hidrográfica, orientação das curvas de nível e áreas com construções antrópicas recentes.

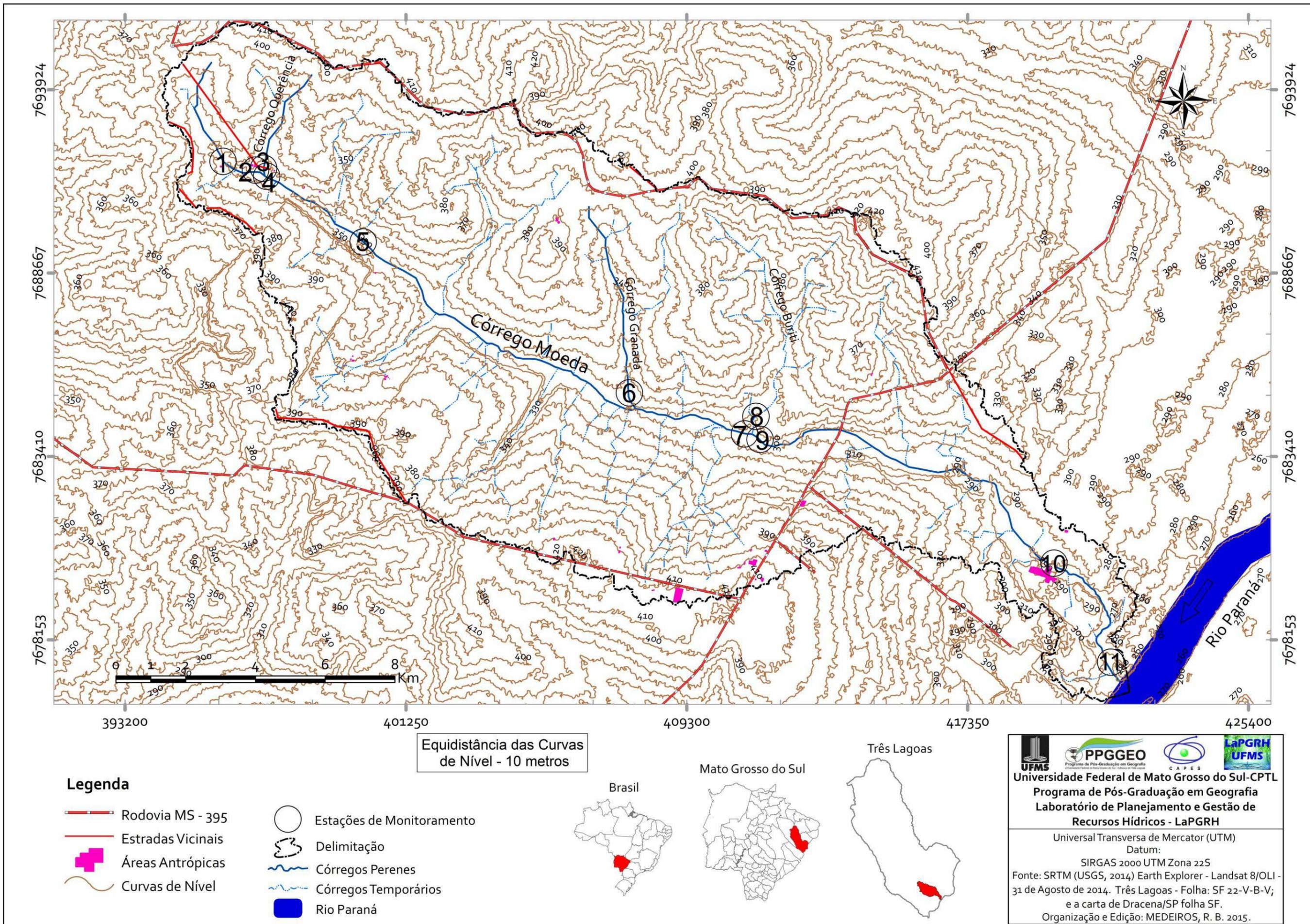


Figura 4: Mapa base da BHCM, Três Lagoas/MS.

3.2. Comportamento Climático, Geologia, Solos e Hipsometria

A análise destes parâmetros foi realizada de forma separada, pois são dados primários e que serão utilizados na interpolação dos dados e mapeamentos dos objetivos desta pesquisa, portanto, ficou dividida em três partes: Comportamento Climático (Mapas Pluviométricos, Desvios em relação à Prévias Climatológica, IAC, Balanço Hídrico), Geologia e Solos.

3.2.1. Comportamento Climático

O Comportamento Climático é de extrema importância, principalmente quando é observada anomalias em suas precipitações, sejam elas negativas ou positivas. De acordo com a distribuição anual de chuvas, pode-se verificar uma tendência nas chuvas, bem como, os ciclos de cheias e estiagem.

A análise do Comportamento Pluviométrico foi baseada em quatro procedimentos (Mapa Pluviométrico; Desvios em relação à Prévias Climatológica; Índice de Anomalia de Chuvas – IAC; Balanço Hídrico).

3.2.1.1. Mapas Pluviométricos

Na elaboração destes mapas, foram reunidas informações de prévias climatológicas anuais de cinco estações próximas à BHCM, sendo que uma delas é fixada dentro dos limites da BHCM, esta última, compreendendo informações dos anos de 1983 à 2014 e disponibilizadas pela estação meteorológica localizada no viveiro de mudas da Fibria MS Celulose Ltda.; as demais estações, abrangeram os anos de 1970 à 2014, sendo informações meteorológicas levantadas por meio da Agência Nacional das Águas (ANA).

As estações meteorológicas se encontram no próprio município de Três Lagoas (estações Garcias, Jupia e Fibria MS Celulose Ltda.;) e outra estação no município vizinho ao sul, Brasilândia (estação Porto Galeano), conforme demonstrado na **Figura 5 e Tabela 2**.

Ainda neste procedimento, foi realizada uma interpolação dos dados destas estações. Essa interpolação foi elaborada no SIG ArcGis 10[®], por meio do módulo

Spatial Analyst Tools > Interpolation > IDW, que basicamente é um método de interpolação que estima valores das classes pela média dos valores dos pontos indicados. Assim, quanto maior o valor do ponto, maior vai ser o peso estimado no processo de cálculo da média.

Tabela 2: Estações meteorológicas e seus respectivos municípios, localizações e prévia climatológica anual.

Estação	Município	Coordenadas (UTM)	Prévia Climatológica Anual (mm)
Porto Galeano	Brasilândia	379517 O 7667118 S	1.317,20
Garcias	Três Lagoas	372846 O 7722072 S	1.203,60
Jupia	Três Lagoas	446717 O 7696248 S	1.296,92
Fibria MS Celulose Ltda.	Três Lagoas	419404 O 7680082 S	1.304,50

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

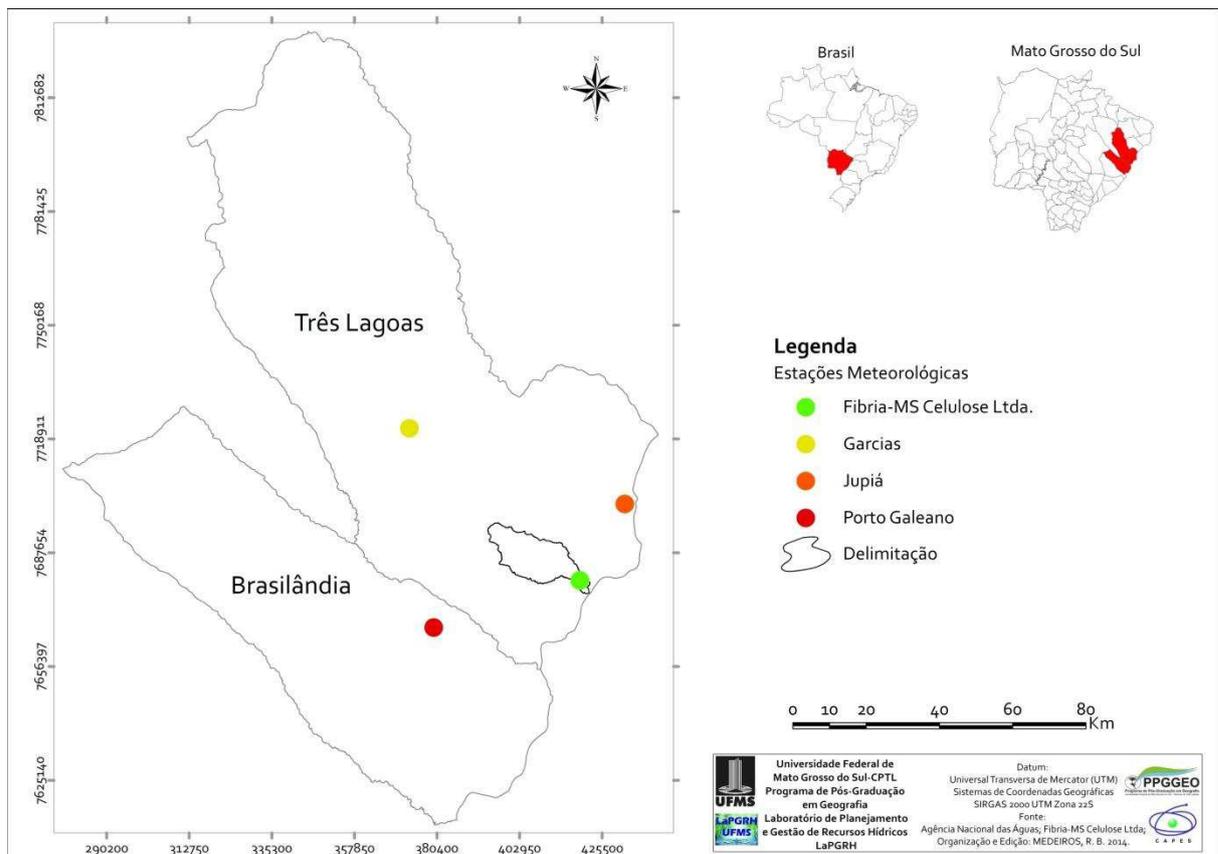


Figura 5: Mapa de localização das estações meteorológicas próximas à BHCM, Três Lagoas/MS.

3.2.1.2. Desvios em relação à Prévia Climatológica

A prévia climatológica basicamente busca-se a média das precipitações, tanto anual como mensal, que neste caso, abrangeu os anos de 1983 a 2014. Esta análise se mostra importante na medida em que é realizada uma comparação entre as prévias climatológicas e as precipitações ocorridas nos anos de 2014 e 2015, dando ênfase às estações que foram realizadas as pesquisas (verão, outono, inverno e primavera de 2014).

Foram utilizados apenas os dados de 1983 a 2014 da estação meteorológica da Fibria MS Celulose Sul Mato-Grossense Ltda.; localizada nas coordenadas UTM 419695 O e 7679947 S em seu viveiro de mudas, na BHCM. Principal motivo de se utilizar apenas esta estação é que possui dados mensais de precipitação, auxiliando na caracterização dos desvios negativos e positivos em relação à prévia.

Este período de informações é base confiável para o estabelecimento de um padrão de comportamento climático, pois constitui-se em uma série histórica sem interrupção de dados.

3.2.1.3. Índice de Anomalia de Chuva (IAC)

O Índice de Anomalia de Chuva (IAC) classifica a intensidade dos períodos secos ou úmidos de acordo com a média local. Utilizou-se nesta pesquisa o IAC desenvolvido por Rooy (1965).

Essas variações pluviométricas são importantes fatores no controle do ciclo hidrológico e exerce influência direta sobre a transformação da paisagem e do meio ambiente como um todo.

Há de se destacar, que devido ao monitoramento climático, comparando as condições atuais com valores das prévias climatológicas, bem como, a distribuição espacial e temporal dos períodos chuvosos e secos, faz com que órgãos governamentais ou entidades privadas possam utilizar os recursos de maneira mais equilibrada, como por exemplo, o planejamento agrícola, gestão ambiental, devido à existência de informações sobre a dinâmica das precipitações.

Um ponto crucial na utilização do IAC é a escolha do patamar que deve ser escolhido para a definição de um período seco ou chuvoso, (Da Silva, 2009). No

caso da metodologia utilizada nesta pesquisa, Rooy (1965), foi escolhido com base no conhecimento climático da região, ou seja, um período seco é considerado a média das dez menores precipitações ao longo da série histórica de determinado mês, já o patamar para um período chuvoso, ocorre o inverso, é a média das dez maiores precipitações de determinado mês.

Portanto, para a utilização deste índice, segundo Rooy (1965) é necessária a apresentação das seguintes equações:

$$IAC = 3 \cdot \left[\frac{(N - N')}{(M' - N')} \right] \quad \text{para anomalias positivas (1)}$$

$$IAC = -3 \cdot \left[\frac{(N - N')}{(X' - N')} \right] \quad \text{para anomalias negativas (2)}$$

N - precipitação mensal atual (mm. mês⁻¹);

N' - precipitação média mensal da série histórica (mm. mês⁻¹);

M' - média das dez maiores precipitações mensais da série histórica (mm. mês⁻¹);

X' - média das dez menores precipitações mensais da série histórica (mm. mês⁻¹).

Com a utilização destas equações, o autor determina a classificação da pluviosidade de acordo com os índices do resultado final destas equações, podendo ser classificadas como Extremamente Chuvoso; Muito Chuvoso; Chuvoso; Sem Anomalia; Seco; Muito Seco; Extremamente Seco; representados no **Quadro 2**.

Quadro 2: IAC e sua respectiva classificação.

Índice de Anomalia de Chuva (IAC)	Classificação da Pluviosidade
$X \geq 4$	Extremamente Chuvoso
$X \geq 2$ e $X < 4$	Muito Chuvoso
$X > 0$ e $X < 2$	Chuvoso
$X = 0$	Sem Anomalia
$X < 0$ e $X > -2$	Seco
$X \leq -2$ e $X > -4$	Muito Seco
$X \leq -4$	Extremamente Seco

Fonte: Rooy 1965.

3.2.1.4. Balanço Hídrico

O balanço hídrico corresponde ao processo matemático para análise da quantidade de água que entra e sai do solo, por meio do armazenamento, infiltração, retirada, evaporação, entre outras variáveis analisadas e determinado intervalo de tempo, que no caso desta pesquisa, foi durante o ano de 2014.

No cálculo do balanço hídrico da BHCM, é indispensável que tenha obtido os dados de precipitação e temperatura do local, que neste caso foram disponibilizados pela Fibria MS Celulose Ltda. Sendo utilizada a metodologia de Thornthwaite e Mather (1955), descrita por Pereira *et. al.* (1997), com adaptação em função do uso da fração p de água disponível igual a 0,4 (BERGAMASCHI *et. al.*, 1999). A adaptação consistiu em considerar o início do déficit hídrico quando o armazenamento de água no solo for inferior a 60 %.

O balanço de água no solo, conhecido e reconhecido, nacional e internacionalmente, como balanço hídrico é a contabilização da água do solo, resultante da aplicação do princípio de conservação de massa num volume de solo vegetado. A variação de armazenamento de água no volume considerado, por intervalo de tempo, representa o balanço entre o que entrou e o que saiu de água do sistema. Como a chuva é expressa em milímetros, isto é, em litros de água por metro quadrado de superfície, para facilitar a contabilização do balanço hídrico, adota-se também área superficial de 1 m² para o volume de controle. Portanto, o volume de controle torna-se uma função apenas da profundidade do sistema radicular das plantas. Admite-se que esse volume de controle seja representativo de toda a área em estudo.

A quantidade de água retida na camada do solo auxilia na identificação dos períodos secos (deficiência hídrica) e úmidos (excedente hídrico). De acordo com Pereira *et. al.* (2002), os principais elementos que definem a demanda e disponibilidade hídrica são: precipitação (P), evapotranspiração real (ETR), evapotranspiração potencial (ETP), armazenamento de água no solo (ARM), deficiência hídrica (DEF) e excedente hídrico (EXC).

O balanço hídrico admite boa concepção das relações de umidade da área em estudo. Devido ao uso da evapotranspiração potencial e principalmente da temperatura média, pode-se obter maior utilidade quando são calculados com

valores estacionais ou anuais. O monitoramento do armazenamento, retirada e reposição de água no solo, podem ser realizados eficientemente aplicando a metodologia proposta nessa pesquisa, ou seja, de Thornthwaite e Mather (1955), levando em consideração que essa metodologia foi desenvolvida para auxiliar na determinação do regime hídrico sem a obrigação de avaliações diretas das condições do solo.

3.2.2. Mapa de Geologia

A caracterização geológica da área de estudo foi elaborada com o auxílio do ArcGis 10[®], a partir de dados do mapa geológico do estado do Mato Grosso do Sul na escala de 1:1.000.000, fornecidos pelo Sistema Interativo de Suporte ao Licenciamento Ambiental (SISLA/IMASUL).

Devido à escala elevada em relação à extensão da BHCM, foi realizada uma adaptação destes dados, juntamente com informações obtidas por meio do Estudo de Impacto Ambiental elaborado pela Fibria MS Celulose Ltda; em escalas mais detalhadas, em 1:500.000.

3.2.3. Mapa de Solos

Para a elaboração do mapa de Pedologia, foi utilizado um conjunto de vetores, em arquivos separado, de acordo com dados técnicos disponibilizados pela Fibria MS Celulose Ltda; na escala de 1:25.000, cada arquivo de pedologia representava uma determinada área da BHCM. Com isso, foi realizado o georreferenciamento dos arquivos para que pudessem ser vetorizados, sendo encontrada assim, a disposição pedológica da área.

Como um auxílio complementar a este procedimento, foi realizado um levantamento de solo por meio do macrozoneamento extraído do banco de dados do Sistema Interativo de Suporte ao Licenciamento Ambiental (SISLA), produzido na escala de 1:250.000, sendo necessário destacar que estes dados foram utilizados apenas como comparação e não na elaboração do Mapa de pedologia. Por fim, a padronização da nomenclatura foi alcançada por meio do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006).

3.2.4. Mapa de Hipsometria

Na elaboração do mapa de Hipsometria, juntamente com os perfis topográficos longitudinal e do alto, médio e baixo curso, utilizou-se o *software* Global Mapper 13, com a finalização dos mapeamentos no ArcGis 10[®], necessitando da importação da SRTM, onde foram realizadas as curvas de nível e as classes temáticas para cada intervalo de altitude.

3.3. Energia Potencial Erosiva Pluviométrica

A precipitação é o elemento primordial de influência no processo de erosão hídrica, pois estes dependem do volume e velocidade do escoamento superficial. O emprego de métodos competentes para estimar o carreamento de sedimentos ocasionados por erosão hídrica é de essencial importância no auxílio às práticas de conservação do solo e água, minimizando assim, os danos causados pelas chuvas.

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), modificado por Bertoni e Lombardi Neto (1999), que consiste em calcular a erosividade das chuvas pelo índice numérico que expressa a capacidade da chuva em causar erosão em uma área sem proteção.

Para tanto, foram utilizados os dados da estação meteorológica da Fibria MS Celulose Ltda. Com a utilização destes dados, foram realizados os cálculos de erosividade média mensal, utilizando a fórmula abaixo, com resultados gerados em MJ.mm/ha. Esta unidade de medida (Megajoule de Milímetros por Hectare) corresponde a quantidade de energia cinética, ou seja, quantidade de massas que são carregadas mediante uma força ao longo de determinada área.

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

Onde:

EI= índice médio de erosividade por um período.

p= precipitação média mensal/atual

P= precipitação média anual/atual

A variação do potencial erosivo ao longo do ano, também é importante para o planejamento das práticas conservacionistas de uso da terra a serem implementadas nas bacias hidrográficas, principalmente para a estimativa das perdas de solo para os leitos de córregos, rios e riachos por carregamento, o que pode por sua vez causar assoreamentos, ravinas e voçorocas.

Toda a erosividade que ocorre na BHCM parte do princípio de que quanto maior a precipitação maior será o potencial erosivo, com isso, a metodologia que é mais bem aplicada para o que propõe esta pesquisa, é a de Crepani *et. al.* (2001), que analisa as classes de acordo com sua vulnerabilidade, entretanto, foi realizada uma adaptação, pois estas classes são estabelecidas de 0,0 a 3,0 e devido a BHCM apresentar doze classes de erosividade, foi realizada a alteração mantendo as proporções oferecidas por Crepani *et. al.* (2001), assim, foram agrupadas algumas classes, mas sem alterar a intensidade pluviométrica, pois a mesma, oferece dados concretos sobre o potencial de erosão, **Tabela 3.**

Tabela 3: Zonas climáticas de acordo com suas precipitações mensais e pesos sobre o mapa de erosividade.

Intensidade Pluviométrica (mm/mês)	Pesos sobre o Mapa de Erosividade
< 10,00	1
10,01 a 25,00	2
25,01 a 50,00	3
50,01 a 75,00	4
75,01 a 125,00	5
125,01 a 200,00	6
200,01 a 250,00	7
250,01 a 325,00	8
325,01 a 375,00	9
375,01 a 450,00	10
450,01 a 500,00	11
> 500,01	12

Fonte: Adaptada da metodologia de Crepani *et. al.* (2001) e Bertoni e Lombardi Neto (1999).

3.4. Energia Potencial Erosiva do Relevo

O procedimento para a análise da Energia Potencial Erosiva do Relevo da BHCM torna-se imprescindível para a assimilação de alguns eventos que ocorrem em bacias hidrográficas, interferindo na unidade como um todo. Assim, a partir do levantamento destes eventos, pode-se analisar a possibilidade do risco e quais suas

implicações ambientais, visando sempre, que sugestões de controle sejam propostas.

Nesta análise é necessário que se divida a BHCM em microbacias, buscando uma forma mais detalhada de caracterizar o potencial erosivo, este procedimento é realizado na dissecação horizontal e dissecação vertical, que somados à declividade, identificam a Energia Potencial Erosiva do Relevo da BHCM. Essas subdivisões dentro de um sistema auxiliam o pesquisador a obter uma escala determinada, sobretudo, na questão espacial.

3.4.1. Declividade

Para a realização do Mapa de Declividade foi necessária primeiramente, a importação da SRTM, disponível no site do Serviço Geológico dos Estados Unidos, <<http://www.earthexplorer.usgs.gov/>>, para posteriormente, importá-las no programa ArcGis 10[®].

Por meio do módulo *Spatial Analyst* > *Surface* > *Slope*, conforme a **Figura 6**, sendo possível a criação da declividade em porcentagem na BHCM.

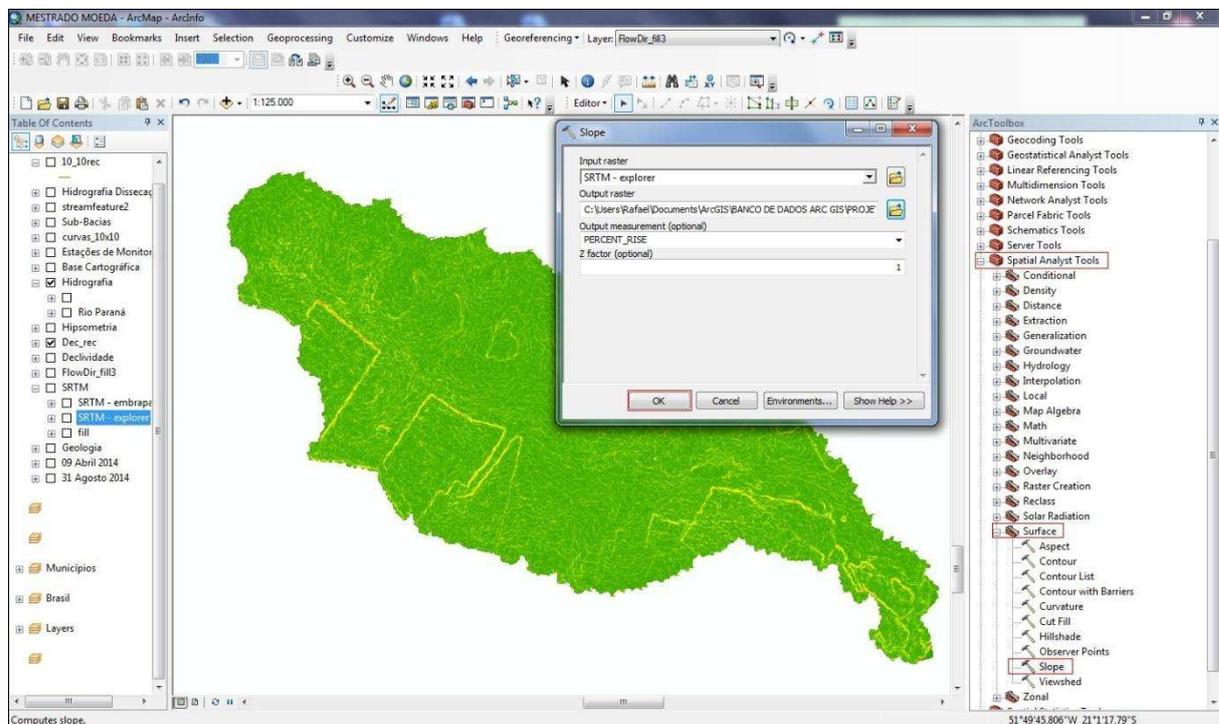


Figura 6: Módulo utilizado na elaboração da declividade da BHCM, Três Lagoas/MS.

Fonte: ArcGis 10[®].

Na elaboração deste mapa foi realizada a divisão da declividade de acordo com as classes obtidas para a execução da Energia Potencial Erosiva do Relevo, ou seja, doze classes, com intervalos de 1,0% de declividade, até alcançar a classe 9, após, foi determinada a classe 9,01 a 12,00; 12,01 a 20,00; e maior que 20,00% de declividade.

Estas classes foram adquiridas com base nas metodologias de Lepsch (1983) e Ramalho Filho e Beek (1995) que buscam uma interação entre a declividade com a aptidão agrícola, ou seja, facilidades na ocupação rural, com determinações do tipo de manejo que deve ser realizado para cada gradiente de declive, conforme **Tabela 4**.

Tabela 4: Declividade e facilidade na ocupação rural na BHCM, Três Lagoas/MS.

Declividade (%)	Classificação	Pesos sobre o Mapa de Energia Potencial Erosiva do Relevo e Cores Temáticas
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).

3.4.2. Dissecação Horizontal

O mapa de Dissecação Horizontal compreende a metodologia de Spiridonov (1981) que consiste da identificação das feições horizontais do relevo das bacias hidrográficas. Neste caso, foram realizadas diversas sub-bacias, **Figura 7**, com a criação de um *Shapefile* de polígonos dentro do *ArcCatalog*, no ArcGis 10[®]. Estas divisões abrangeram córregos perenes, temporários e efêmeros, podendo assim trabalhar em uma escala mais detalhada do relevo.

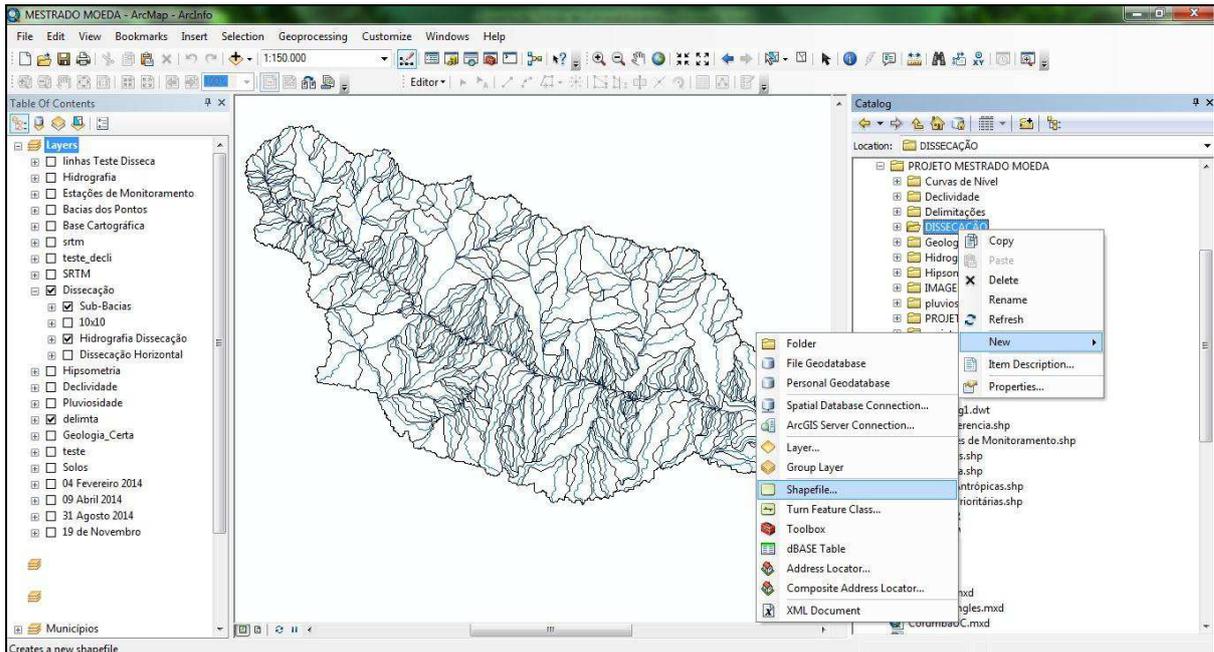


Figura 7: Criação de shapelife para delimitação das sub-bacias.

Fonte: ArcGis 10[®].

Para a elaboração do mapa de Dissecação Horizontal, realizou-se uma interpretação das hidrografias, onde foram traçadas linhas horizontais levando até o divisor de águas, sempre buscando um ângulo de 90° em relação ao curso fluvial. Contudo, devido à toda hidrografia ser criada pela SRTM, alguns pixels acabaram distorcendo as hidrográficas, causando algumas anomalias, sendo que, onde foi possível, houve a realização da correção do traçado das bacias.

Com isso, foi possível sua elaboração de forma detalhada, identificando as drenagens e as respectivas dissecações para cada sub-bacia. Realizando as classificações, levando em conta a distância entre o talvegue e a linha cumeada (divisor de águas), sempre se utilizando do *software* ArcGis 10[®].

O estabelecimento das classes de Dissecação Horizontal seguiu as recomendações de Spirodonov (1981) com adaptações definidas por Sato e Cunha (2007), onde o pesquisador identifica a máxima distância entre a linha de cumeada e o talvegue fluvial, com a finalidade de constituir a variação do parâmetro.

O próximo passo é a elaboração das classes, este procedimento seguiu recomendações definidas por Grechia (2011), que elaborou sua pesquisa seguindo recomendações do Spiridonov (1981), entretanto, realizou algumas adaptações, que foram seguidas nesta pesquisa, devido às semelhanças com esta área de estudo e

também, iria generalizar grandes áreas da BHCM em uma mesma classe, não detalhando de forma satisfatória a Dissecação Horizontal.

Por meio da **Figura 8** é possível a visualização de como foi realizada e os métodos utilizados na elaboração deste procedimento, mostrando com a **Tabela 5** as classes da Dissecação Horizontal estipuladas para a BHCM.

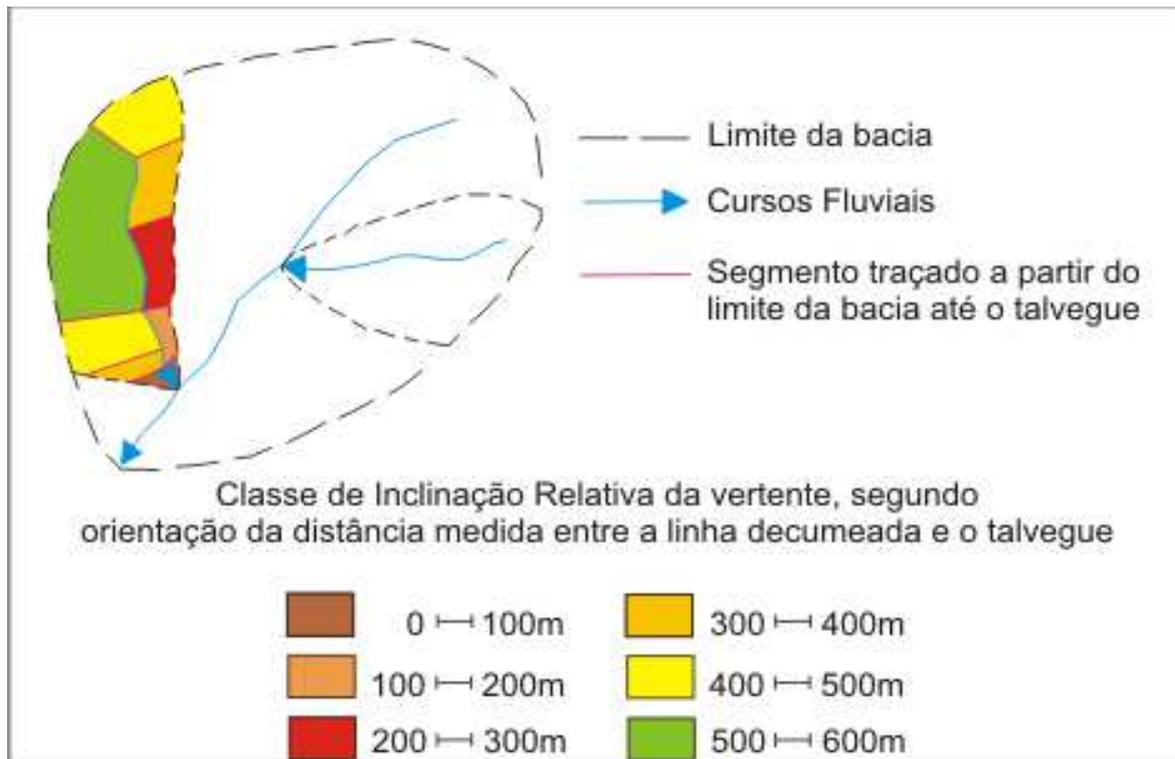


Figura 8: Metodologia para traçar as linhas de dissecação horizontal.
Fonte: Adaptação de Sato e Cunha (2007).

Tabela 5: Classes do mapa de dissecação horizontal da BHCM, Três Lagoas/MS.

Classes de Dissecação Horizontal (metros)	Pesos sobre o Mapa de Energia Potencial Erosiva do Relevo	Cores Temáticas
0,00 a 100,00	12	
100,01 a 200,00	11	
200,01 a 300,00	10	
300,01 a 400,00	9	
400,01 a 500,00	8	
500,01 a 600,00	7	
600,01 a 700,00	6	
700,01 a 800,00	5	
800,01 a 900,00	4	
900,01 a 1.000,00	3	
1.000,01 a 1.500,00	2	
> 1.500,00	1	

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

3.4.3. Dissecação Vertical

A elaboração do mapa de Dissecação Horizontal inicia-se com a delimitação das sub-bacias, no mesmo procedimento descrito na **Figura 9**. Este mapa, segundo Cunha (2001, p. 50), tem como principal objetivo, quantificar cada sub-bacia com as classes abrangendo desde o encontro do talvegue com as curvas de nível até a linha cumeada mais próxima do ponto inicial, obtendo assim, a variação do poder erosivo dos cursos fluviais.

Neste procedimento, seguiram-se as recomendações da metodologia proposta por Spiridonov (1981), obtendo setores dentro de cada sub-bacia, os quais foram classificados de acordo com sua altitude em relação à linha do talvegue com o divisor de águas (linha cumeada).

No estabelecimento das classes de Dissecação Vertical, utilizou-se 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 são invertidas em relação às usadas para a Dissecação Horizontal, ou seja, a classe com menor altitude recebeu cor suave, e as classes com maiores altitudes teve cores forte. Este procedimento permitiu a quantificação da distância das curvas de nível da BHCM e o mapa de Dissecação Vertical, constituindo sua variação de altitude.

Com a escala utilizada nesta pesquisa, foi possível a quantificação das curvas de nível com equidistância de 10 metros, tornando ainda mais detalhada a análise da Dissecação Vertical. Com isso, foram estabelecidas doze classes de 10 em 10 metros até alcançar 120m, que foi a maior classe encontrada na BHCM, **Tabela 6**.

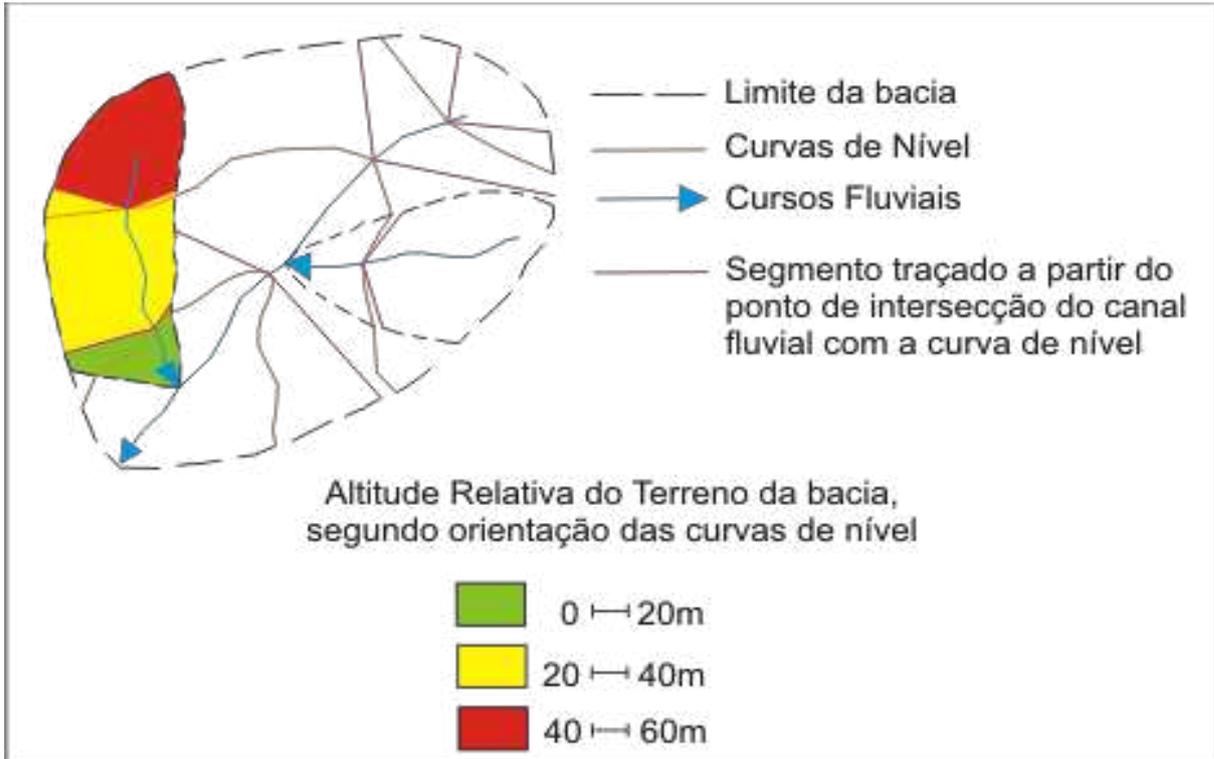


Figura 9: Metodologia para traçar as linhas de dissecação vertical.
Fonte: Adaptação de Sato e Cunha (2007).

Tabela 6: Classes do mapa de dissecação vertical da BHCM, Três Lagoas/MS.

Classes de Dissecação Vertical (metros)	Pesos sobre o Mapa de Energia Potencial Erosiva do Relevo	Cores Temáticas
0,00 a 10,00	1	
10,01 a 20,00	2	
20,01 a 30,00	3	
30,01 a 40,00	4	
40,01 a 50,00	5	
50,01 a 60,00	6	
60,01 a 70,00	7	
70,01 a 80,00	8	
80,01 a 90,00	9	
90,01 a 100,00	10	
100,01 a 110,00	11	
> 110,00	12	

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

3.4.4. Mapa de Energia Potencial Erosiva do Relevo

O mapa de Energia Potencial Erosiva do Relevo consiste na junção dos mapas de Declividade, Dissecação Horizontal e Dissecação Vertical, nas quais foram distribuídos pesos para cada classe temática destas variáveis, podendo

assim, analisar o potencial de erosão que a BHCM pode estar submetida, ou seja, qual a quantidade de perda de solo que a BHCM é capaz de promover ao ambiente.

Identificando em apenas um documento, todos os dados morfométricos levantados nesta pesquisa, caracterizando a geometria da área estudada. Entretanto, por ser um documento síntese, de acordo com Grechia (2011) deve-se tomar cuidado com a definição das classes, pois analisando a princípio, a maneira que estes elementos se articulam espacialmente e a forma que interagem com as demais condições físicas da área, bem como, a forma que influenciam nas características do relevo.

Na elaboração deste documento síntese, adotou-se a proposta de Spridonov (1981) e Grechia (2011), onde todas as classes são identificadas por informações qualitativas, que variam de Suavemente Suave à Forte. Após, passou por uma adaptação da quantificação das classes, de acordo com o mapeamento das curvas de nível para a BHCM.

Após o levantamento destes dados no ArcGis® 10, é necessário que os mapas se transformem de polígono para *raster* (imagem), por meio do módulo *Conversion Tools*. Em seguida é feita a reclassificação dos dados, colocando os pesos de Energia Potencial Erosiva do Relevo, este módulo é o *Spatial Analyst Tools>Reclass>Reclassify* no próprio ArcGis® 10, onde após feita essa reclassificação, será criado outro mapa com seus respectivos pesos e classificações.

Em seguida, foram interpolados estes dados, com o módulo *Spatial Analyst Tools>Overlay>Weighted Overlay*, onde foi inserido estas variáveis e com a obtenção do *Set Equal* no ArcGis® 10, para que todos os dados tenham o mesmo peso sobre o mapa final. Contudo, para que não ocorra a divisão de 100% por 3 (33.33%), foi selecionado que a Declividade compreendesse 34% e a Dissecção Horizontal e Dissecção Vertical obtenha 33% cada, **Figura 10**.

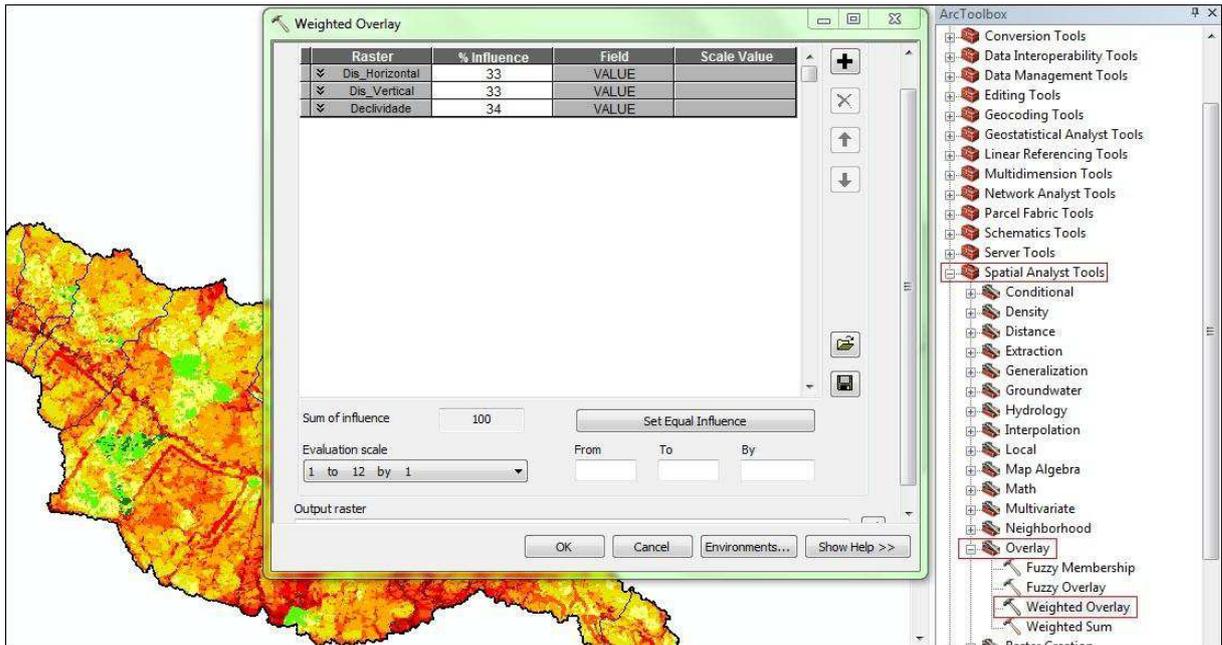


Figura 10: Procedimento no ArcGis 10[®], para a elaboração do mapa de energia potencial erosiva do relevo da BHCM, Três Lagoas/MS.

Fonte: ArcGis 10[®].

Com todas as informações levantadas, o mapa de Energia Potencial Erosiva do Relevo foi criada seguindo as classes de Declividade, Dissecação Horizontal e Dissecação Vertical, **Tabela 7**.

Tabela 7: Classes de energia potencial erosiva do relevo, de acordo com as variáveis: declividade, dissecação horizontal e dissecação vertical da BHCM, Três Lagoas/MS.

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

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

3.5. Energia Erosiva do Transporte de Sedimentos em Suspensão

A realização do mapa de Energia Erosiva de Transporte de Sedimentos em Suspensão da BHCM baseou-se na coleta de sedimentos em suspensão, bem como a vazão e velocidade dos canais fluviais. Estas coletas foram realizadas estacionalmente, durante o verão, outono, inverno e primavera de 2014. Os locais da coleta foram enumerados do ponto 1 até o ponto 11 e foram selecionados antecipadamente segundo critérios como: açude, captação de água pela Fibria MS Celulose Ltda.; montante, foz dos afluentes e jusante dos três principais córregos tributários (Querência, Granada e Buriti) e próximo da foz do próprio Córrego Moeda.

Buscando uma melhor representação cartográfica, foi realizada uma subdivisão da BHCM, como mostrado na **Figura 11**, de acordo com suas estações de coleta das águas superficiais, dessa forma, ocorreram doze subdivisões, devido às onze estações de coleta das águas e uma subdivisão que é após o ponto 11, que possui influência direta sobre sua foz, ou seja, no Rio Paraná.

As sub-bacias possuem seus cursos fluviais, suas formas de uso, cobertura e manejo da terra. Com isso, possui características e dinâmicas singulares, levando em consideração, que todas as sub-bacias apresentaram influência antrópica, podendo potencializar ou reduzir as possíveis erosões que podem ocorrer.

O **Quadro 3** foi elaborado no sentido de visualização, podendo analisar cada estação de coleta das águas superficiais e seu entorno.

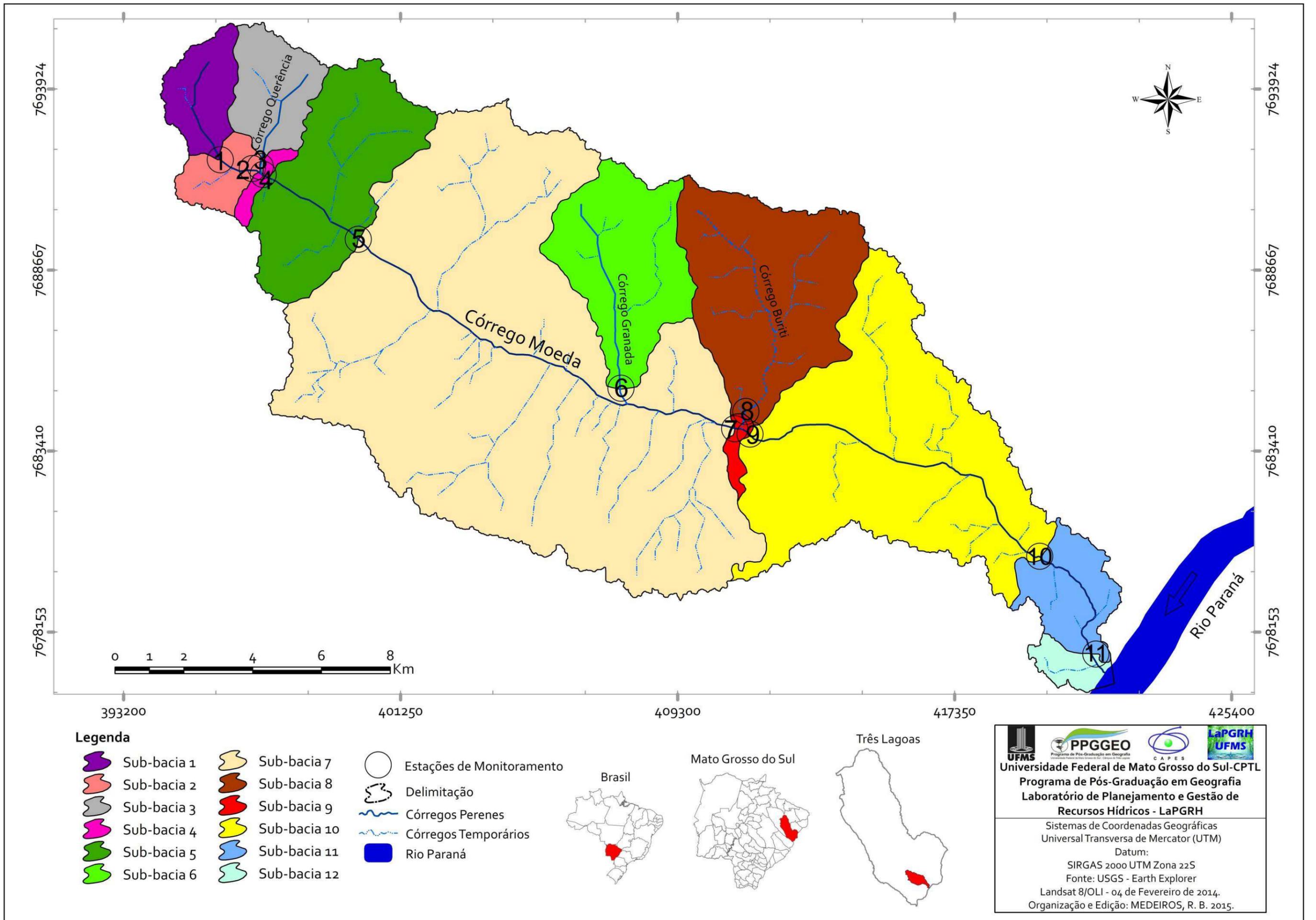


Figura 11: Localização das estações de coleta das águas superficiais e as sub-bacias da BHCM, Três Lagoas/MS.

Quadro 3: Localização das estações de monitoramento na BHCM, Três Lagoas/MS.

Sub-bacia	Coordenadas UTM (metros)	Descrição da Sub-bacia e dos Pontos de Monitoramento	Ponto de Referência	Sub-bacia	Coordenadas UTM (metros)	Descrição da Sub-bacia e dos Pontos de Monitoramento	Ponto de Referência
1	395970 O 7691950 S	Alto curso do Córrego Moeda e onde está localizada a atual nascente do Córrego Moeda, abrange uma área de 5,79 km ² , o que corresponde à 2,34% do total da BHCM. Grande parte de sua área é de pastagens. Estação de Coleta das Águas Superficiais: Açude construído no canal fluvial seco, na Fazenda Querência, ambiente lótico e não cercado, servindo de bebedouro para o gado.		7	410951 O 7684057 S	Maior sub-bacia dentre todas, abrange grande parte do médio curso da BHCM, totalizando 109,79 km ² ou 44,33%. Esta sub-bacia recebe grande parte dos afluentes temporários e apenas o Córrego Granada permanente. Estação de Coleta das Águas Superficiais: À montante da foz do Córrego Buriti. Local com velocidade em suas águas e ponto de desnível do relevo, onde o córrego principal se divide em três pequenos córregos.	
2	396943 O 7691614 S	Alto curso do Córrego Moeda, na margem esquerda predomina pastagens e na margem direita é predominante a cobertura de eucalipto da Fibria MS Celulose Ltda. Abrange uma área de 3,64 km ² , ocupando 1,47% da BHCM. Estação de Coleta das Águas Superficiais: À montante da foz do Córrego Querência, na Fazenda Querência, possui mata ciliar bem recomposta. Ambiente com pouca velocidade de suas águas.		8	411276 O 7684563 S	Córrego Buriti. Esta sub-bacia abrange 25,64 km ² ou 10,35% do total da BHCM, maior afluente do Córrego Moeda em extensão. Grande parte de suas áreas é de plantações de eucalipto. Estação de Coleta das Águas Superficiais: Baixo curso do Córrego Buriti, área de várzea com suas matas ciliares predominantemente de cerrado.	
3	397171 O 7991675 S	Córrego Querência. Esta sub-bacia possui sua cobertura predominante de pastagens. Possui 7,44 km ² , que corresponde à 3,00% do total da área. Estação de Coleta das Águas Superficiais: Baixo Curso do Córrego Querência, próximo à sua foz no Córrego Moeda. Mata ciliar bem recomposta.		9	411392 O 7683901 S	Médio Curso do Córrego Moeda, abrange uma pequena área de 0,81 km ² ou 0,33%. Existem poucos cursos fluviais perenes e sua área é predominante de pastagens. Estação de Coleta das Águas Superficiais: À jusante da foz do Córrego Buriti, local onde já ocorreu a junção dos três córregos citados na Sub-bacia 7. Ambiente com velocidade considerável e mata ciliar bem recomposta.	
4	397276 O 7691447 S	Alto curso do C. Moeda, abrange uma pequena área após a Sub-bacia 3, com um total de 1,09 km ² ou 0,44%. Ao sul desta sub-bacia possui plantações de eucalipto, já ao norte as pastagens são predominantes. Estação de Coleta das Águas Superficiais: À jusante da foz do Córrego Querência. Possui pouca velocidade de suas águas e sua mata ciliar é bem recomposta.		10	419785 O 7680353 S	Médio/Baixo Curso do Córrego Moeda. Predominantemente ocupada por eucalipto e onde está localizado o viveiro de mudas e estação meteorológica da Fibria MS Celulose Ltda. Abrange uma área de 46,15 km ² ou 18,64%. Estação de Coleta das Águas Superficiais: Clareira aberta para ponte e coleta das águas para molha do eucalipto e incêndio. A estação possui velocidade considerável, sendo notável a quantidade de cascalhos e areia no leito do córrego Moeda.	
5	400013 O 7689568 S	Alto/Médio curso da BHCM, possui uma área de 20,06 km ² , correspondente à 8,10% do total. Corresponde ao Córrego Moeda e seus pequenos afluentes temporários que não influenciam com grande veemência na qualidade de suas águas. Estação de Coleta das Águas Superficiais: À jusante da ponte de captação de água pela Fibria MS Celulose Ltda.; Sua mata ciliar é bem recomposta e um ambiente com mais velocidade de suas águas.		11	421447 O 7677527 S	Baixo curso da BHCM. Possui variedade no uso de suas terras, como pastagens, eucalipto e seringueira. Abrange uma área de 7,27 km ² , totalizando 2,94%. Estação de Coleta das Águas Superficiais: À montante do lago que desenvolveu por meio do represamento do Rio Paraná. Mata ciliar bem recomposta.	
6	407627 O 7685232 S	Córrego Granada. Principal afluente do Córrego Moeda, possui uma área de 17,60 km ² ou 7,11% da BHCM. Estação de Coleta das Águas Superficiais: Clareira aberta para coleta de água para molha do eucalipto e incêndio. No local existe um projeto de restauração ecológica do cerrado, sendo adotadas diferentes técnicas de regeneração natural para a recomposição da vegetação nativa.		12	--	Baixo curso da BHCM. Única sub-bacia que não possui estação de coleta das águas. Este local exerce influência sobre o Rio Paraná, abrangendo córregos temporários e o lago do represamento até a foz do Córrego Moeda. Possui uma área de 2,35 km ² ou 0,95% do total.	--

3.5.1. Velocidade de Fluxo e Vazão das Águas Superficiais

A mensuração da velocidade de fluxo e vazão das águas superficiais da BHCM foi realizada ao longo dos onze pontos de monitoramento estacional (verão, outono, inverno e primavera de 2014), com exceção apenas do ponto 1, que não foi possível calcular a velocidade de fluxo, pois é localizada em um açude.

Para a operacionalização da vazão e velocidade das águas superficiais, foram utilizados os seguintes *softwares* e equipamentos:

Em gabinete: Microsoft Office Word 2010; Microsoft Office Excel 2010; AutoCad 2012.

Trabalhos de campo: Sistema de Posicionamento Global – GPS map Garmin76CSx; Câmera Digital Nikon Coolpix P530 16.1 Megapixels; Fita Métrica Fiberglass Measuring Tape 30m; Metro de Madeira; Estacas com barbante; Medidor de Fluxo Global Water FP101 – FP201 Global Flow Probe (**Figuras 12, 13, 14, 15 e 16**).



Figura 12: Sistema de Posicionamento Global - GPS.



Figura 13: Câmera fotográfica digital.



Figura 14: Fita métrica e metro de madeira.



Figura 15: Estacas de madeira com barbante.



Figura 16: Medidor de fluxo das águas superficiais.

A vazão consiste no cálculo da área da cada estação de coleta, de acordo com as metodologias de Christofolletti (1980); Pinto (1985) e Pinto *et. al.* (2010), consistindo na mensuração da velocidade de fluxo do canal nas onze estações de monitoramento, **Figura 17**. Este equipamento oferece a velocidade das águas superficiais em km/h, sendo necessária a multiplicação para m/s.

Na elaboração da vazão, a área é mensurada por meio da elaboração de perfil transversal, com espaçamento de 10 em 10 cm, **Figura 18**, que depois de elaborado em ambiente AutoCAD 2012, calculou-se a área da seção do canal, em m^2 . Após este procedimento, os valores alcançados de área em m^2 é multiplicado pelos valores da velocidade de fluxo, produzindo assim, os dados de vazão.



Figura 17: Alto curso da BHCM, ponto 3, Mensuração da velocidade de fluxo.



Figura 18: Médio curso da BHCM, ponto 7, mensuração do perfil transversal dos canais fluviais.

3.5.2. Transporte de Sedimentos em Suspensão

A mensuração do transporte de sedimentos em suspensão consistiu na coleta de amostras das águas superficiais ao longo dos mesmo onze pontos estabelecidos na BHCM. A periodicidade do monitoramento será trimestral, compreendendo todas as estações pretendidas (verão, outono, inverno e primavera de 2014). A carga de sedimento em suspensão pelos cursos fluviais é obtida pela ação erosiva que as águas desempenham sobre a bacia hidrográfica e o fundo dos leitos, especialmente.

Na mensuração, foram utilizados os seguintes *softwares* e equipamentos:

Em gabinete: Microsoft Office Word 2010; Microsoft Office Excel 2010; Outros equipamentos utilizados como a Membrana Filtrante – Milipores 47 microns, Balança de Precisão, Bomba à Vácuo, Conjunto de Filtragem (Sartorius Biolab Products - Cellulose Acetate Filter) e Estufa de Secagem, (**Figuras 19, 20, 21 e 22**).

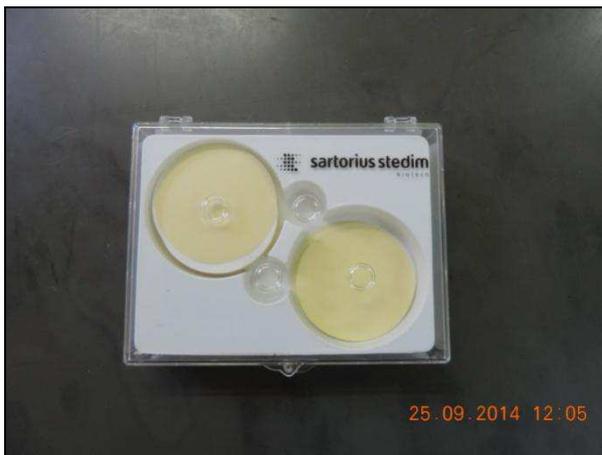


Figura 19: Membrana filtrante.



Figura 20: Balança de precisão.



Figura 21: Bomba à vácuo e conjunto de filtragem.



Figura 22: Estufa de secagem.

Trabalhos de campo: Utilizou-se frascos plásticos de 500 ml; Sistema de Posicionamento Global – GPS map Garmin76CSx; Câmera Digital Nikon Coolpix P530 16.1 Megapixels;

Os frascos plásticos foram introduzidos nas áreas de maior velocidade do canal, até o fundo, sem que este se afunda no leito arenoso, para receber o fluxo de fundo com sedimentos em suspensão (PINTO *et. al.*, 2009).

Para a mensuração utilizou-se das metodologias descritas por Christofolletti (1980); Pinto (1985); Pinto *et. al.* (2009) e Carvalho *et. al.* (2000), que consiste na análise em laboratório, onde os frascos foram agitados e colocados, 100 ml, em conjunto de infiltração da milipore, com filtro de 4,7 microns de celulose, que em seguida foram à estufa de secagem por 24 horas a 60°C. Logo após resfriarem os filtros foram pesados em balança de precisão e compará-los com o peso de seus respectivos filtros sem sedimentos, como os valores correspondem a 100 ml, estes foram convertidos para m³ e calculados os valores conforme as vazões mensuradas.

3.5.3 Mapa de Energia Erosiva do Transporte de Sedimentos em Suspensão

O mapa de Energia Erosiva de Transporte de Sedimentos em Suspensão consiste nas informações das coletas estacionais, mostrando a capacidade de transporte e deposição de sedimentos ao longo da bacia hidrográfica, levando em consideração, os onze pontos de coleta das águas superficiais.

Portanto, nesta análise foram consideradas as quatro estações do ano de 2014 (verão, outono, inverno e primavera), entretanto, foi realizada uma média destas estações buscando apresentar apenas um mapa médio para o ano de 2014, para que possa ser correlacionada esta variável com o mapa de Energia Potencial Erosiva, mostrando assim, a Erosividade da BHCM.

Devido à estas alterações constantes do canal fluvial, foi realizada a média para o ano de 2014 na elaboração do mapa de Energia de Transporte de Sedimentos em Suspensão da BHCM, levando em consideração a metodologia de Pinto *et. al.* (2010). Esta metodologia fornece valores maiores dos obtidos para esta bacia hidrográfica, portanto, buscando uma melhor aplicabilidade para esta área, foram realizadas pequenas adaptações seguindo um padrão, principalmente nas classes, que foram divididas em 12 classes e foi realizada uma divisão das classes

de 1 em 1 g/m³/s **Tabela 8**, para que possibilite a junção com o mapa de Energia Potencial Erosiva do Relevo, que também apresentou 12 classes.

Tabela 8: Classes de energia erosiva de transporte de sedimentos em suspensão na BHCM, Três Lagoas/MS, no ano de 2014.

Transporte de Sedimentos em Suspensão (g/m ³ /s)	Pesos sobre o Mapa de Energia Erosiva do Transporte de Sedimentos em Suspensão na Bacia e Cores Temáticas
0,00 a 1,00	1
1,01 a 2,00	2
2,01 a 4,00	3
4,01 a 6,00	4
6,01 a 10,00	5
10,01 a 15,00	6
15,01 a 20,00	7
20,01 a 25,00	8
25,01 a 30,00	9
30,01 a 35,00	10
35,01 a 40,00	11
> 40,01	12

Fonte: Adaptada de Pinto *et. al.* (2010).

3.6. Erosividade

O mapa de Erosividade mostra detalhadamente as formas do terreno, incluindo declividades, dissecação horizontal, dissecação vertical, o potencial erosivo pluvial, a capacidade de transporte de sedimentos e vazão das águas superficiais, ou seja, é a junção dos mapas de Energia Potencial Erosiva Pluviométrica, Energia Potencial Erosiva do Relevo e Energia Erosiva de Transporte de Sedimentos em Suspensão.

Com isso, sua análise foi realizada de forma estacional, demonstrando as influências das precipitações ocorridas no ano de 2014 e suas interferências na velocidade e vazão das águas e transporte de sedimentos em suspensão, **Tabela 9**.

Tabela 9: Classes de erosividade, de acordo com as variáveis: energia potencial erosiva pluviométrica, energia potencial erosiva do relevo e energia erosiva de transporte de sedimentos da BHCM, Três Lagoas/MS.

Classes de Erosividade	Energia Potencial Erosiva Pluviométrica (mm)	Energia Potencial Erosiva do Relevo	Energia Erosiva de Transporte de Sedimentos em Suspensão (g/m³/s)	Pesos sobre o Mapa de Vulnerabilidade Ambiental e Cores Temáticas
Suavemente Suave	< 10,00	Suavemente Suave	0,00 a 1,00	1
Moderadamente Suave	10,01 a 25,00	Moderadamente Suave	1,01 a 2,00	1
Suave	25,01 a 50,00	Suave	2,01 a 4,00	1
Suavemente Fraca	50,01 a 75,00	Suavemente Fraca	4,01 a 6,00	2
Moderadamente Fraca	75,01 a 125,00	Moderadamente Fraca	6,01 a 10,00	2
Fraca	125,01 a 200,00	Fraca	10,01 a 15,00	2
Suavemente Média	200,01 a 250,00	Suavemente Média	15,01 a 20,00	3
Moderadamente Média	250,01 a 325,00	Moderadamente Média	20,01 a 25,00	3
Média	325,01 a 375,00	Média	25,01 a 30,00	3
Suavemente Forte	375,01 a 450,00	Suavemente Forte	30,01 a 35,00	4
Moderadamente Forte	450,01 a 500,00	Moderadamente Forte	35,01 a 40,00	4
Forte	> 500,01	Forte	> 40,01	5

Fonte: Bertoni e Lombardi Neto (1999) e Crepani *et. al.* (2001); Spridonov (1965); Pinto *et. al.* (2010);

3.7. Mapeamento do Uso, Cobertura e Manejo da Terra da BHCM

No mapeamento do uso, cobertura e manejo da terra, é indispensável o emprego do geoprocessamento, que neste caso, optou-se por utilizar os SIG's ArcGis 10[®] (fabricante ESRI) e Spring 5.2.6[®], (fornecido pelo INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais).

O mapeamento da BHCM por meio da utilização de imagens de satélite Landsat 8, já georreferenciadas, foi realizado de forma estacional (verão, outono, inverno e primavera de 2014). Todas as imagens foram adquiridas com datas próximas às saídas de campo, **Tabela 10**, apenas com uma exceção, a estação da primavera de 2014 não foi possível utilizar imagens próximas da saída de campo, devido a grande quantidade de nuvens nestas imagens.

As imagens foram adquiridas gratuitamente no site da USGS, onde imagens recentes do satélite LandSat 8, sensor OLI estão disponíveis. Este satélite gera imagens georreferenciadas e por possuir a banda 8, que tem resolução espacial de 15 metros (cada pixel abrange uma área de 15x15 metros), auxiliando no mapeamento digital.

Tabela 10: Informações sobre estações do ano, saídas de campo na BHCM, Três Lagoas/MS, data da imagem e satélite utilizado, em 2014.

Estação/Ano	Início da Estação	Data da Saída de Campo	Satélite/Sensor Órbita/Ponto	Data da Imagem Utilizada
Verão/2014	21 de Dezembro	20 de Janeiro	Landsat 8/OLI 223/74	04 de Fevereiro
Outono/2014	21 de Março	11 de Abril	Landsat 8/OLI 223/74	09 de Abril
Inverno/2014	21 de Junho	5 de Setembro	Landsat 8/OLI 223/74	31 de Agosto
Primavera/2014	21 de Setembro	08/10 de Dezembro	Landsat 8/OLI 223/74	19 de Novembro*

Fonte: Earth Explorer.

No mapeamento, utilizou-se com algumas adaptações, a metodologia de Oliveira (2014), que consiste na utilização das bandas 4, 5, 6 e 8, bem como, os procedimentos descritos a seguir.

3.7.1. Procedimentos de Mapeamento

3.7.1.1. Criação do Banco de Dados Geográficos e Importação das Imagens de Satélite no ArcGis 10[®]

Primeiro passo na elaboração do mapeamento é a organização do Banco de Dados Geográficos - BDG, para a inclusão das informações geoespaciais, sejam elas matriciais (imagem) ou vetoriais (linhas e polígonos).

3.7.1.2. Reprojeção

Após a importação das imagens Landsat 8/OLI é obrigatória sua reprojeção, passando de WGS 84 UTM Zona 22S para a projeção SIRGAS 2000 UTM Zona 22S (utilizada esta projeção, pois foi adotado por lei, que todas as pesquisas realizadas no território brasileiro, é obrigatória a utilização desta projeção), sendo esta, utilizada para todas as informações do BDG. Este procedimento é elaborado com o módulo *Data Management Tools > Projections and Transformations > Raster > Project Raster*, conforme a **Figura 23**.

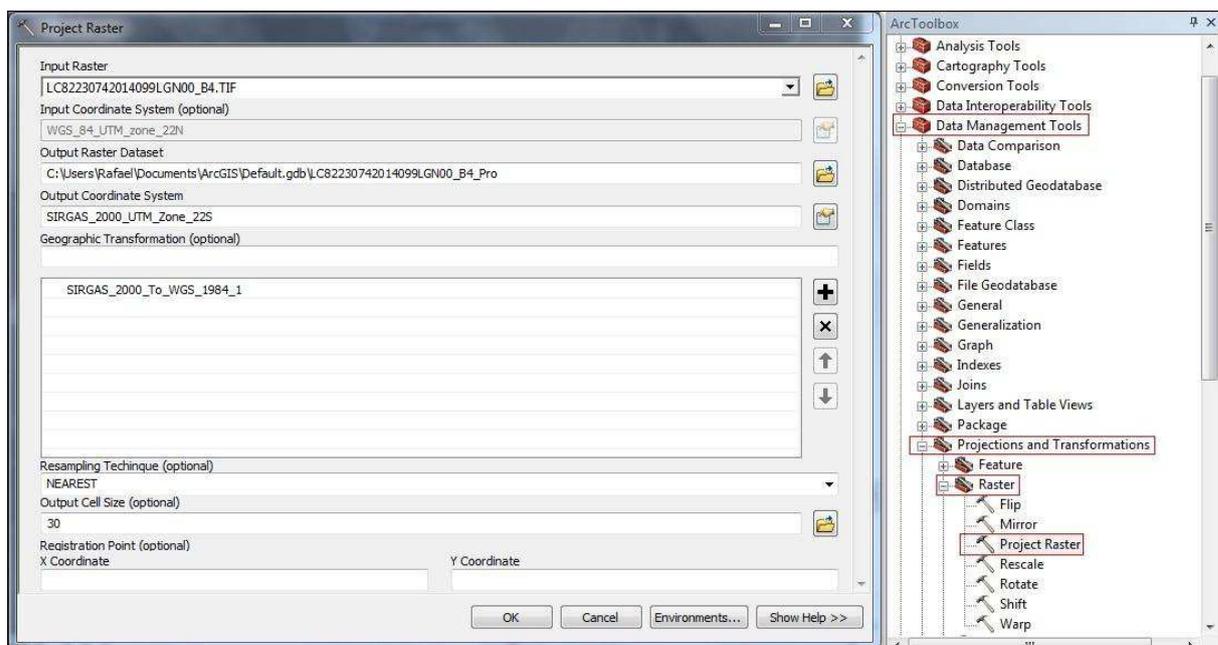


Figura 23: Procedimento utilizado para mudança de projeção da imagem.
Fonte: ArcGis 10[®].

3.7.1.3. Recorte das Imagens de Satélite

Depois reprojctadas, todas as imagens passaram pelo procedimento de “clip”, que é extraída a imagem de satélite apenas na área da delimitação da BHCM, seguindo a metodologia de Oliveira (2014), com pequenas adaptações (principalmente na sequência dos processos), foi realizado o recorte das bandas utilizadas (4, 5, 6 e 8), utilizando-se a delimitação da BHCM, por meio do módulo *Data Management Tools > Raster > Raster Processing > Clip*, conforme **Figura 24**.

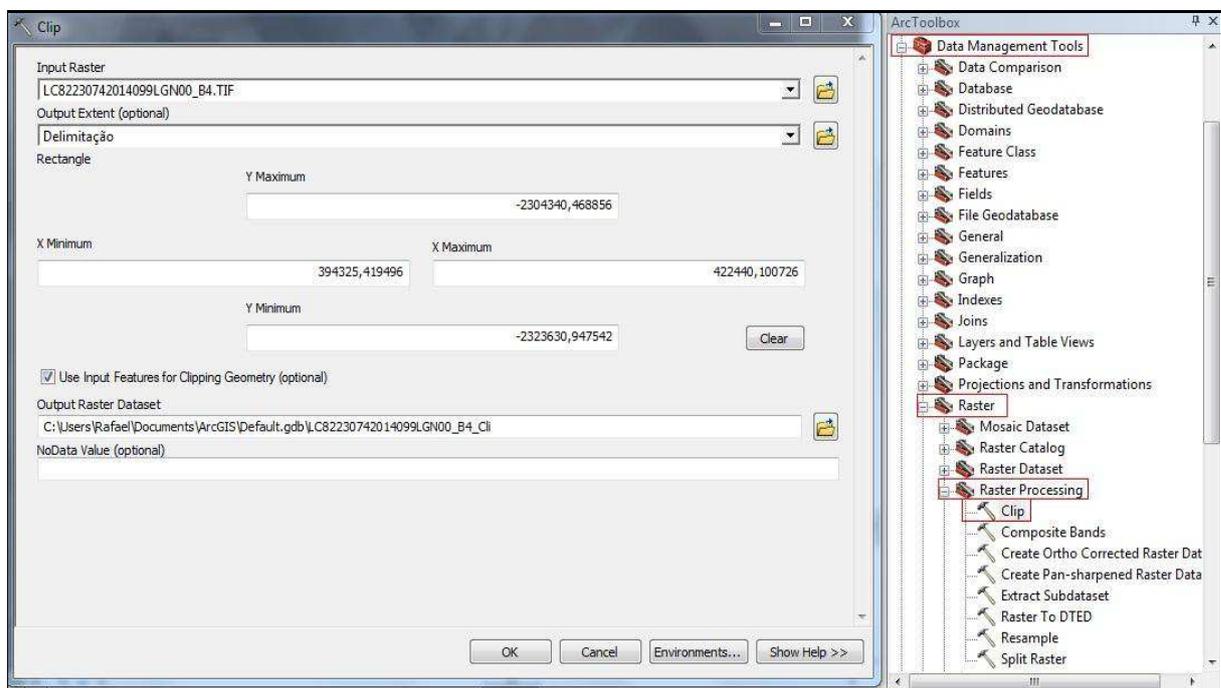


Figura 24: Recorte das imagens (bandas 4, 5, 6 e 8).

Fonte: ArcGis 10®.

3.7.1.4. Composição Colorida das Bandas

Logo após o recorte das imagens de acordo com a delimitação da BHCM, todas as bandas possuem tonalidades de cinza, sendo que a recomposição busca uma melhor visualização, discriminando e/ou realçando os objetos presentes nas imagens. Assim, a composição de bandas (na sequência: 4, 5 e 6) são associadas pelas cores RGB (R - *Red*, G - *Green* e B - *Blue*) para todas as estações do ano.

Esta composição foi realizada ainda no ArcGis® 10 com o módulo *Data Management Tools > Raster > Raster Processing > Composite Bands*. Sendo

adicionada na sequência, as bandas 4, 5 e 6, obedecendo a sequência das cores RGB, **Figura 25**.

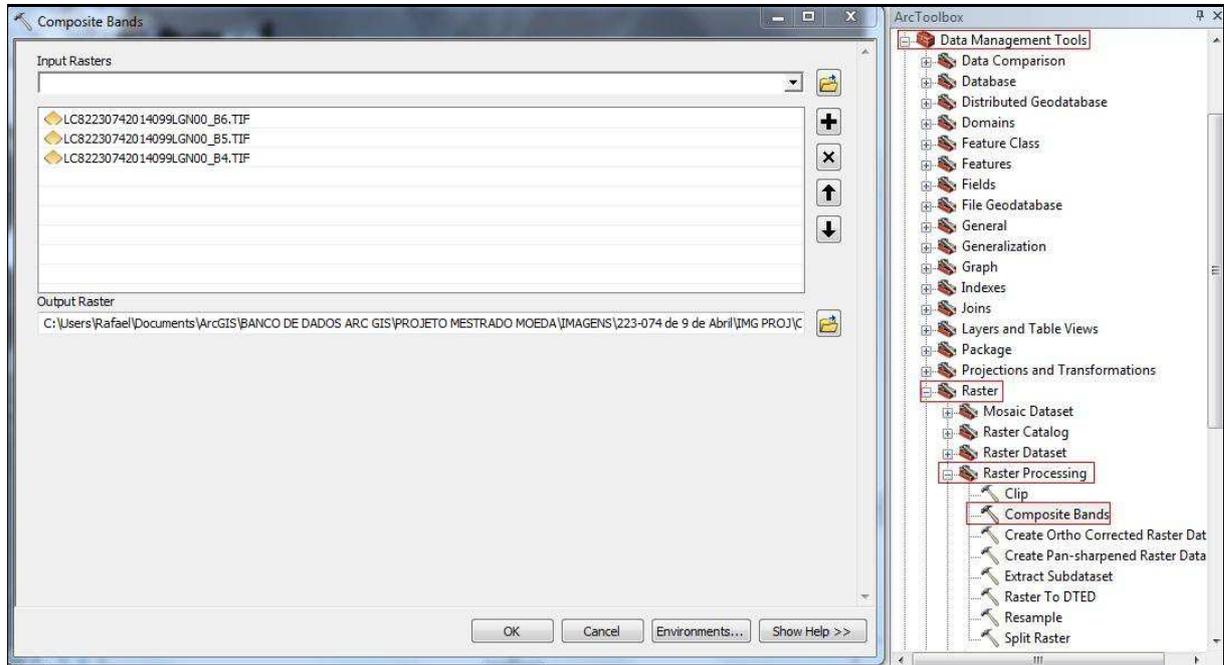


Figura 25: Composição BGR das bandas 6, 5 e 4, respectivamente.

Fonte: ArcGis 10[®].

3.7.1.5. Composição Pancromática

Após este procedimento, foi necessário, visando uma melhor resolução espacial, principalmente pelas bandas 4, 5 e 6 (bandas utilizadas nesta pesquisa) apresentarem uma resolução espacial de 30 metros e, a fim de melhorar a visualização e posteriormente, toda a classificação do uso, cobertura e manejo da terra, foi realizada a fusão com a banda 8 que, por ser uma pancromática com 15 metros de resolução, acaba modificando o produto final, resultando em uma melhor exatidão na segmentação e classificação.

Foi adicionada a imagem pancromática por meio do módulo *Data Management Tools > Raster > Raster Processing > Create-Pan-sharpened Raster Dataset*, levando em consideração, que todas as imagens já estão recortadas, **Figura 26**.

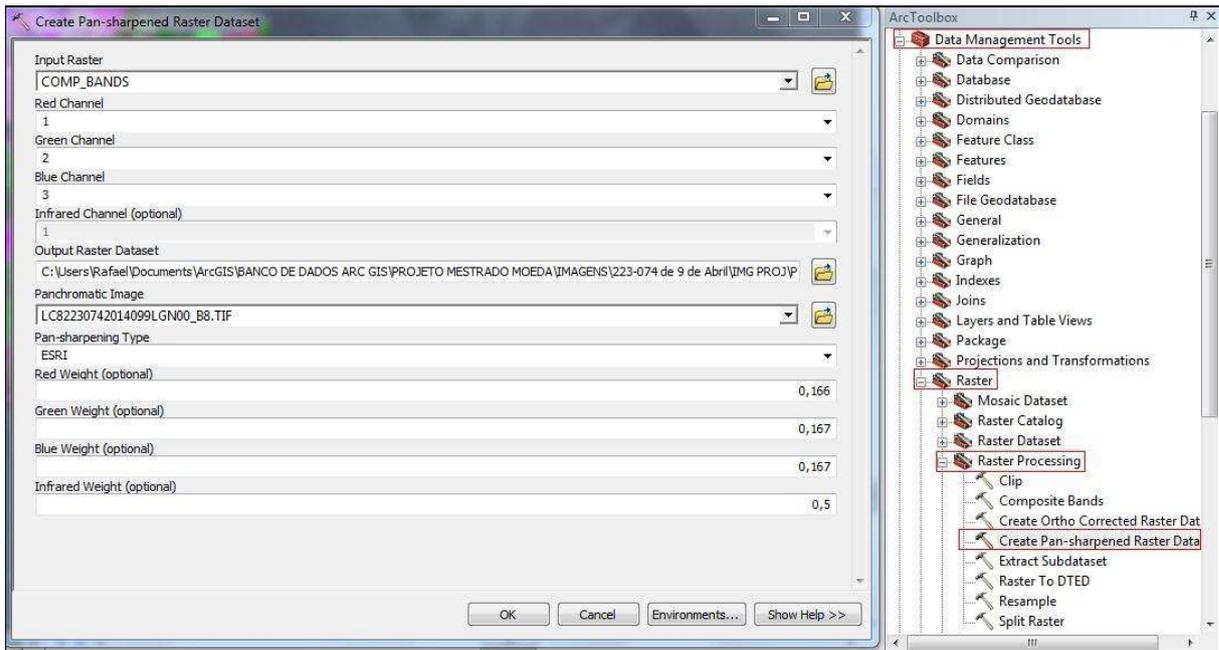


Figura 26: Composição pancromática no SIG ArcGis 10[®].
Fonte: ArcGis 10[®].

3.7.1.6. Exportação dos dados para o Spring 5.2.6[®]

O mapeamento do uso, cobertura e manejo da terra na BHCM, possui várias etapas, consistindo no emprego de dois SIG's, ArcGis 10[®] e Spring 5.2.6[®]; de acordo com Oliveira (2014). Diante disto, a adição, recorte, composição de bandas e elaboração da imagem pancromática é realizada no ArcGis 10[®], bem como o resultado final do mapeamento. Entretanto, a segmentação, classificação e mapeamento optou-se pela utilização do SIG Spring, principalmente, pelo nível de detalhe que este SIG obtém neste caso.

Assim, todos os dados, a imagem pancromática (formato Tiff.) e a delimitação da BHCM (shapefile), foram exportadas para uma pasta já designada para adição no Spring, este procedimento é realizado por meio do módulo *Data > Export Data*, **Figura 27.**

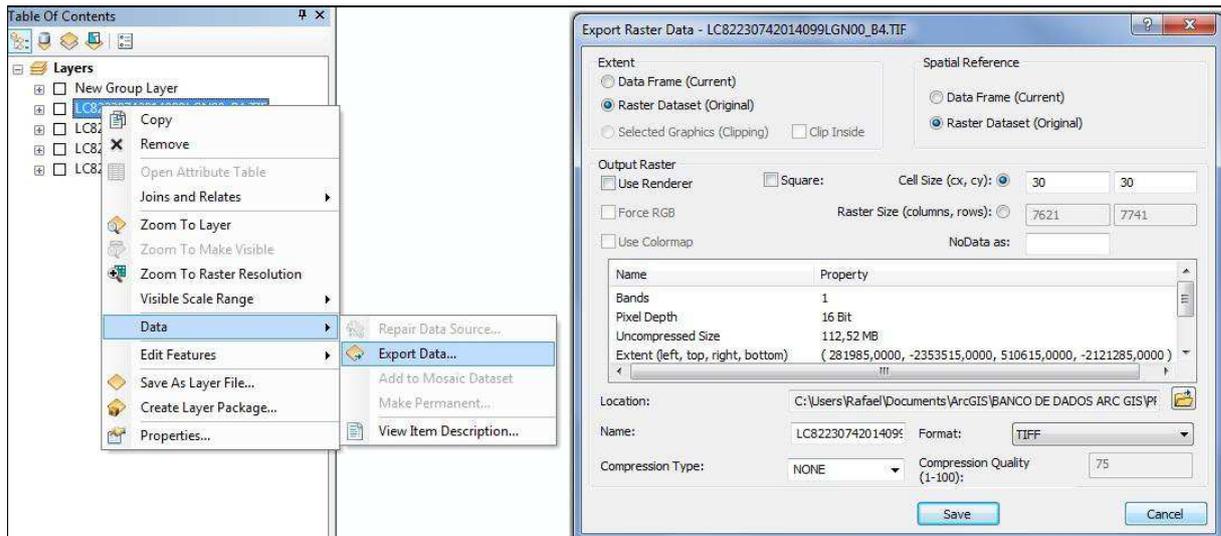


Figura 27: Exportação dos dados do ArcGis 10[®] para Spring 5.2.6[®].
Fonte: ArcGis 10[®].

3.7.1.7. Criação do Banco de Dados Geográficos e Importação das Imagens de Satélite no Spring 5.2.6[®]

Após a exportação das informações, foi criado um BDG no *software* Spring 5.2.6[®], com as coordenadas de delimitação do projeto: Longitude1: O 53° 3' 54.00000000" Latitude1: S 21° 1' 31.00000000" Longitude2: O 51° 42' 5.00000000" Latitude2: S 20° 49' 1.00000000".

É necessário destacar que a projeção utilizada é a mesma que no ArcGis 10[®], ou seja, UTM/Datum->SIRGAS2000, **Figura 28**.

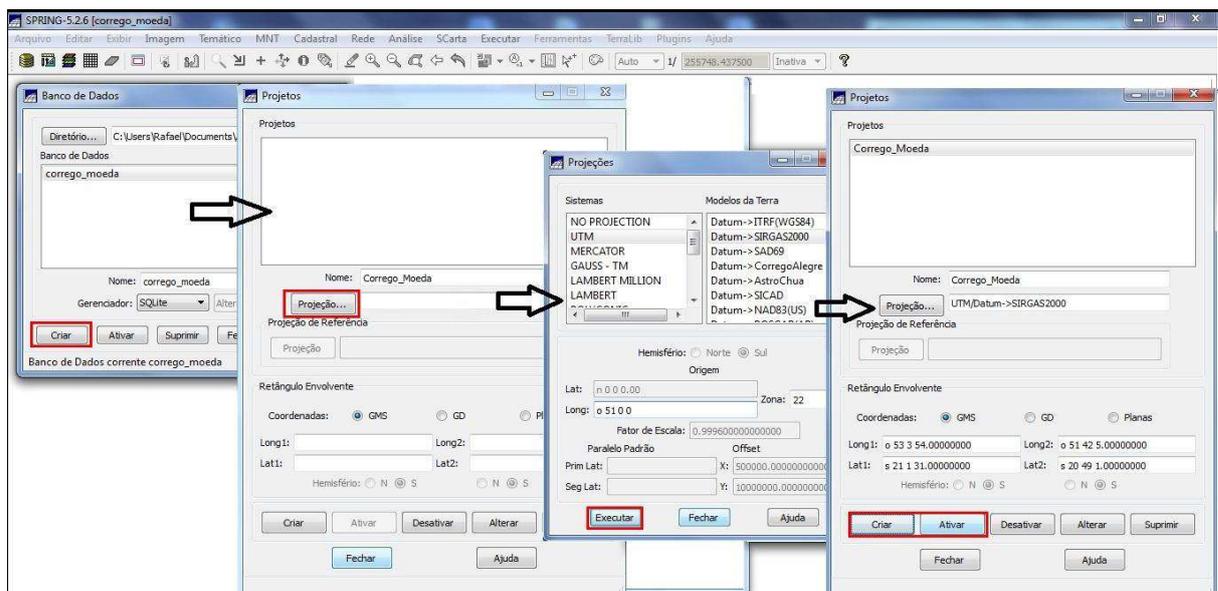


Figura 28: Método para criação do banco de dados geográficos no Spring 5.2.6[®].
Fonte: Spring 5.2.6[®].

Após o procedimento de criação do projeto, foi realizada a importação dos dados, começando pelo limites da BHCM (Arquivo/Importar/Importar Dados Vetoriais e Matriciais) e posteriormente, as imagens pancromáticas, **Figura 29**. Quando é importada a imagem pancromática, automaticamente é criada as 3 bandas coloridas BGR utilizadas, feito isso no módulo *Arquivo > Abrir Imagem > Abrir > (arquivo da imagem pancromática) > Materializar no Spring*.

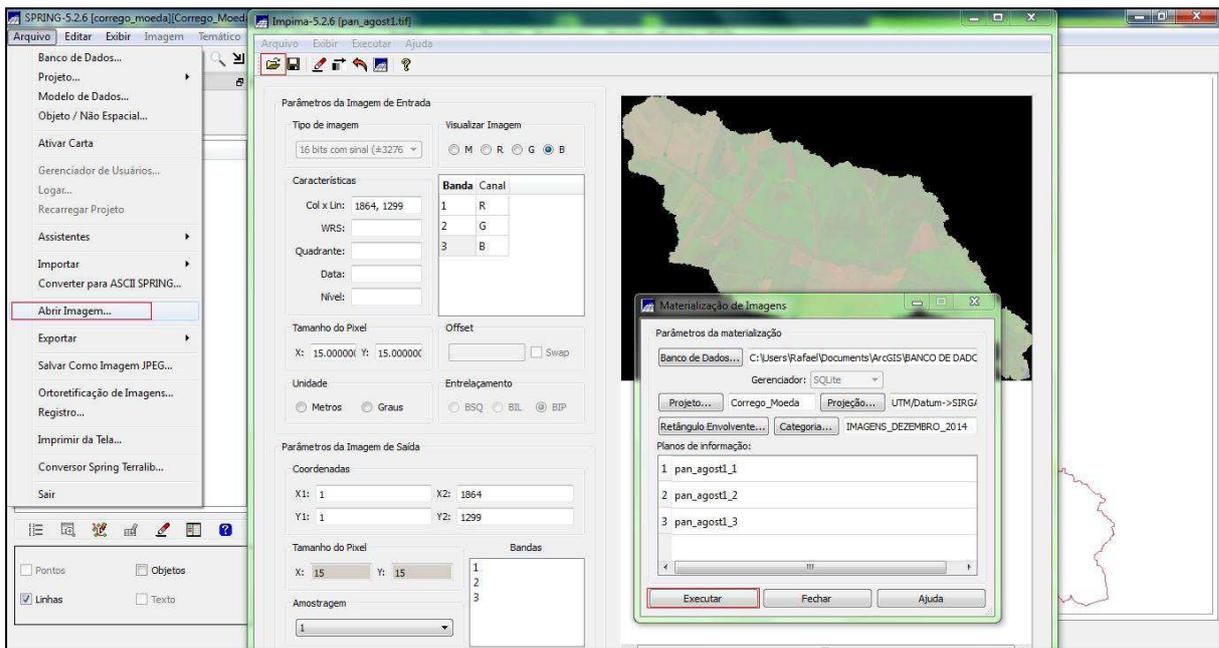


Figura 29: Procedimento utilizado para mudança de projeção da imagem da BHCM, Três Lagoas/MS.
Fonte: Spring 5.2.6®.

3.7.1.8. Realce do Contraste e Elaboração da Imagem Sintética

Com a imagem já materializada no SIG, foi necessária a realização do realce do contraste, visando uma melhor visualização, destacando sua composição RGB. Para isso, foi utilizado o tipo de contraste Equalizar Histograma, conforme **Figura 30**, que foi considerado o melhor contraste dentre todos, pois realçou de forma satisfatória as cores da imagem pancromática. Após este procedimento é necessário o salvamento desta imagem de forma sintética.

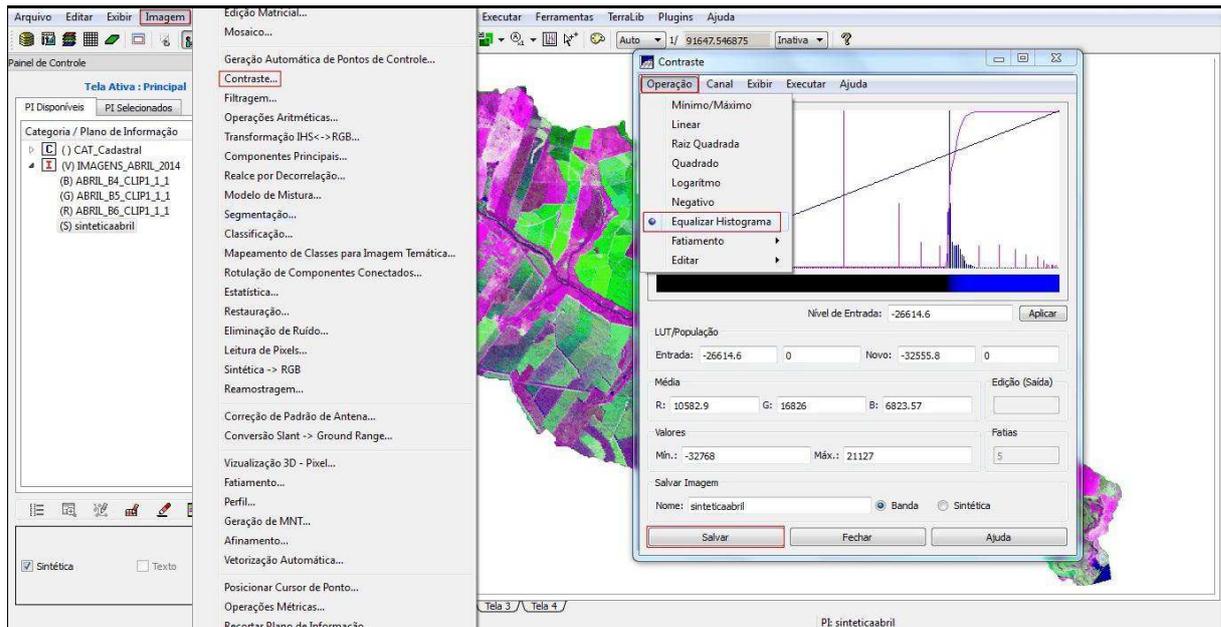


Figura 30: Contraste utilizado no Spring 5.2.6[®]; foi equalizar histograma.
Fonte: Spring 5.2.6[®].

Outro procedimento indispensável em sequência é efetuar *Imagem > Sintética RGB*, fazendo com que a imagem sintética criada anteriormente possua as cores RGB, **Figura 31**, podendo assim efetuar, posteriormente, a segmentação da destas imagens.

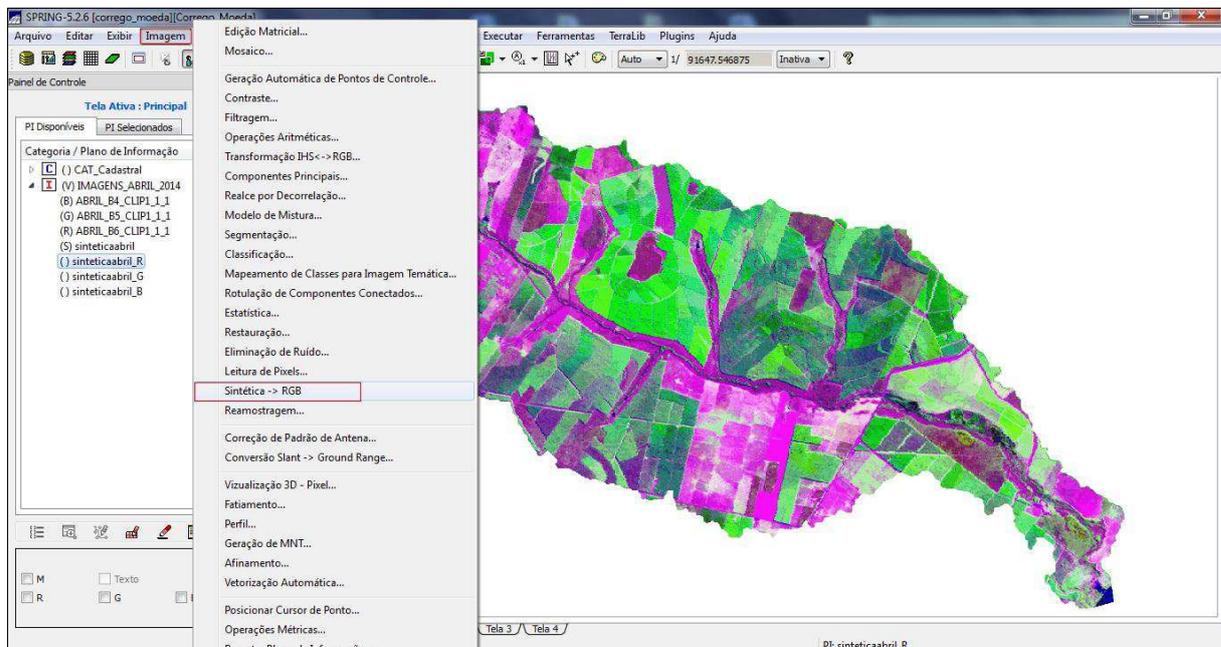


Figura 31: Procedimento utilizado para mudança de projeção da imagem da BHCM, Três Lagoas/MS.
Fonte: Spring 5.2.6[®].

3.7.1.9. Segmentação das Imagens de Satélite

Após a composição RGB da imagem sintética, foi realizada a segmentação da imagem de satélite, por meio do módulo *Imagem > Segmentação*, utilizando-se do método de crescimento de regiões, onde foram utilizados valores de similaridade um (1) e para área (pixels) vinte (20), **Figura 32**, adaptando-se da metodologia de Oliveira (2014) na qual o autor utilizou para área (pixels) trinta (30), entretanto, esta segmentação não separou algumas regiões na área da BHCM, sendo necessária uma diminuição nos valores de pixels. O número 20 acabou sendo considerado ideal para esta área, pois diferenciou com maior exatidão as regiões distintas. Com essa segmentação (1x20) obteve-se um melhor detalhamento para a futura classificação temática.

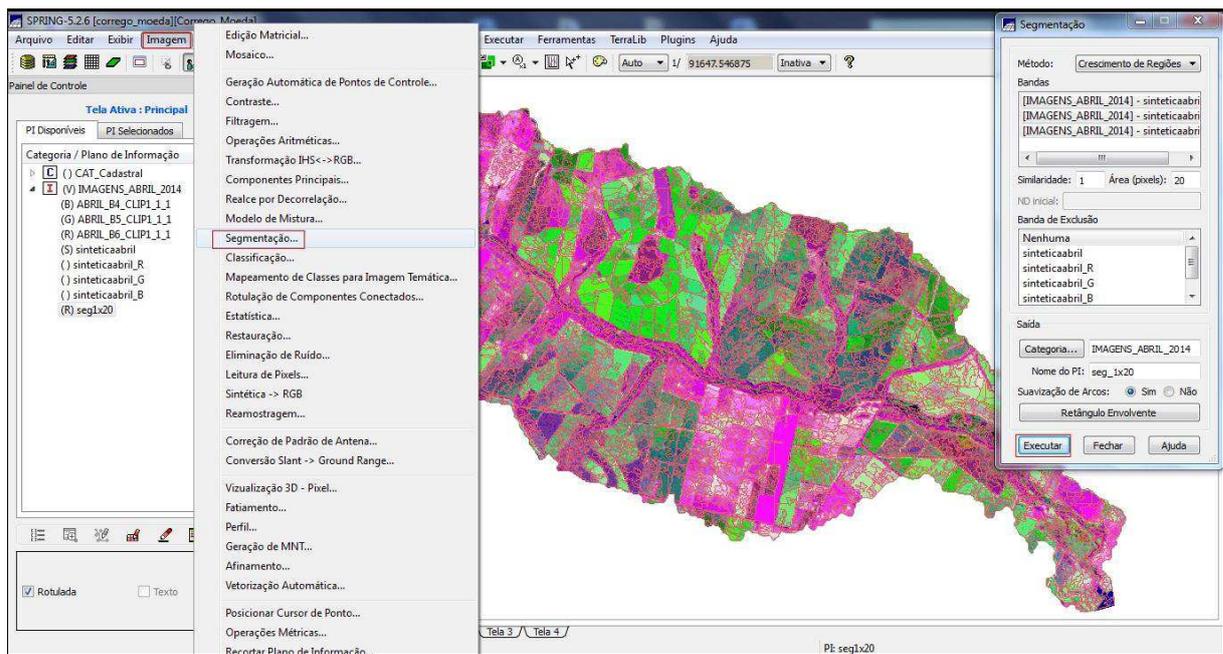


Figura 32: Processo de segmentação de 1x20 da BHCM, Três Lagoas/MS.
Fonte: Spring 5.2.6®.

3.7.1.10. Classificação das Imagens de Satélite

Posteriormente ao procedimento de segmentação das imagens, foi realizada a classificação por um processo não supervisionado no *software* Spring 5.2.6®; criando um contexto utilizando a segmentação 1x20.

Essa classificação (Histograma), **Figura 33**, foi utilizada devido a quantidade de classes que pode ser criada, neste caso, optou-se por cinquenta, obtendo assim, um maior detalhamento e redução no conflito das classes, auxiliando na classificação final e em sua visualização.

De acordo com Oliveira (2014) o classificador por histograma é um algoritmo de *clustering* de regiões que ao invés de usar a distância euclidiana entre as médias das regiões, computa a diferença entre os histogramas das regiões.

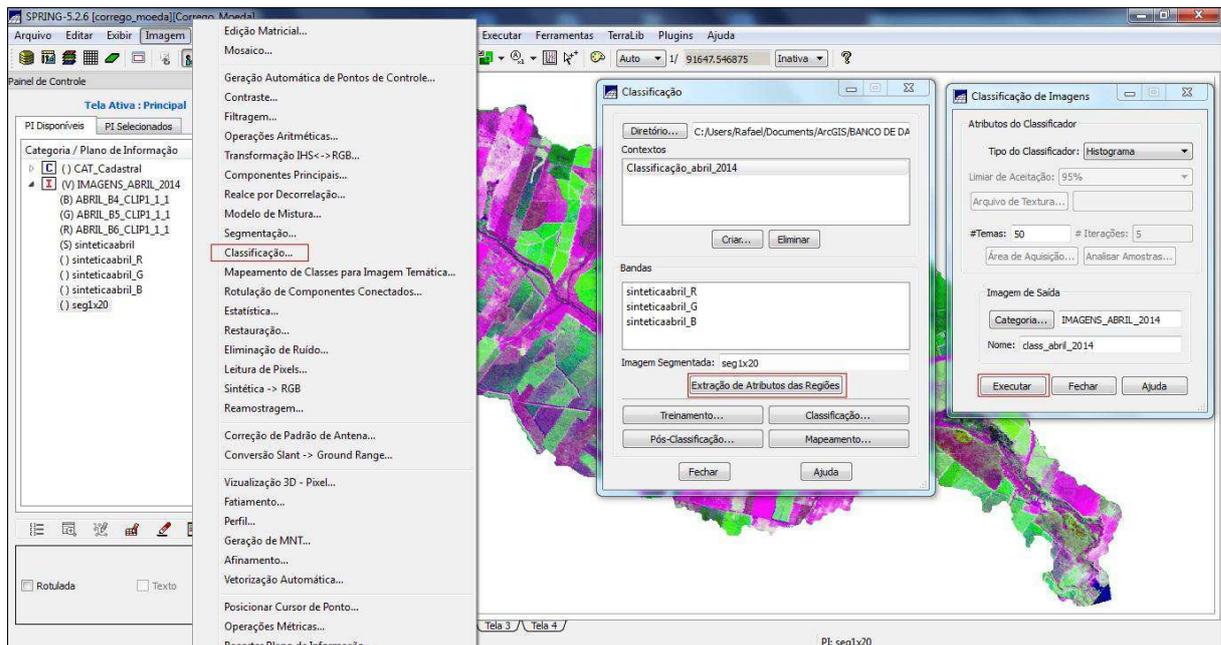


Figura 33: Procedimento utilizado para classificação da BHCM, Três Lagoas/MS.
Fonte: Spring 5.2.6®.

3.7.1.11. Classes de Mapeamento e Classes Temáticas

Com a classificação executada de todas as estações do ano, foi necessária a criação de classes de mapeamento, para que os dados se tornem temáticos e não matriciais, como é até este procedimento. A criação destes dados temáticos, foi realizada por meio do módulo *Imagem > Classificação > Mapeamento*, com isso utilizando-se das classes automáticas, conforme **Figura 34**, foram criadas cinquenta classes temáticas para cada estação do ano.

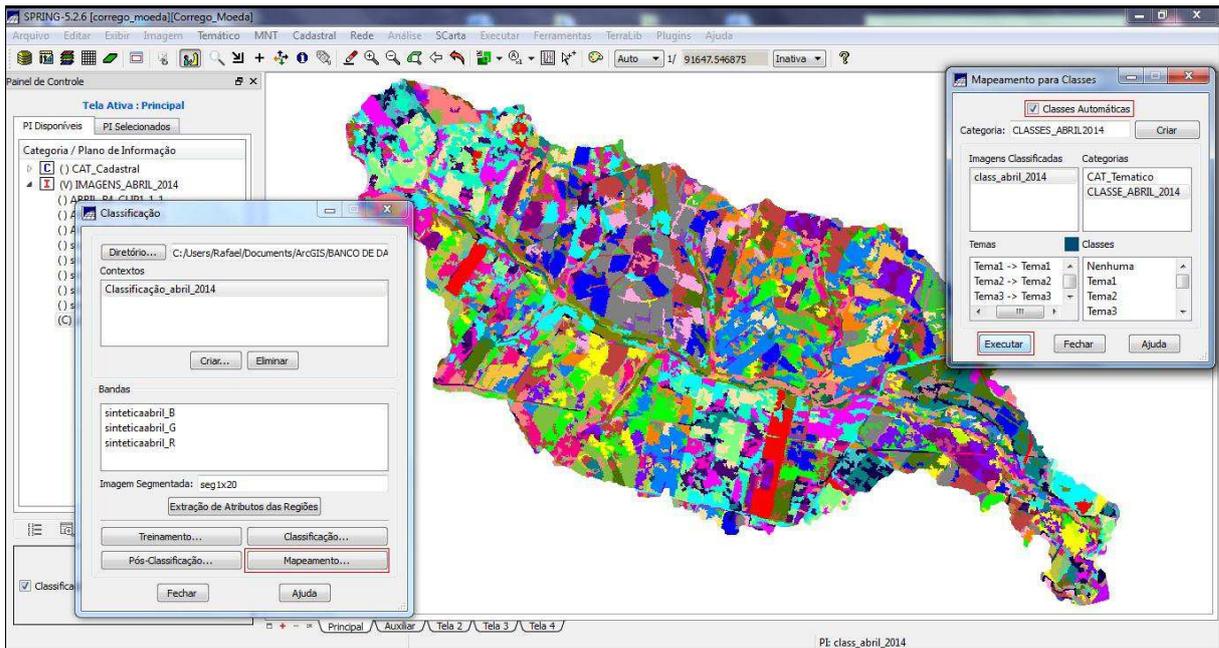


Figura 34: Criação de classes do mapeamento temático da BHCM, Três Lagoas/MS.
Fonte: Spring 5.2.6®.

Após todas estas classes de classificação ter sido transformada em classes temáticas, foi necessária que ocorra outra transformação, desta vez ocorre a mudança de arquivos matriciais para vetoriais, **Figura 35**, fazendo com que as classes sejam polígonos e linhas, podendo assim, ser alteradas.

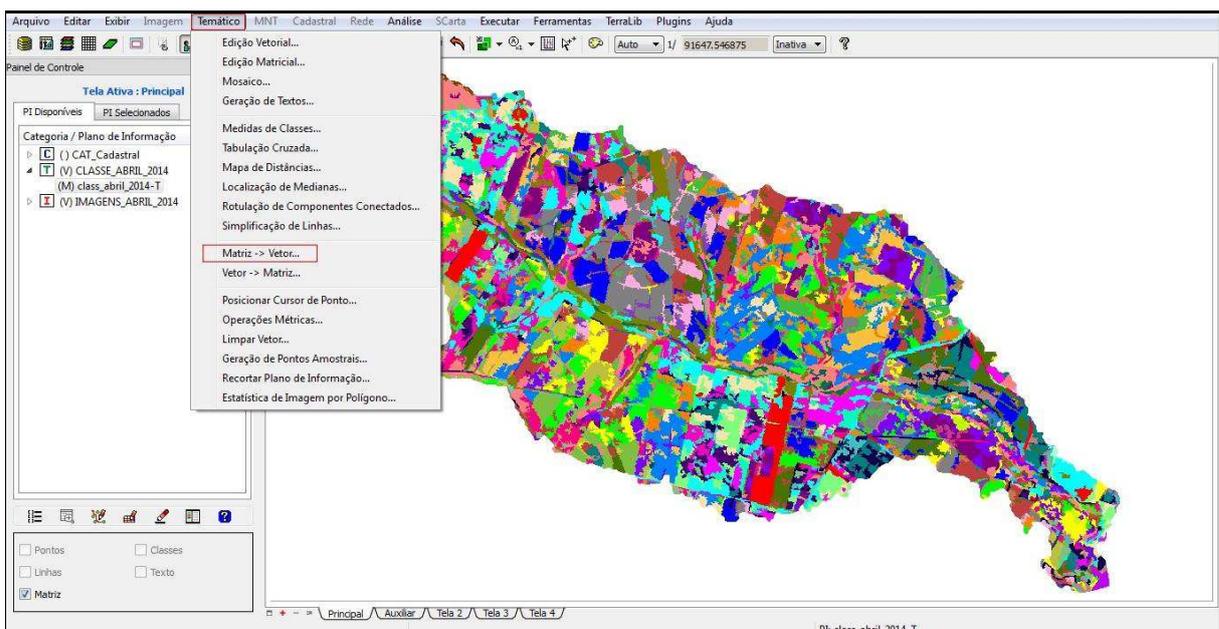


Figura 35: Procedimento utilizado para alteração de arquivos matriciais para vetoriais.
Fonte: Spring 5.2.6®.

3.7.1.12. Exportação dos dados do Spring 5.2.6[®] e a Importação no ArcGis 10[®]

Este procedimento descrito anteriormente foi empregado na medida em que ocorreu uma reclassificação supervisionada, portanto, fez-se necessário que estes arquivos vetoriais criados, fossem exportados novamente para o SIG ArcGis 10[®], por meio do módulo *Arquivo > Exportar > Exportar Dados Vetoriais e Matriciais*, utilizando o formato shapefile, conforme **Figura 36**.

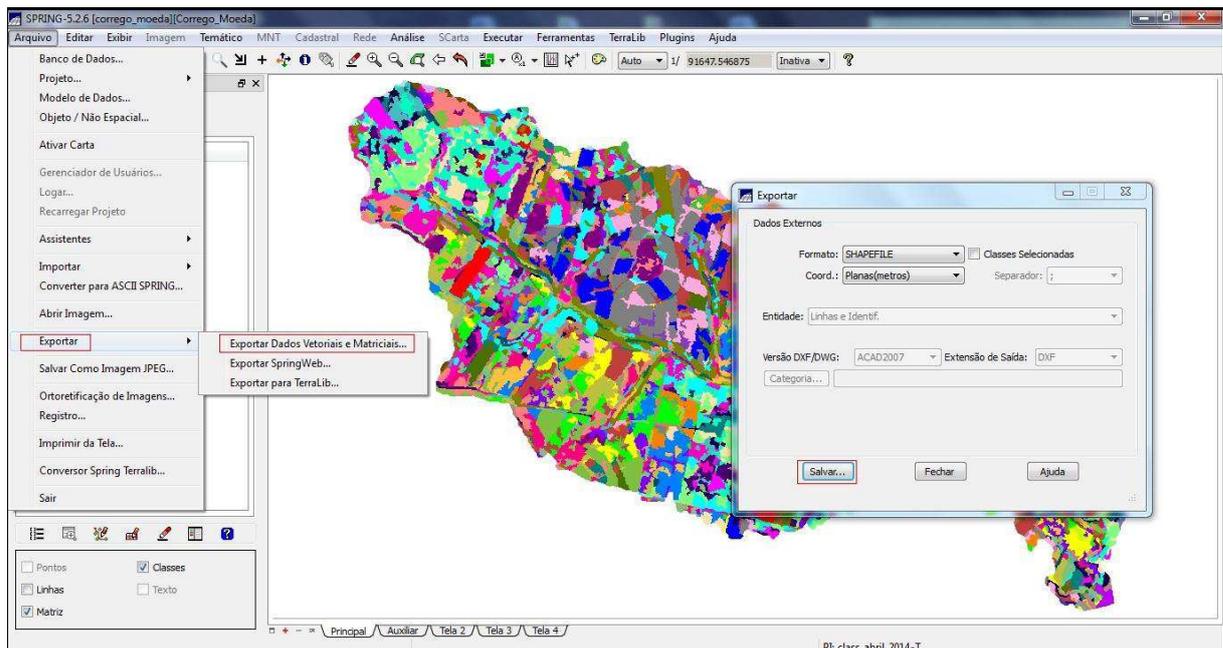


Figura 36: Exportação dos arquivos vetoriais da BHCM, Três Lagoas/MS.
Fonte: Spring 5.2.6[®].

3.7.1.13. Reclassificação das Classes de Uso e Cobertura da Terra

As imagens classificadas foram importadas para o SIG ArcGis 10[®], para ajustar algumas variações, buscando assim analisar cada região e alterando aquelas que apresentavam erros, levando em consideração as tonalidades de cores para cada classe existente na BHCM, conferindo cada região de acordo com a realidade mostrada na imagem de satélite, **Figura 37**.



Figura 37: Procedimento utilizado para reclassificação no ArcGis 10[®] da BHCM, Três Lagoas/MS.

Fonte: ArcGis 10[®].

Na reclassificação das classes de uso, cobertura da terra, foi utilizado o conhecimento adquirido em campo, bem como a análise das imagens trabalhadas, criando-se oito classes: Cerrado; Cerrado Úmido; Cultivo de Eucalipto; Cultivo de Seringueira; Edificações; Florestal; Pastagem; Solo Exposto. Buscando aplicar cores temáticas que auxiliem na identificação das classes nos mapas elaborados. Para tanto, foram criadas chaves de interpretação visual, conforme a **Figura 38** e **Quadro 4**.

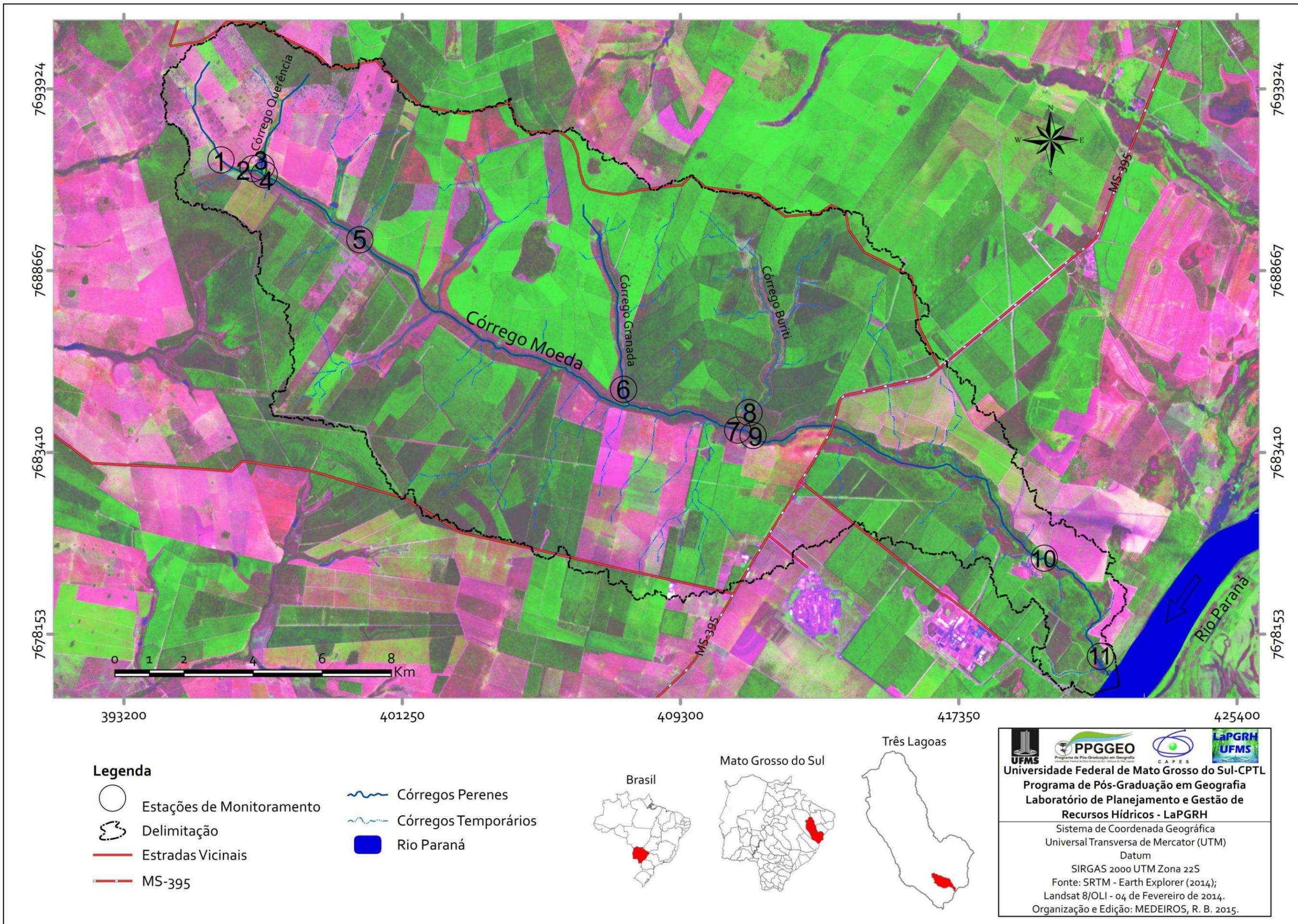
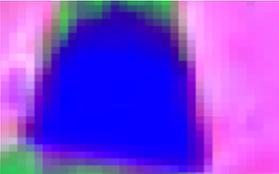
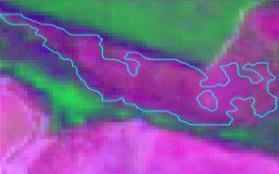
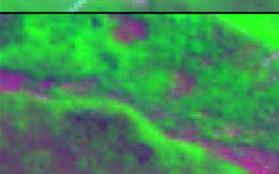
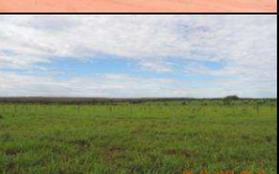
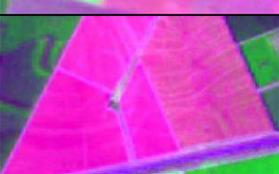


Figura 38: Carta Imagem para a classificação temática do uso e cobertura da terra da BHCM, Três Lagoas/MS, em 2014.

Quadro 4: Chave de interpretação visual para classificação temática do uso e cobertura da terra da BHCM, Três Lagoas/MS, em 2014.

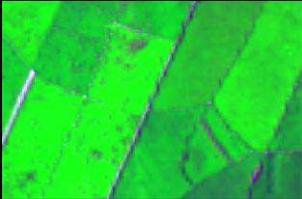
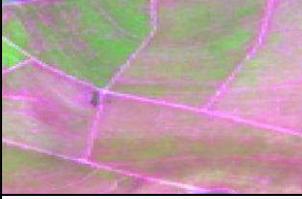
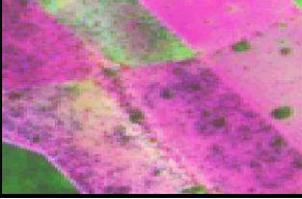
Classes Temáticas	Características do Uso e Cobertura da Terra	Cores	Amostra para Classificação das Imagens de Satélite	Área
Água	Abrangeu todos os mananciais fluviais, sejam eles recursos hídricos ou não, visto que, nem toda água é considerada recurso hídrico, já que depende de sua utilização e disponibilidade. Contudo na interpretação e classificação do uso, cobertura e manejo da terra, a quantidade da classe Água acaba sofrendo alterações, pois a vegetação encobre os cursos fluviais não obtendo um valor exato desta classe.	R = 0 G = 92 B = 230		
Cerrado	Foi determinada pelo tipo de vegetação encontrada em manchas dispersas ao longo da BHCM e principalmente nas proximidades dos cursos fluviais no médio curso do Córrego Moeda. Esta classe abrangeu os sistemas com árvores secas e de galhos tortuosos, que proporcionam cobertura de 10 a 60%. Quase todas as árvores são relativamente baixas, não alcançando 12 metros de altura, de acordo com dados do Instituto Agrônomo de São Paulo - (IAC/SP).	R = 85 G = 255 B = 0		
Cerrado Úmido	Abrangeu locais com formações preferencialmente herbáceo-subarbustivas que ocorrem em terrenos úmidos ou alagados. Estes campos ocorrem geralmente em terrenos planos nos fundos de vale, podendo ou não estar associadas as áreas de nascentes ou depressões que acabam acumulando água, (EITEN 1992).	R = 199 G = 232 B = 255		
Cultivo de Eucalipto	Está relacionado à monocultura comercial de eucalipto, presente em grandes áreas da BHCM, este tipo de cultura deixa o solo praticamente em repouso com um aumento significativo do material vegetal advindo de galhos e folhas que caem na superfície, que acaba favorecendo mais a proteção do solo do que em áreas ocupadas por pastagens, por exemplo. Este cultivo demora aproximadamente sete anos para ser colhido e requer apenas algumas ações do homem sobre o solo, podendo até ser cultivado em solos com baixa fertilidade e não exige tantos nutrientes ou defensivos agrícolas, (PLANO DE MANEJO FIBRIA, 2014).	R = 255 G = 255 B = 0		
Cultivo de Seringueira	Segundo o IAC/SP, possui um desenvolvimento radicular, onde é recomendado que o plantio seja em solos com textura média, boa profundidade, argilosos e mal drenados. Em locais com relevo ondulado, é necessário promover um plantio sempre com curvas de nível, mas sem ultrapassar 5% de inclinação do terreno.	R = 255 G = 0 B = 0		
Edificações	Compreendeu construções antrópicas, desde sede de fazendas, estação meteorológica da Fibria MS Celulose Ltda.; e as demais instalações presentes na BHCM.	R = 255 G = 0 B = 197		
Florestal	São as que mais representam a manutenção do equilíbrio dos ecossistemas, apresenta estruturas complexas capazes de conter efeitos dos ventos, escoamento superficial e promovem uma melhor fixação do solo, devido à suas raízes serem profundas. A verticalização desta classe acaba protegendo o solo, pois os topos das árvores promovem uma cobertura considerável e acabam exercendo papel de filtro biológico, proporcionando assim, menor infiltração. Esta classe foi encontrada nas proximidades dos cursos fluviais, principalmente no baixo curso e nas reservas legais ao longo de toda a BHCM.	R = 38 G = 115 B = 0		
Pastagem	Esta classe pode ser diferenciada, variando de acordo com os locais, podendo servir para criação de gado de corte, outras sem nenhum tipo de pecuária, principalmente formada por <i>Brachiaria</i> . Contudo, devido à dificuldade em definir os tipos de pastagem que existe na área e sua utilização, foi determinado a junção em apenas uma classe.	R = 168 G = 112 B = 0		
Solo Exposto	Determinados pela falta de cobertura vegetal, sendo terras que estão sendo preparadas para plantio ou apenas sem vegetação. Estas áreas são as mais vulneráveis aos processos erosivos, principalmente devido a falta de vegetação que proteja o solo, podendo ocasionar grandes degradações ao meio ambiente.	R = 156 G = 156 B = 156		

Todas estas classificações foram efetuadas estacionalmente, não havendo grandes variações, contudo, devido ao corte de talhões de eucalipto, sua análise estacional se faz necessária, de acordo com a metodologia proposta por Oliveira (2014), ou seja, de forma indutiva de acordo com a reflectância dos pixels e o conhecimento da área de estudo, garantindo a eficácia dos resultados.

3.7.2. Manejo da Terra

Juntamente com a evolução do uso, cobertura da terra na BHCM, foi realizada a classificação dos locais em que é possível identificar a presença de manejo da terra, que auxilia na conservação deste ecossistema. As classes de manejo da terra encontradas na BHCM foram Manejo de Pastagem Cultivada e Animal; Manejo de Eucalipto Comercial; Manejo de Solo Exposto para Eucalipto Comercial; Manejo de *Hevea Brasiliensis*, conforme o **Quadro 5**.

Quadro 5: Chave de interpretação visual para classificação temática do manejo da terra da BHCM, Três Lagoas/MS, em 2014.

Classes	Nomenclatura	Legenda	Amostra para Classificação das Imagens de Satélite	Área
Manejo de Pastagem Cultivada e Animal	MPCA	Provável utilização animal com curvas de nível, ficando dispostas perpendicularmente às inclinações e rampas no relevo. Com a utilização das curvas de nível, ocorre a redução da velocidade de escoamento das águas superficiais, contribuindo para a retenção de elementos solúveis no solo, aumentando a infiltração.		
Manejo de Eucalipto Comercial	MEC	Esta forma de manejo, de acordo com Oliveira (2014) constitui-se de um conjunto de técnicas aplicadas no plantio, extração e replantio de madeira.		
Manejo de Solo Exposto para Eucalipto Comercial	MSEEC	Neste tipo de manejo é realizado em todo talhão de eucalipto cortado para produção de papel e celulose. Este manejo consiste no corte, adubação e replantio do eucalipto.		
Manejo de Hevea Brasiliensis	MHB	Neste manejo é necessário levar em consideração que a planta tem um ciclo perene, portanto, a produção poderá durar aproximadamente 20 a 30 anos. Contudo, para um correto programa de adubação em todas as suas fases, é importante o conhecimento das características dos solos destes locais.		
Sem Manejo	SM	Área sem qualquer tipo de manejo podendo ser formada por pastagens, bem como, áreas florestais.		

3.8. Qualidade Físico Química das Águas Superficiais

A qualidade das águas superficiais é definida devido às suas características físicas e químicas, as quais são determinadas por meio de análises realizadas em trabalhos de campo. Na análise dos parâmetros para mensuração da qualidade das águas superficiais da BHCM foi utilizado o Horiba U-50 Series Multiparameter water Quality Unit's para a medição e geração dos parâmetros aferidos no campo. Cada variável tem sua importância na análise da qualidade das águas. Os principais parâmetros são o Oxigênio Dissolvido (OD), pH, Temperatura do ar e da água, Condutividade elétrica, Turbidez. Ainda foram mensurados alguns parâmetros auxiliares como, no caso desta análise, o Potencial Redox ou Óxido-redução (ORP) e os Sólidos Totais Dissolvidos (TDS).

Para a análise dos parâmetros para a verificação da qualidade das águas superficiais do Córrego Moeda, foram empregados os equipamentos e métodos, relacionados no **Quadro 6** e **Figuras 39 e 40**.

Quadro 6: Parâmetros, equipamento e métodos utilizados para análise da qualidade das águas superficiais da BHCM, Três Lagoas/MS.

Parâmetros	Método	Definição
Oxigênio Dissolvido - OD	Espectrofotométrico	O Oxigênio Dissolvido – OD é um gás solúvel em água, com concentrações variadas. Segundo Araújo <i>et. al.</i> (2004) o oxigênio dissolvido pode ser utilizado como indicador de qualidade das águas superficiais, pois a proliferação bacteriológica depende diretamente de suas concentrações, constituindo de metodologia de rápida análise, passível de realização no campo. O teor de OD expressa a quantidade de oxigênio dissolvido presente no meio, sendo que a sua concentração está sujeita às variações diárias e sazonais em função da temperatura, da atividade fotossintética, da turbulência da água e da vazão do rio (PALMA-SILVA, 1999), podendo reduzir-se na presença de sólidos em suspensão e de substâncias orgânicas biodegradáveis, como esgoto doméstico, vinhoto e certos resíduos industriais (MATHEUS <i>et. al.</i> , 1995).
Condutividade Elétrica - CE	Eletrométrico	A Condutividade Elétrica – CE é a capacidade que a água possui de conduzir corrente elétrica. Este parâmetro está relacionado com a presença de íons dissolvidos na água, que são partículas carregadas eletricamente. Quanto maior for a quantidade de íons dissolvidos, maior será a condutividade elétrica da água. Em águas continentais, os íons diretamente responsáveis pelos valores da condutividade são, entre outros, o cálcio, o magnésio, o potássio, o sódio, carbonatos, carbonetos, sulfatos e cloretos (SILVA e HERMES, 2004). A Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB (2008), a quantidade de sais existentes na água superficial, pode representar indiretamente a concentração de poluentes, geralmente, em níveis superiores a 100 µS/cm, indica que o ambiente foi impactado. A condutividade da água aumenta à medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados e altos valores podem indicar características corrosivas da água.
Turbidez	Eletrométrico	A turbidez para Pinto (1998) é a alteração da penetração da luz provocada por partículas em suspensão, como bactérias, argilas e silte ou fontes de poluição que lançam materiais finos e outras substâncias na água. Certamente, a presença dessas substâncias provoca a dispersão e a absorção da luz, dando à água aparência nebulosa, esteticamente indesejável e potencialmente perigosa. Enfim, um alto valor de turbidez prejudica criando uma barreira sobre a água, reduzindo a fotossíntese da vegetação enraizada submersa e das algas. Esse desenvolvimento reduzido pode suprimir a produtividade de peixes, além disso, afeta adversamente os usos doméstico, industrial e recreacional da água. Von Sperling (1996) afirma que, quando advindo por fatores naturais, a turbidez não ocasiona problemas sanitários diretos a não ser a questão estética. Entretanto, indiretamente os sólidos suspensos possuem capacidade de abrigar microorganismos capazes de produzir doenças nocivas ao homem, principalmente se a origem da elevada turbidez for antrópica, pois previamente está associada a compostos tóxicos.
pH	Eletrométrico	O Potencial Hidrogeniônico – pH é quimicamente a medida de concentração de íons H ⁺ e íons OH ⁻ presentes na solução, é uma das determinações de qualidade de água mais frequentemente executadas, apresentando a acidez ou a alcalinidade das águas, que podem ter origens em fatores naturais do terreno ou resultantes de poluentes dissolvidos na água. A escala de pH é constituída de uma série de números variando de 0 a 14, os quais denotam vários graus de acidez ou alcalinidade. Valores abaixo de 7 e próximos de zero indicam aumento de acidez, neutra valor igual a 7, enquanto valores de 7 a 14 indicam aumento da basicidade. Os peixes vivem em uma determinada faixa de valor de pH, que na maioria das vezes os valores oscilam entre 5,5 e 7,5, geralmente os peixes adoecem rapidamente quando o valor de pH é inferior a 4,5 ou maior que 9,0. A vida aquática depende do pH, sendo recomendável a faixa de 6 a 9. (CETESB, 1987).
Temperatura Ar e Água	Eletrométrico	Silveira (2004) a temperatura da água é um fator importante na regulação das características físicas e bióticas dos riachos. E, certamente lagos, lagoas e lagoas se assemelham a essa definição. A Temperatura (°C) acelera as reações químicas, reduz a solubilidade dos gases, acentua a sensação de sabor e odor. A temperatura da água é tratada como um fator importante na regulação das características físicas e bióticas dos riachos. Com o corte da vegetação ripária há um aumento da temperatura da água, diminuindo a capacidade de solubilização do oxigênio.
Potencial Redox – ORP	Eletrométrico	Esta variável está relacionada ao potencial de redução das soluções aquosas, podem variar de acordo com a perda e recebimento de elétrons de uma solução. Todo esse processo pode ser medido de acordo com a diferença entre potencial de eletrodo metálico e eletrodo similar aos analisadores de pH. Sua unidade de medição é milivolt, que em um sistema de água pura, encontra-se entre 200 e 300 mV.
Sólidos Totais Dissolvidos - TDS	Eletrométrico	Os Sólidos totais dissolvidos – TDS (mg/L) são conjuntos de sais dissolvidos na água (cloretos, bicarbonatos, sulfatos e outros em menor proporção) formam o conjunto dos sólidos dissolvidos totais na água, parâmetros devem-se fundamentalmente ao tipo de solo que a água atravessa, e traduzem a quantidade de materiais que a água dissolveu na passagem pelo mesmo. Encontram-se em uma concentração que varia de 50 a 500 ppm. Quanto maiores forem os seus valores, maior será o caráter mineral de uma água, e conseqüentemente o seu gosto. O valor de sólidos totais dissolvidos na água é determinado analiticamente. A remoção deste constituinte na água pode ser feita por desmineralização ou por evaporação
Salinidade	Eletrométrico	A Salinidade (%) indica as concentrações de sódio na água, que podem ser naturais ou derivadas a fezes animais ou esgotos, sobretudo domésticos (Pinto <i>et al.</i> , 2009). Naturais, as águas doces oscilam de 0,0 a 0,005% (CONAMA, 2005). Essa variável apresenta grande influência sobre as massas de água, pois determinam muitas características físicas e químicas das águas, definindo a densidade, fauna e flora e principalmente os potenciais usos humanos da água.



Figura 39: Horiba U-50 Series Multiparameter water Quality Unit's.



Figura 40: Alto curso da BHCM, ponto 4, forma de utilização do Horiba U-50 Series Multiparameter water Quality Unit's.

A **Tabela 11** e **Quadro 7** apresentam os limites para o enquadramento das águas e principais usos das águas doces brasileiras, respectivamente, utilizando-se da legislação do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), resolução 430 de 2011. A utilização desta resolução é devida à entrada de efluentes, principalmente industriais e até pelo próprio uso, cobertura e manejo da terra nesta área (adubos químicos), sendo possível utilizar os parâmetros para o enquadramento de qualidade para águas superficiais. Estes parâmetros identificam a contaminação dos mananciais hídricos, sendo que, o resultado encontrado, será determinante para os objetivos desta pesquisa, pois acaba enquadrando as águas superficiais para consumo humano e apontará as possíveis causas que acabam alterando o equilíbrio deste ambiente, buscando sempre apontar sugestões que auxiliem em um ordenamento mais sustentável desta área.

Na identificação das classes de limitações de uso da água, foram utilizadas cores de acordo com CONAMA, adaptando do índice de qualidade das águas – IQA, seguidos pela CETESB (2006). Este índice citado é uma pesquisa de opinião de acordo com especialistas em qualidade de água, que apontaram qual parâmetro e o peso que cada um deles exerce sobre a qualidade das águas. Entretanto, de todos os parâmetros utilizados no IQA, devido a facilidade na mensuração do Horiba U-50 Series Multiparameter water Quality Unit's, foram utilizados apenas nove parâmetros, **Quadro 7**.

Todos os resultados obtidos por meio do monitoramento estacional da qualidade das águas da BHCM foram tabelados e mapeados em todas as estações, verão, outono, inverno e primavera de 2014, utilizando das sub-bacias de cada um dos onze pontos de coleta das águas superficiais.

Tabela 11: Limites dos parâmetros analisados para enquadramento nas classes das águas doces no Brasil.

Classes	Limites para o Enquadramento
Especial	Nas águas de classe especial deverão ser mantidas as condições naturais do corpo de água. OD: + 10,0 mg/L; Ph: 6,0 a 9,0; Turbidez: 0 a 20 NTU; Condutividade Elétrica: 0 a 50 uS/cm; TDS: 0 a 200 mg/L; ORP: 0 a 300 mV.
I	OD: 10 a 6 mg/L; pH: 6,0 a 9,0; Turbidez: 20 a 40 NTU; Condutividade Elétrica: 50 a 75 uS/cm; TDS: 200 a 300 mg/L; ORP: 300 a 400 mV.
II	OD: 6 a 5 mg/L; pH: 6,0 a 9,0; Turbidez: 40 a 70 NTU; Condutividade Elétrica: 75 até 100 uS/cm; TDS: 300 a 400 mg/L; ORP: 400 a 500 mV.
III	OD: 5 a 4 mg/L; pH: 6,0 a 9,0; Turbidez: 70 a 100 NTU; Condutividade Elétrica: 100 a 150 uS/cm; TDS: 400 a 500 mg/L; ORP: 500 a 600 mV.
IV	OD: - 4 mg/L; pH: 6,0 a 9,0; Turbidez: +100 NTU; Condutividade Elétrica: +150 uS/cm; TDS: +500 mg/L; ORP: + 600 mV.

Fonte: Adaptação das resoluções CONAMA 357/2005 e 430/2011, por Pinto *et. al.* (2010)

Quadro 7: Classificação das águas doces brasileiras, segundo seus usos preponderantes, de acordo com a Resolução CONAMA n. 430/2011.

Classes	Principais Usos
Especial	Consumo humano com desinfecção; Preservação de equilíbrio natural das comunidades aquáticas; Preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.
I	Consumo humano, após tratamento simplificado; Proteção das comunidades aquáticas; Recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho) Resolução CONAMA n. 274, de 2000; Irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas sem remoção de películas e à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.
II	Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional, à proteção das comunidades aquáticas, à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, Resolução CONAMA n. 274, de 2000, à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto e à aqüicultura e à atividade de pesca.
III	Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado, à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras, à pesca amadora, à recreação de contato secundário e à dessedentação de animais.
IV	Navegação e à harmonia paisagística

Fonte: Resoluções CONAMA 430/2011.

3.9. Mapeamento da Vulnerabilidade Ambiental da BHCM

A Vulnerabilidade Ambiental da BHCM procurou ser elaborada em uma abordagem sistêmica, onde todas as unidades presentes no sistema possuem um grau de influência sobre as demais unidades, produzindo um mapa síntese da correlação entre todas as variáveis presentes na Bacia Hidrográfica.

Este mapa síntese consiste no zoneamento da BHCM em diferentes níveis hierárquicos, que por sua vez, apresentam graus de vulnerabilidade ambiental de acordo com sua influência sobre o ambiente, permitindo determinar quais áreas são mais suscetíveis às mudanças na dinâmica ambiental.

Documento este, que apresenta informações essenciais para os estudos das alterações ambientais em Bacias Hidrográficas (fatores como pedologia, solos, declividade, hidrografia, precipitações, energia potencial erosiva do relevo, energia erosiva de transporte de sedimentos em suspensão, uso, cobertura e manejo da terra, entre outras) permitindo apontar as vulnerabilidades e potencialidades dos recursos naturais, obtendo uma visão clara das reais condições que se encontram os recursos naturais, em termos de qualidade e quantidade.

Para a operacionalização do mapa de Vulnerabilidade Ambiental optou-se pela utilização (com algumas adaptações) das metodologias de Ross (1994) e Crepani *et. al.* (2001). As adaptações tiveram que ser realizadas devido à área de estudo, escala, forma de interação dos mapas e principalmente, buscando uma melhor visualização e análise mais eficiente para o caso da BHCM.

Após o levantamento de informações referentes às características da BHCM no ArcGis[®] 10, foi realizada uma conversão de formatos, passando todos os dados para *raster* (imagem), por meio do módulo *Conversion Tools>Polygon to raster*. Logo após a conversão, é necessária a análise e interpretação das unidades presentes neste sistema, buscando adequar o peso de vulnerabilidade de acordo com a influência sobre o ambiente. Este módulo é o *Spatial Analyst Tools>Reclass>Reclassify* no próprio ArcGis 10[®].

Com todas as reclassificações realizadas, obedecendo aos critérios e com seus respectivos pesos de vulnerabilidade ambiental, é realizada a interpolação das informações obtidas com todos os mapeamentos. Assim, as variáveis utilizadas (geologia, pedologia, pluviosidade, erosividade e uso, cobertura e manejo da terra),

foram correlacionadas por meio do módulo *Spatial Analyst Tools>Overlay>Weighted Overlay* e realizado um *Set Equal* no ArcGis® 10, buscando que todos os dados tenham o mesmo peso na elaboração do produto final, ou seja, cada uma com 20% sobre o mapa de vulnerabilidade ambiental.

Os pesos destinados a cada unidade do sistema e suas respectivas características, obedecem a metodologia de Ross (1994) e Crepani *et. al.* (2001), que sistematiza em hierarquias nominais, representada pelas classes Muito Fraca (1), Fraca (2), Média (3), Forte (4) e Muito Forte (5); de acordo com seu grau de vulnerabilidade ambiental, conforme **Quadro 8**.

Quadro 8: Parâmetros utilizados com seus respectivos pesos de vulnerabilidade ambiental da BHCM, 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).

C A P Í T U L O 4

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Comportamento Climático da BHCM

O comportamento climático na BHCM é definido segundo Köppen, como Aw (clima tropical úmido), onde são caracterizadas duas estações bem definidas (tropical com verão chuvoso e inverno seco).

De acordo a interpolação dos dados das quatro estações meteorológicas (estações Garcias, Jupiá, Fibria MS Celulose Ltda. e Porto Galeano), foi possível a elaboração dos mapas pluviométricos estacionais, **Figura 41**. As informações obtidas através destas estações meteorológicas foram essenciais, pois é possível analisar a variação de precipitações em cada ponto da BHCM, ao longo das estações do ano de 2014, especialmente, levando-se em conta as nascentes de todos os córregos tributários e do córrego principal.

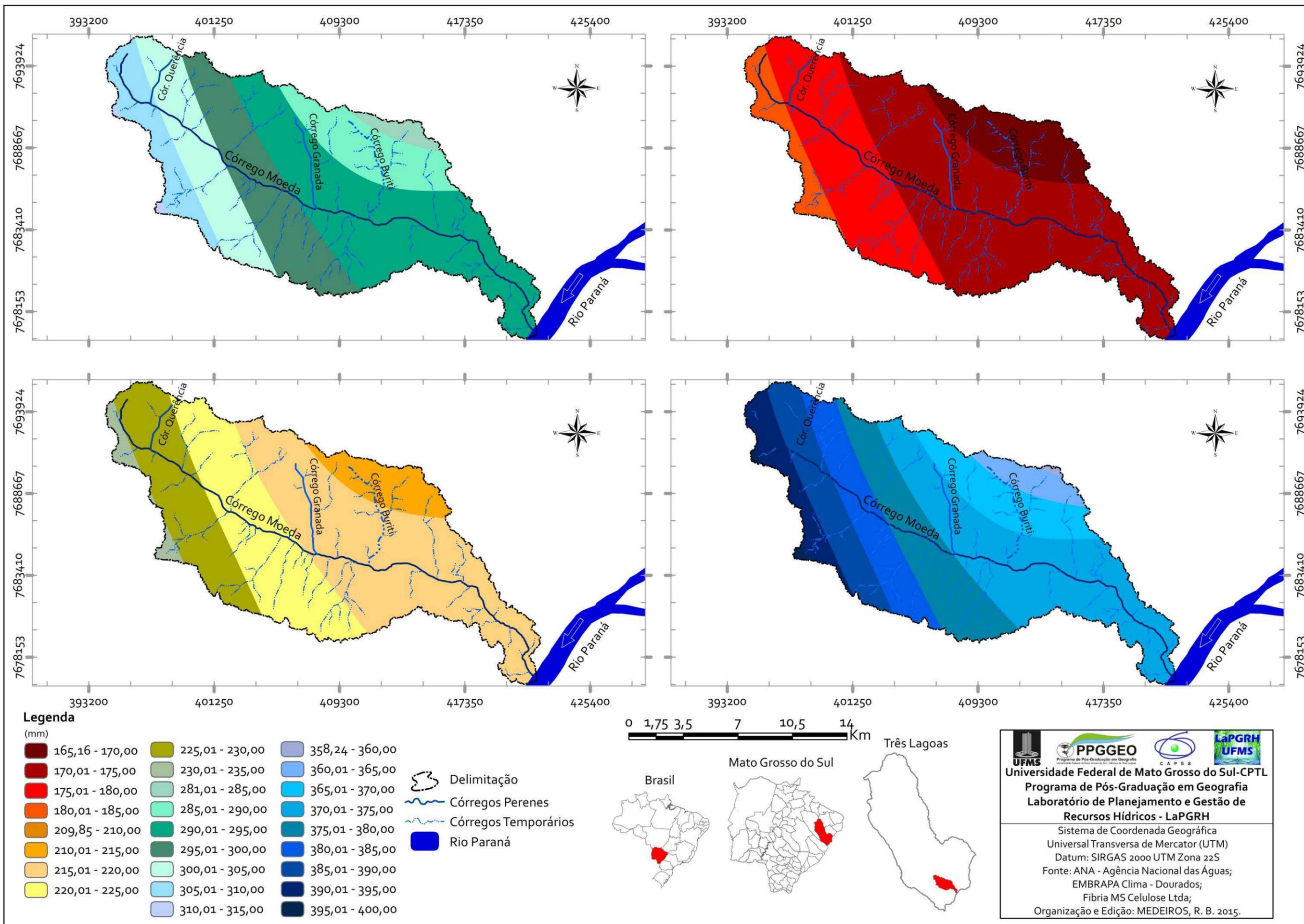


Figura 41: Pluviosidade ao longo do ano de 2014, na BHCM, Três Lagoas/MS.

É importante destacar que os locais enquadrados entre as menores classes de precipitação, em sua grande maioria, são próximos às nascentes dos três principais afluentes (Querência, Granada e Buriti) do córrego Moeda, sendo apontado como um agravante com capacidade de reduzir a quantidade das águas superficiais destes canais fluviais. Necessitando, assim, de uso, cobertura e manejo adequados nestas áreas, não comprometendo a perenidades destes cursos fluviais, visto que, no alto curso dos córregos Granada e Buriti, a pastagem é predominante e, no último caso, estradas cortam seu curso, elevando a necessidade de manejo nestas áreas.

Dentre todas as estações meteorológicas utilizadas, a que apresentou maior média anual de precipitações foi a de Porto Galeano (Brasilândia), que alcançou 1.317,20mm, já a media anual mais baixa foi a de Garcias (Três Lagoas), com 1.203,60mm, porém, devido a estação de Porto Galeano estar localizada mais distante da BHCM, influenciou de forma menos efetiva na elaboração dos mapas pluviométricos.

Na **Figura 42** foi realizado um climograma de precipitação acumulada com a intenção de comparar os anos mais chuvosos e secos, visualizando as precipitações acumuladas anuais dos anos de 1983 a 2014.

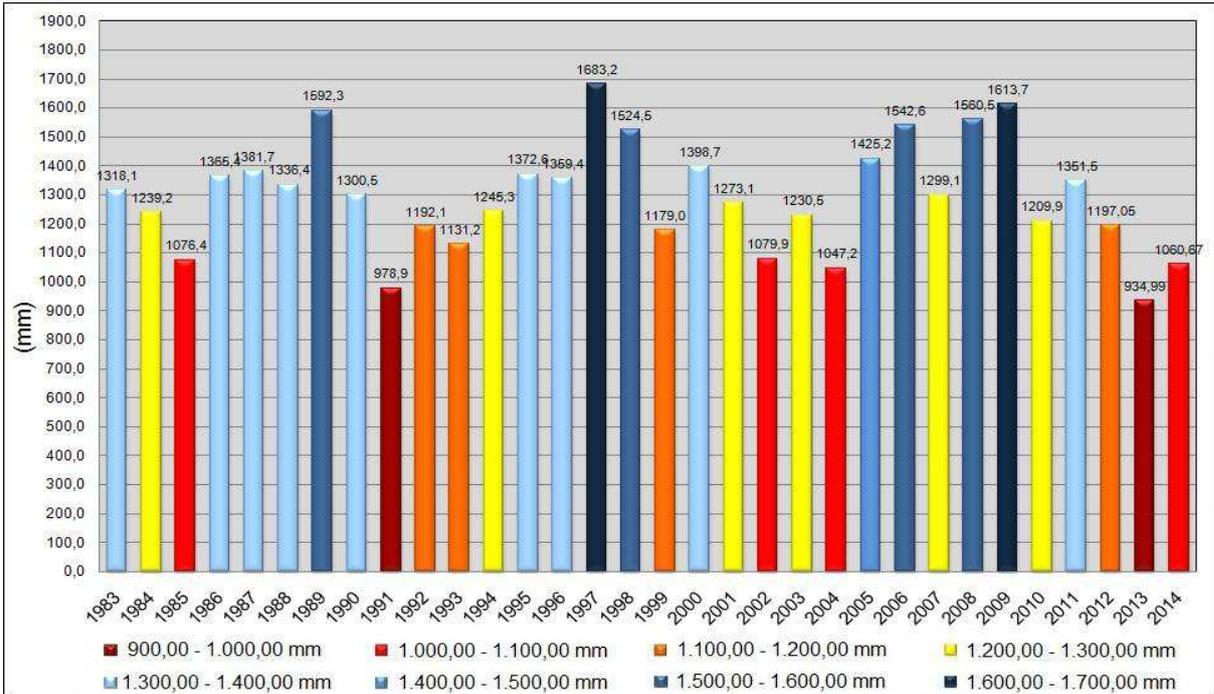


Figura 42: Climograma de precipitação acumulada na BHCM, durante o período de 1983 a 2014.

Fonte: Fibria MS Celulose Ltda.

Através da análise das precipitações anuais de 1983 a 2014, nota-se que a pluviosidade se encontrou em maior quantidade na faixa de 1.300,00 a 1.400,00mm, abrangendo nove anos de ocorrência, ficando caracterizado que a média dentro de todos os anos (1.304,50mm) também ficou localizada nesta faixa de precipitação.

No ano de 1997, ocorreu a maior precipitação dentre os anos analisados, com 1.683,20 mm, enquanto a menor precipitação anual se deu em 2013, com um volume anual de apenas 934,99 mm. Nota-se um ciclo não muito regular de maiores precipitações, que ocorreram em 1989, 1997 e 2009, com recorrência entre 8 a 12 anos. Ainda não é possível a identificação de uma tendência, contudo nesses últimos 32 anos este ciclo de variação ficou caracterizado.

A análise dos desvios climáticos é essencial, pois é realizada uma comparação entre as prévias climatológicas e as precipitações ocorridas, sendo que, a **Tabela 12** demonstra os índices de pluviosidade média mensal, a temperatura e as respectivas porcentagens de chuvas para cada mês e nas estações de outono, inverno, primavera e verão de 2014.

Tabela 12: Estações do ano, conforme prévias climáticas mensais, no período de 1983 a 2014 e desvios em relação às precipitações nas estações analisadas de 2014, na BHCM, Três Lagoas/MS.

Estação do Ano	Temperatura (média)	Precipitação Prévia Mensal (mm)	Porcentagem (média)	Precipitação 2014 (mm)	Desvio Precipitação (mm)
Verão	25,90	227,19	17,52	121,16	-106,03
	26,40	187,22	14,44	87,37	-99,85
	26,10	162,29	12,51	85,34	-76,95
Subtotal da Estação		576,70	44,47	293,87	-282,83
Outono	23,90	92,85	7,16	121,67	28,82
	21,50	56,75	4,38	45,21	-11,54
	19,70	26,58	2,05	5,84	-20,74
Subtotal da Estação		176,18	13,58	172,72	-3,46
Inverno	19,40	20,01	1,54	98,80	78,79
	21,80	23,99	1,85	0,00	-23,99
	23,50	71,43	5,51	120,65	49,22
Subtotal da Estação		115,43	8,90	219,45	104,02
Primavera	25,20	98,01	7,56	125,72	27,71
	25,80	142,94	11,02	177,03	34,09
	25,90	187,66	14,47	71,88	-115,78
Subtotal da Estação		428,61	33,05	374,63	-53,98
Total		1.296,90	100,00	1.060,67	-236,25

Fonte: Fibria MS Celulose Ltda.

O outono abrange 13,58% da precipitação total da bacia. Caracteriza-se pelo início da redução das precipitações, permanecendo apenas o mês de abril como período úmido e nos meses seguintes de maio e junho, em virtude de brusca redução da precipitação, abaixo de 60 mm mensais, que segundo Goulart *et. al.* (2007) são meses críticos, pois apresentam precipitação inferior à 100mm, significando que a pluviosidade é menor ou igual à evapotranspiração.

O inverno é a estação mais seca dentre todas, pois concentram apenas 8,9% da precipitação total da BHCM, fazendo que permaneçam os meses de julho e agosto com precipitações abaixo de 25mm, notando-se, ainda no inverno, que ocorreu um relativo aumento na precipitação em setembro, pois este mês começa a sofrer influência do início da primavera, elevando sua precipitação em relação aos outros meses do inverno.

Levando em consideração a relação entre as precipitações prévias e as ocorridas nos meses analisados (estações de outono, inverno, primavera e verão de

2014), ocorrem diversos desvios tanto negativos como positivos, conforme demonstrado na **Figura 43**.

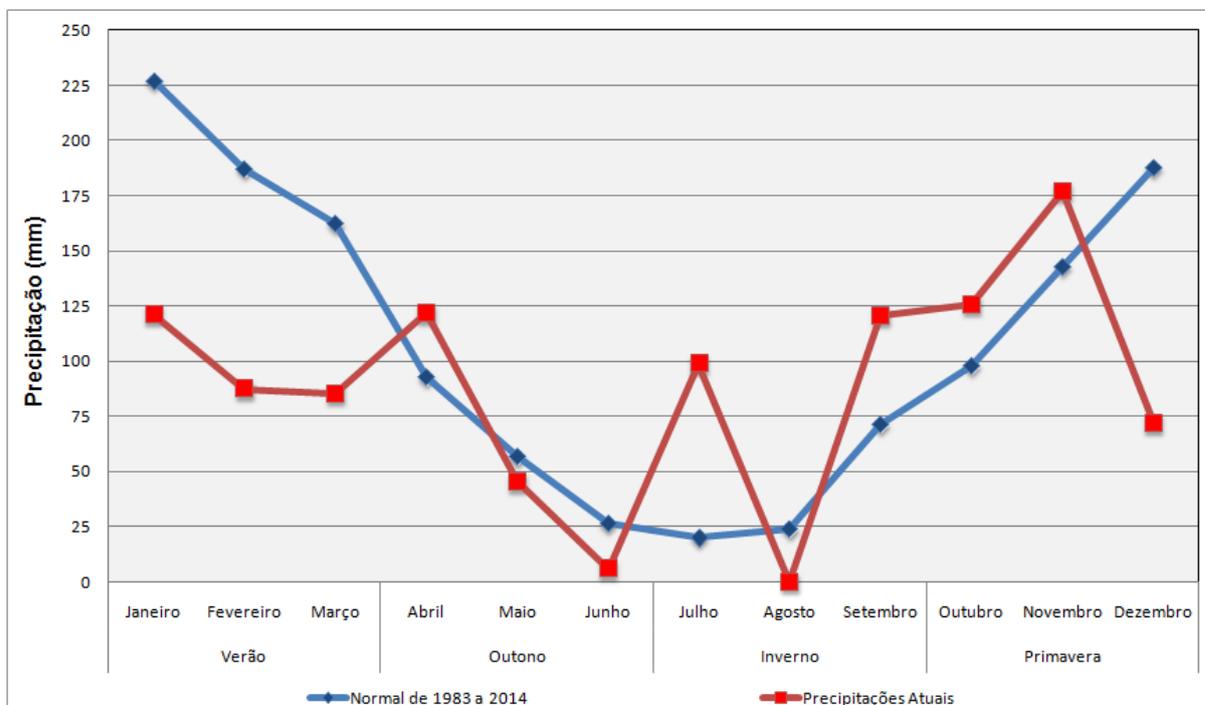


Figura 43: Precipitações de 2014 e prévias climatológicas no período de 1983 a 2014, na BHCM, Três Lagoas/MS.

Fonte: Fibria MS Celulose Ltda.

Durante as estações analisadas ocorreram diversas variações significativas, tanto de forma positiva como negativa. Durante o verão ocorreram meses com desvios negativos (janeiro, fevereiro e março),

Durante o Outono de 2014, apenas o primeiro mês desta estação (Abril), a precipitação ficou caracterizada acima da prévia climatológica, com 28,82mm a mais. Já nos meses seguintes a precipitação ficou a abaixo da prévia nesta estação, com Maio apresentando queda de 11,54mm e Junho com redução (20,74mm) considerável em suas precipitações.

A estação de Inverno de 2014 foi considerada mais chuvosa em relação à prévia climatológica, pois abrangendo todos os meses, ocorreu um aumento significativo de 104,02mm. Essa diferença ficou evidenciada nos dois meses que foram elevadas as precipitações, Julho e Setembro, com 78,79mm e 49,22mm respectivamente, a mais que às prévias. Apenas agosto apresentou redução, pois foi um mês onde não ficou evidenciada qualquer precipitação na área.

Durante a Primavera de 2014, o mês de Dezembro chamou atenção pela significativa redução nas precipitações, alcançando um total de 71,88mm, sendo que sua prévia climatológica alcança 187,66mm. Outubro e Novembro foram dois meses com aumento na precipitação em relação à prévia, com 27,71mm e 34,09mm a mais respectivamente.

4.1.1. Índice de Anomalia de Chuva (IAC) da BHCM

A análise da distribuição das pluviosidades ao longo das estações analisadas (verão, outono, inverno e primavera de 2014) foi realizada com base nos dados disponibilizados pela Fibria MS Celulose Ltda., sendo que a utilização do IAC permitiu a identificação do comportamento das precipitações, classificando os meses de acordo com a metodologia de Rooy (1965), **Tabela 13** e **Figura 44**.

Tabela 13: Classificação do Índice de Anomalia de Chuva (IAC), em relação a prévia climática e 2014, da BHCM, Três Lagoas/MS.

Estação Ano	Precipitação Média (mm)	Precipitação em 2014	Índice de Anomalia de Chuva (IAC)	Classificação da Pluviosidade
Verão 2014	227,19	121,16	-3,20	Muito Seco
	187,22	87,37	-3,19	Muito Seco
	162,29	85,34	-2,80	Muito Seco
Subtotal da Estação	576,70	293,87	-9,19	Extremamente Seco
Outono 2014	92,85	121,67	1,43	Chuvoso
	56,75	45,21	-0,88	Seco
	26,58	5,84	-2,40	Muito Seco
Subtotal da Estação	176,18	172,72	-1,80	Seco
Inverno 2014	20,01	98,80	9,18	Extremamente Chuvoso
	23,99	0,00	-3,00	Muito Seco
	71,43	120,65	2,53	Muito Chuvoso
Subtotal da Estação	115,43	219,45	8,71	Extremamente Chuvoso
Primavera 2014	98,01	125,72	1,25	Chuvoso
	142,94	177,03	1,46	Chuvoso
	187,66	71,88	-3,87	Muito Seco
Subtotal da Estação	428,61	374,63	-1,16	Seco
Total	1.296,90	1.060,67	-3,49	

Fonte: Rooy 1965 (apud Mello e Costa, 2011).

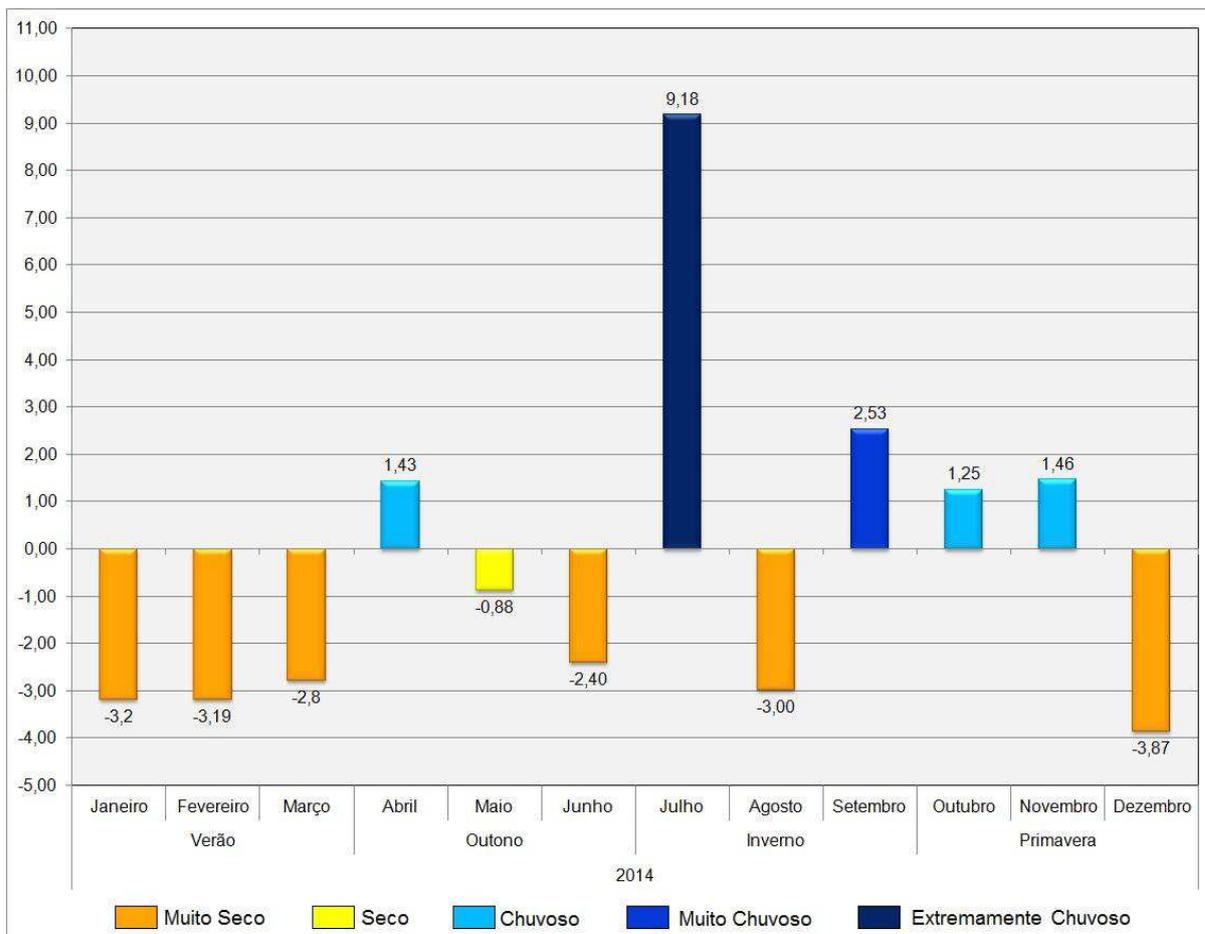


Figura 44: Índice de Anomalia de Chuva com suas respectivas classificações da BHCM, Três Lagoas/MS, no ano de 2014.

Ficou evidenciado que, de acordo com os meses analisados, na BHCM ocorreram variações significativas das precipitações em relação às prévias, pois estes foram considerados secos em 7 meses e apresentaram anomalia negativa de chuvas, sendo que e em apenas 5 meses foram constatadas anomalias positivas.

As anomalias, sejam positivas ou negativas, apresentam uma irregularidade, sendo que o monitoramento das precipitações mensais, segundo (DA SILVA, 2009), é necessário no desenvolvimento de um sistema de acompanhamento da classificação da pluviosidade em períodos secos e chuvosos, verificando os impactos que podem ser causados sobre o clima local, consequentemente afetando os demais elementos presentes neste sistema.

Durante o verão de 2014, foi notável a redução das precipitações em relação à prévia climatológica, apontando que janeiro, fevereiro e março se apresentaram na classe Muito Seco. Levando-se em conta a estação como um todo, a anomalia

negativa é mais significativa, chegando à -9,19 de IAC, ou seja, Extremamente Seco.

Diante das anomalias que ocorreram no outono de 2014, foi possível a constatação de uma estação seca em relação à prévia, entretanto o mês de abril apresentou um IAC de 1,43, sendo classificado como Chuvoso, pois apresentou índices entre 0,00 e 2,00 de acordo com a metodologia de Rooy (1995). Contudo, devido aos meses de maio e junho, com anomalias negativas, -0,88 (seco) e -2,40 (Muito Seco) respectivamente, acabou representando variações significativas na classificação final desta estação.

A estação de inverno no ano de 2014 representou variações significativas em relação à prévia, principalmente o mês de julho, que obteve uma anomalia positiva de 9,18, sendo classificado como Extremamente Chuvoso, visto que a prévia deste mês apresenta um total de 20,01mm de precipitação e no ano de 2014 foi constatado 98,80mm de chuvas, fenômeno este chamado popularmente de veraneio ou janeirinho.

No mês de agosto não foi constatado chuvas, entretanto, devido este mês apresentar uma prévia relativamente baixa (23,99mm), acabou sendo classificado como Muito Seco, com IAC de -3,00. Já o mês de setembro, último desta estação, apresentou precipitações superiores às prévias, classificando-o como Muito Chuvoso, com IAC de 2,53.

Por meio destas significativas anomalias, principalmente do mês de julho, acabou classificando a estação de inverno como Extremamente Chuvoso, com IAC de 8,71, muito acima do considerado prévia, ou sem anomalia, ocorrendo precipitações de 219,45mm de precipitação, enquanto a prévia para esta estação é de 115,43mm.

A estação da primavera se iniciou com o mês de outubro apresentando um IAC de 1,25, sendo classificado como Chuvoso. A mesma classificação do mês de Novembro, porém apresentou um IAC de 1,46. Ambos os meses apresentaram precipitações acima da prévia, porém, devido ao mês de Dezembro, que apresentou IAC de -3,87 (Muito Seco), acabou alterando o índice final da estação da Primavera, sendo classificada como Seco, com IAC de -1,16, pois apresentou uma redução de 53,98mm de precipitação.

4.1.2. Balanço Hídrico da BHCM

A análise do balanço hídrico auxilia na avaliação da intensidade das chuvas e suas influências sobre a entrada e saída de água no solo, definindo os períodos de prováveis déficits hídricos, executando interações destas variáveis com questões como evapotranspiração potencial e real, apresentando, assim, um fator climático limitante do meio rural.

Nesta análise foram considerados alguns parâmetros, como temperatura média, nomograma, correção, evapotranspiração potencial e real, precipitação, armazenamento, alteração, deficiência e excedente hídrico. Com isto, foi possível definir, através da **Tabela 14** e **Figura 45**, que na maioria dos meses ocorreu um armazenamento de água. Apenas em 4 meses (fevereiro, março, junho e agosto) ocorreu uma deficiência hídrica.

Tabela 14: Balanço hídrico da BHCM, Três Lagoas/MS, em 2014.

Meses	Temp. °C	Nomo-grama	Correção	Evapotranspiração Potencial – EP (mm)	Prec. - P (mm)	P-EP (mm)	Armz. (%)	Alteração (mm)	Evapotranspiração Real – ER (mm)	Deficiência (mm)	Excedente (mm)
Jan	25,90	118,00	1,14	134,52	121,16	-13,36	22,82	-13,36	134,52	0,00	0,00
Fev	26,40	120,00	1,00	120,00	87,37	-32,63	0,00	-22,82	110,19	9,81	0,00
Mar	26,10	118,00	1,05	123,90	85,34	-38,56	0,00	0,00	85,34	38,56	0,00
Abr	23,90	92,00	0,97	89,24	121,67	32,43	32,43	32,43	89,24	0,00	0,00
Mai	21,50	70,00	0,96	67,20	45,21	-21,99	10,44	-21,99	67,20	0,00	0,00
Jun	19,70	55,00	0,91	50,05	5,84	-44,21	0,00	-10,44	16,28	33,77	0,00
Jul	19,40	52,00	0,95	49,40	98,80	49,40	49,40	49,40	49,40	0,00	0,00
Ago	21,80	72,00	0,99	71,28	0,00	-71,28	0,00	-49,40	49,40	21,88	0,00
Set	23,50	90,00	1,00	90,00	120,65	30,65	30,65	30,65	90,00	0,00	0,00
Out	25,20	110,00	1,08	118,80	125,72	6,92	23,73	-6,92	118,80	0,00	0,00
Nov	25,80	114,00	1,09	124,26	177,03	52,77	100,00	76,27	124,26	0,00	23,50
Dez	25,90	118,00	1,15	135,70	71,88	-63,82	36,18	-63,82	135,70	0,00	0,00
Total/ Média	23,76			1174,35/ 97,86	1060,67	-113,68	305,65	0,00	1070,33	104,02	23,50

Fonte: Fibria MS Celulose Ltda.

Com relação à temperatura, proporcionalmente está ligada aos índices de evapotranspiração, indicando, assim, a disponibilidade energética do sistema natural, que retira umidade/água do ambiente e conseqüente demanda hídrica, que deve sempre ser levada em consideração nas atividades produtivas.

Na **Figura 45** pode-se perceber a variação da evapotranspiração real em função da precipitação ocorrida no ano 2014. Em janeiro e fevereiro ocorreu uma retirada das águas por deficiência hídrica, devido à evapotranspiração maior do que a precipitação. Apenas quando a incidência de chuvas aumentou, iniciou-se o armazenamento de água, pois a evapotranspiração já estava menor que a precipitação. Isto ocorreu até os meses de abril, julho, setembro, outubro e novembro.

Nos demais meses, com a redução das precipitações, ocorreu uma retirada daquela água que havia sido armazenada.

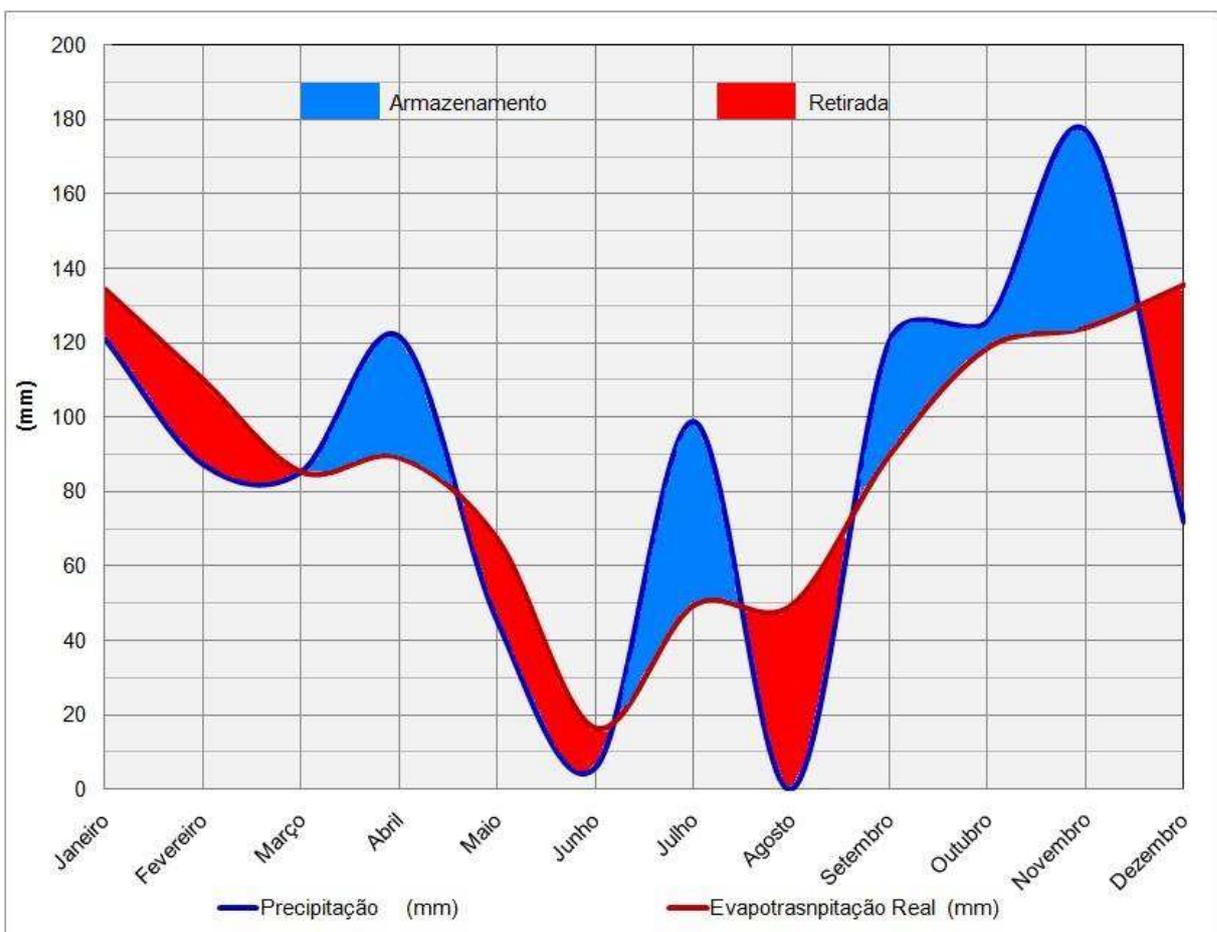


Figura 45: Precipitação e evapotranspiração real da BHCM, Três Lagoas/MS, em 2014.

4.2. Geologia da BHCM

Toda a região leste de Mato Grosso do Sul é pertencente à bacia sedimentar do Paraná, que representa a quarta maior bacia hidrográfica do planeta em área (2.800.00 km²) e drena toda porção centro-sul-americana e gera a décima maior descarga de água do mundo (470.000.000m³/ano, 11.000m³/s) (IBGE, 1988 apud LORENZ SILVA, 2004).

A bacia do Paraná é composta, especialmente, por depósitos do Grupo Bauru e rochas das Formações Santo Anastácio, Adamantina e Marília, todas compostas basicamente por arenitos médios, finos, silíticos e lamitos - SEPLAN (1990 apud OLIVEIRA JÚNIOR, 2005, p10).

De acordo com a sedimentação geológica da região Cattanio (s.d) enfatiza que:

[...] iniciou-se no Paleozóico e veio a completar-se no final do Mesozóico. No Cretáceo um espesso pacote de sedimentos arenosos aí se depositou sob ambiente continental, variando de lacustre à fluvial, em regime de torrencialidade (semi-aridez).

No contexto geológico, a BHCM localizada em Três Lagoas/MS se assenta sobre terrenos do grupo Bauru, que engloba as formações Santo Anastácio e Caiuá, que são constituídas por arenitos compostos por sedimentos com maior contribuição de areia fina a silte grosso (SALLUN *et al*; 2010), sobrepondo-se a estes depósitos aluvionares, que são caracterizados por sedimentos relativamente pouco conhecidos e genericamente agrupados como coluviais e aluviais. Porém estes depósitos sedimentares são correlativos de importantes fases da evolução geológica cenozóica, que marcou profundamente a paisagem atual, denominados por Sallun *et. al.* (2010) de aloformação Paranaíba e, sobre estes, pacote de sedimentos recentes holôcênicos, da aloformação Alto Paraná, **Figura 46**.

Quando ocorre o afloramento desta Aloformação Paranaíba, as colinas são mais longas, tornando-se mais distantes os talwegues. Então há decorrência de uma maior permeabilidade desses arenitos, o que promove uma rede de drenagem pouco densa, cujos rios são longos e de forma retilínea, com padrão em sua maioria dendrítico (CATTANIO, s.d).

Os depósitos quaternários, pertencentes à Aloformação Paranaíba, representam a sedimentação em diversos compartimentos geomorfológicos. Estes

depósitos são ainda relativamente pouco conhecidos e genericamente agrupados como coluviais e aluviais. Porém tais depósitos sedimentares são correlativos de importantes fases de evolução geológica cenozóica que marcou profundamente a paisagem atual. (SALLUN *et. al.* 2007).

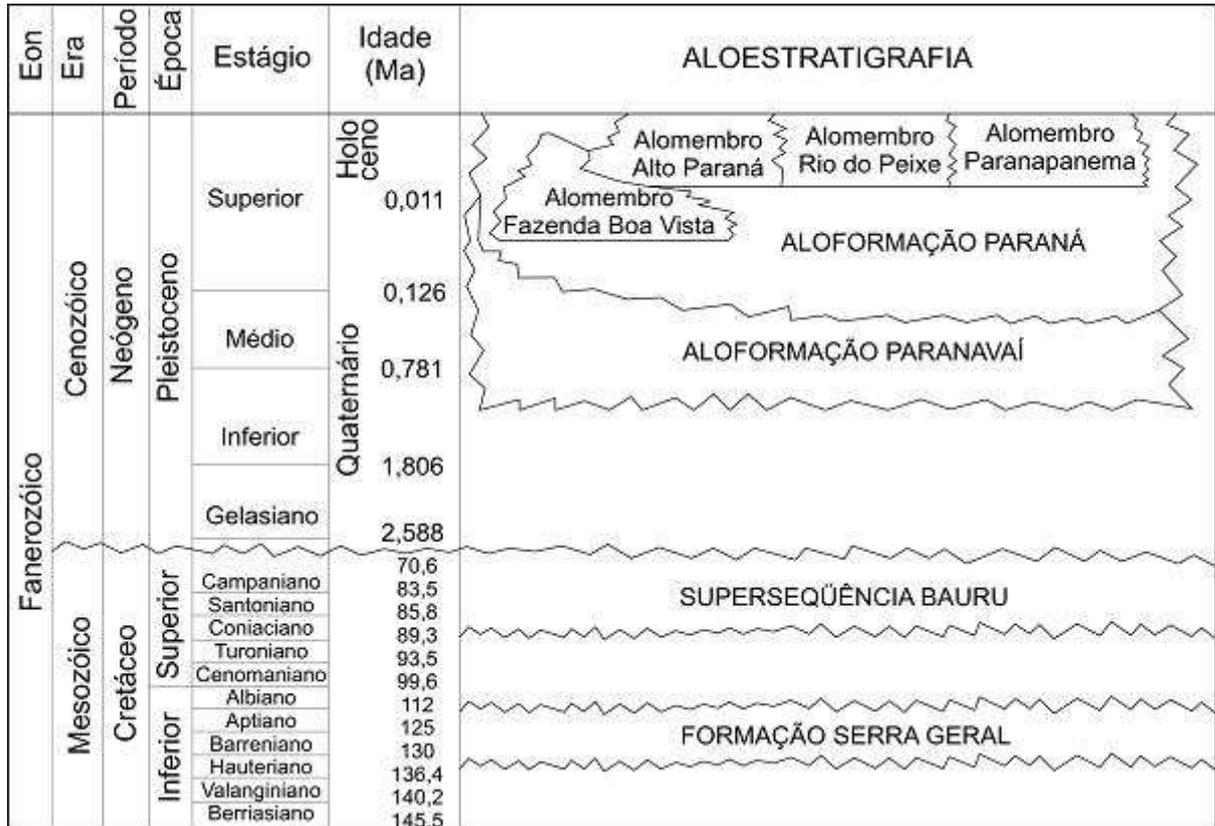


Figura 46: Classificação aloestratigráfica para os Depósitos Coluviais e Aluviais Quaternários da Bacia Hidrográfica do Alto Rio Paraná.

Fonte: Sallun *et al.* (2007, p. 63).

Na **Figura 47**, foi realizado por Stevaux *et. al.* (2004) um esboço dessa área próxima ao Alto Rio Paraná, podendo visualizar todo o terraceamento, desde o Rio Paraná até as áreas com terrenos mais antigos, pertencentes à Formação Serra Geral, que constitui substrato dos arenitos das formações Santo Anastácio e Caiuá que, por sua vez, são recobertos por depósitos aluvionares. Na BHCM são visíveis esses patamares, bem expressos na Figura 59, e as aloformações nada mais são do que os depósitos aluvionares, mais antigos e mais recentes.

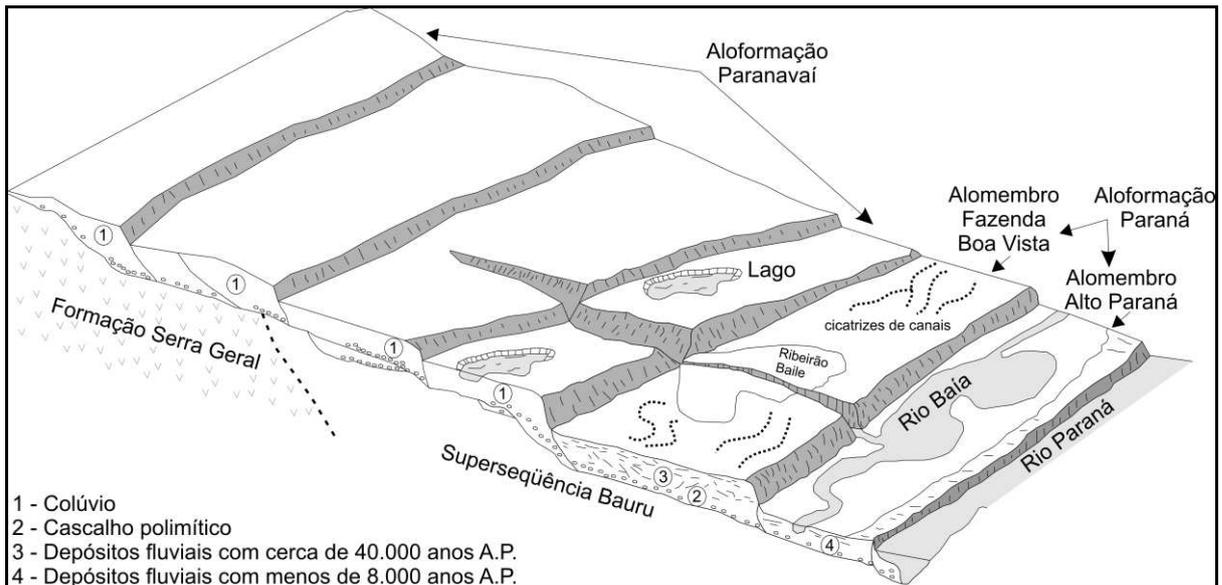


Figura 47: Esboço do terracamento da região do Alto Paraná.

Fonte: Sallun *et. al.* (2007, p. 63)

As áreas margeadas pelo Alto Rio Paraná são caracterizadas, de acordo com Stevaux (1993), como terraços aluviais, sendo que estes são compostos de depósitos maciços arenáceos e rudáceos (areia com níveis de cascalhos e conglomerado limonitizado), de coloração esbranquiçada a cinza escuro, com diversas fácies sedimentares, que indicam a presença de depósitos de canal, lençol arenoso, planície de inundação, dique marginal, bacia de inundação, rompimento de dique marginal, lagoas e barras arenosas de meandros.

A bacia sedimentar do Alto Rio Paraná margeia o oeste do estado de São Paulo e Paraná e leste de Mato Grosso do Sul. Nestas áreas Sallun *et. al.* (2010) afirma que 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.

A **Figura 48** mostra a disposição das formações geológicas dessa região, já englobando a localização da BHCM neste contexto.

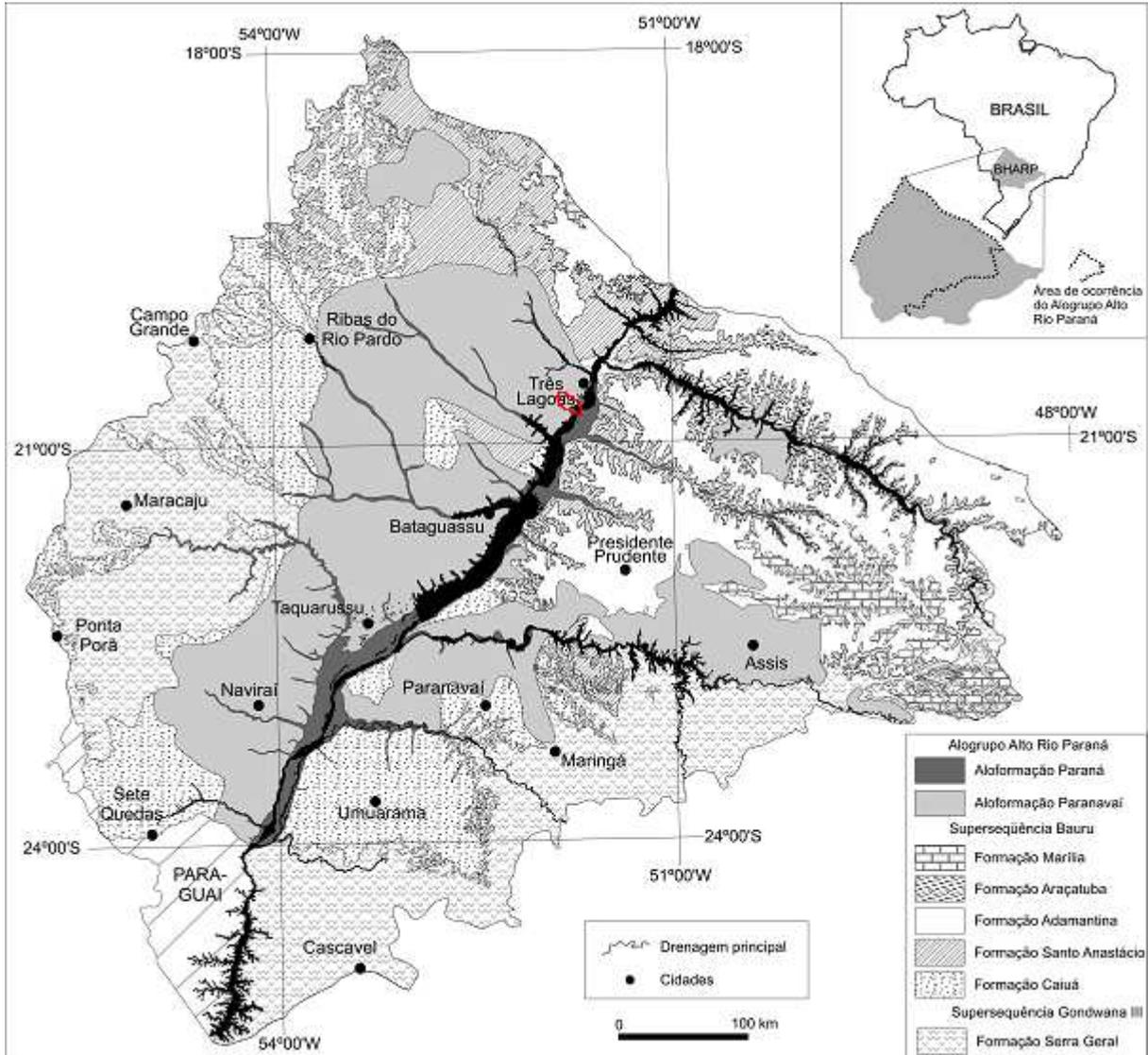


Figura 48: Embasamento da Aloformação Paranavaí, e destaque da localização da BHCM, no município de Três Lagoas/MS.

Fonte: Adaptado de Sallun *et al.* (2007, p. 64).

A BHCM, por estar assentada sobre esses terrenos do Alto Rio Paraná, abrange a Formação Santo Anastácio, Formação Caiuá, Depósitos Aluvionares Quaternários e Depósitos Aluvionares Holocênicos, conforme demonstrado na **Figura 49 e Tabela 15**.

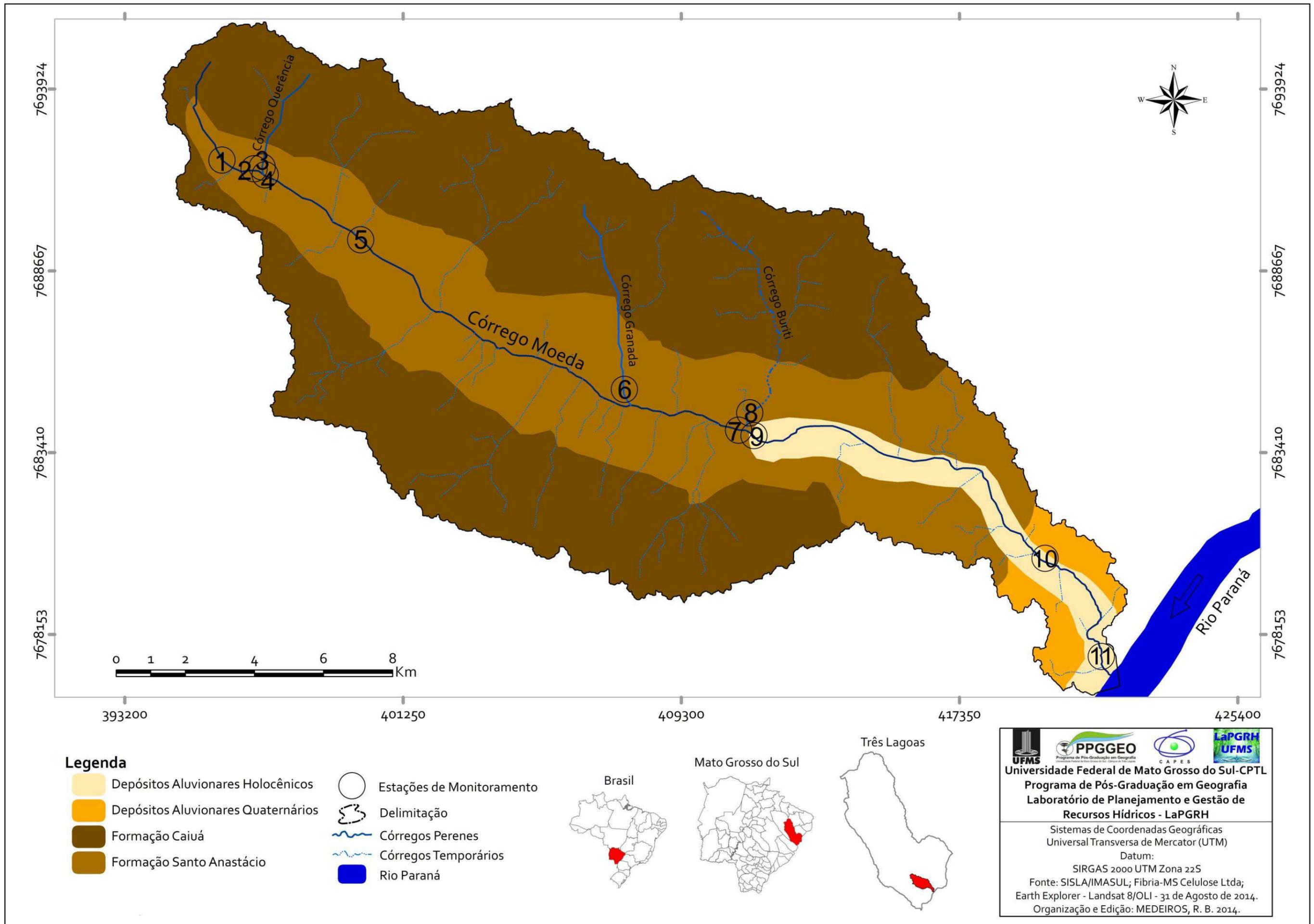


Figura 49: Mapa de geologia da BHCM, Três Lagoas/MS.

Tabela 15: Disposição geológica da BHCM, Três Lagoas/MS.

Estratigrafia	Disposição Geológica e Características	Área (km²)	Área (%)	Pesos sobre a Carta de Vulnerabilidade Ambiental
Aloformação Alto Paraná	Depósitos Aluvionares Holocênicos: depósitos de cascalho e sedimentos inconsolidados próximos ao curso d'água.	14,07	5,68	5
Aloformação Paranaíba	Depósitos Aluvionares Quaternários: depósitos de cascalho, em maior quantidade, areia, argila, silte e sedimentos inconsolidados.	6,54	2,64	5
Grupo Bauru	Formação Santo Anastácio: constituída por arenitos finos a médios por vezes com cimentação carbonática que forma nódulos e concreções, onde abrigam Latossolos Vermelhos.	84,12	33,97	2
	Formação Caiuá: predominante fina, de sedimentos com maior contribuição de areia a silte grosso onde abrigam Latossolos Vermelhos.	142,91	57,71	3
		247,64	100,00	--

Fonte: Fibria MS Celulose Ltda; SISLA/IMASUL.

O Grupo Bauru, que na bacia corresponde à Formação Santo Anastácio e Formação Caiuá, abrange grande parte da BHCM, com 227,03 km². Está localizado em todo alto curso e quase em sua totalidade no médio curso, contudo, no ponto 7 ocorre uma mudança na geologia do local e nas áreas que não margeiam o curso principal. A Formação Santo Anastácio abrange até próximo ao ponto 10.

Este grupo geológico é constituído por sedimentos com maior contribuição de areia fina a silte grosso (SALLUN *et al*; 2008), onde abrigam Latossolos Vermelhos que ocorrem no oeste paulista, às margens dos rios Paraná e Parapanema, noroeste do Paraná e centro-leste do Mato Grosso do Sul, cuja principal característica é a grande profundidade, homogeneidade, boa drenagem e significativa presença de óxidos de ferro. (SALLUN *et. al*; 2010).

A Formação Caiuá, por ser mais antiga, abrange as áreas de mais altitude na BHCM e tem uma característica uniformemente litológica, que se observa tanto no oeste paulista, no norte paranaense e centro-leste de Mato Grosso do Sul, com espessura não superior a 150m e representada por arenitos bastante porosos,

facilmente desagregáveis e, na maioria das vezes, seus grãos encontram-se envoltos por uma película de limonita (SEPLAN, 1990).

A Formação Santo Anastácio, por ser mais recente, sucede da Formação Caiuá, um pacote de origem fluvial e está localizada em áreas mais próximas aos cursos d'água, mas principalmente em seu alto e médio curso.

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 freqüente. (SEPLAN, 1990, p. 11).

Na BHCM existe um local característico, o Ponto 7, onde ocorre uma mudança geológica e geomorfológica notável, a Formação Santo Anastácio, que envolvia todo o alto e médio curso do canal principal. É alterada devido a uma ruptura do relevo, deste ponto em diante afloram a Aloformação Alto Paraná, onde os Depósitos Aluvionares Holocênicos são predominantes.

Estes Depósitos Aluvionares, presentes do Ponto 7 em diante (até a foz), constituem os aluviões antigos e recentes encontrados na forma de faixas estreitas e alongadas com altitudes baixas (planícies aluviais e terraços aluviais), encontrados ao longo das calhas dos principais rios. Atualmente a maior parte dessas planícies encontra-se submersa pelos reservatórios das barragens Três Irmãos e Promissão, no Rio Tietê, bem como no Rio Paraná, pela represa de Jupia e pelo lago de Porto Primavera (CETEC, 1999, p.17).

Após alguns metros ocorre a junção destes três canais ramificados. Com isto é evidente, no Ponto 9, **Figura 50**, um aumento na velocidade do canal fluvial. Seu leito já está mais escavado e é possível notar um acréscimo ainda relativamente pequeno na quantidade de cascalho e areia em seu leito, pois este ponto, já sofre influência do afloramento dos Depósitos Aluvionares Holocênicos.



Figura 50: Médio curso da BHCM, ponto 9 de monitoramento das águas superficiais.

No ponto 10, pode-se notar um aumento na quantidade de sedimentos que foram transportados dos depósitos aluvionares quaternários, que são mais antigos. Estes sedimentos são caracterizados por cor avermelhada, de estratificação cruzada, típicos de depósitos deltaicos, possuindo pequenos nódulos brancos que mostram um ambiente de semiaridez, na qual foram depositados e são encontrados em cotas altimétricas que variam entre 270 a 450m. Neste ambiente há um desenvolvimento da vegetação do cerrado, que vem sofrendo grande devastação, cedendo lugar ao plantio de pastagens e reflorestamentos de espécies, principalmente o eucalipto. (CATTANIO, s.d).

Neste ponto, por ser um local onde ocorre o afloramento dos depósitos aluvionares holocênicos, o cascalho se torna ainda mais evidente, **Figura 51**, caracterizado por areias finas, às vezes com vegetação aquática nas áreas onde as matas ciliares foram mais preservadas, que concentram, além de cascalho, areia e argila pelotizadas e arredondadas e reduzida concentração de siltes.



Figura 51: Baixo curso da BHCM, ponto 10, aumento na quantidade de cascalho rolado.

4.3. Solos da BHCM

A palavra solos é estudada pela Pedologia que basicamente significa (pedon = solo + logia = estudo), e corresponde, segundo Lepsch (2002), a uma coleção natural bastante dinâmica, contendo matéria viva e sujeito a todo tipo de intemperismo natural como vento e água, sendo que essa transformação é realizada com o tempo e influenciada pelo relevo, podendo também ser vegetados, ocorrendo, eventualmente, modificações por influência antrópica.

De acordo com a EMBRAPA (2006), os horizontes é que classificam os solos, elevando os fatores de formação como material de origem, organismos, relevo, clima e o tempo. Os horizontes são camadas aproximadamente paralelas que se distinguem do material de origem.

Devido à escala utilizada na elaboração do mapa Pedológico da BHCM, através dos dados fornecidos pela Fibria MS Celulose Ltda., foram encontradas diversas formações pedológicas como Cambissolo Háplico Distrófico, Plintossolo Háplico Distrófico, Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico, Latossolo Vermelho Distrófico, Argissolo Amarelo Distrófico, Planossolo Álico, Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico e Neossolo Quartzarênico Órtico.

Na **Figura 52** e **Tabela 16** é possível a visualização destas disposições pedológicas ao longo da BHCM, bem como sua localização, levando-se em conta os pontos de monitoramento da quantidade e qualidade das águas, podendo, assim, avaliar as influências que estes solos exercem sobre o enquadramento que foi realizado nesta bacia hidrográfica.

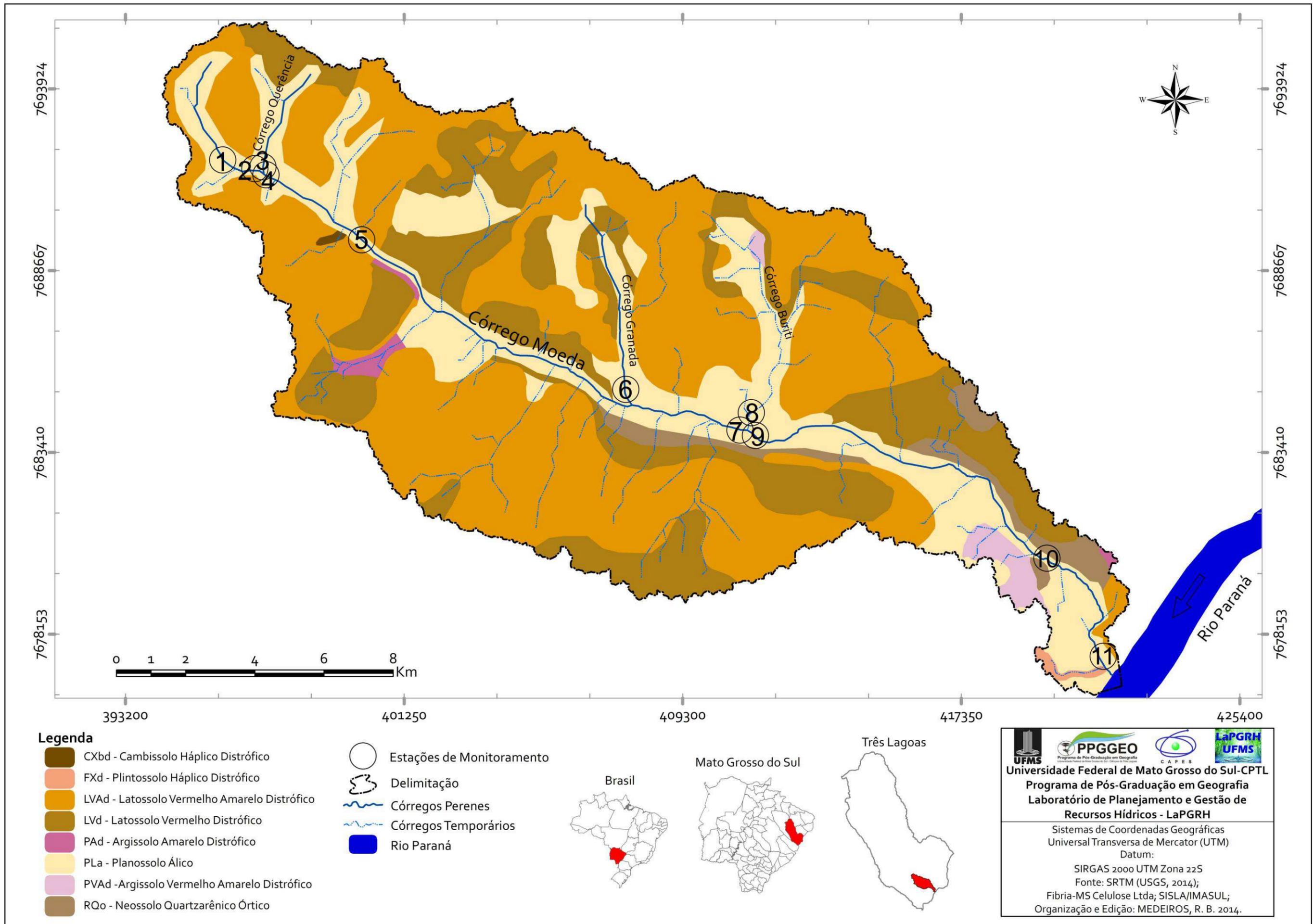


Figura 52: Mapa de solos da BHCM, Três Lagoas/MS.

Tabela 16: Disposição pedológica da BHCM, Três Lagoas/MS.

Disposição Pedológica	Área (km ²)	Área (%)	Pesos sobre a Carta de Vulnerabilidade Ambiental
CXbd - Cambissolo Háplico Distrófico	0,19	0,08	5
FXd - Plintossolo Háplico Distrófico	0,59	0,24	5
LVAAd - Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico	124,77	50,38	2
LVd - Latossolo Vermelho Distrófico	55,63	22,46	2
PAd - Argissolo Amarelo Distrófico	1,40	0,57	1
PLa - Planossolo Álico	55,50	22,41	5
PVAAd - Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico	2,90	1,17	1
RQo - Neossolo Quartzarênico Órtico	6,66	2,69	5
	247,64	100,00	--

Fonte: Fibria MS Celulose Ltda.

O Cambissolo Háplico Distrófico, segundo EMBRAPA (2006), é uma pedogênese pouco avançada evidenciada pelo desenvolvimento da estrutura do solo, alteração do material de origem expressa pela quase ausência da estrutura da rocha ou da estratificação dos sedimentos, com conteúdo mais elevado de argila. São solos de fertilidade natural variável. Apresentam como principais limitações para uso o relevo com declives acentuados, a pequena profundidade e a ocorrência de pedras na massa do solo.

Este tipo de solo pode ser encontrado em reduzida área próxima ao Ponto 5, onde pode-se notar um declive mais acentuado no local, que é uma das características deste solo e corresponde a menor área dentro todos os solos encontrados, abrangendo apenas 0,19km².

Com relação ao Plintossolo Háplico Distrófico, foi encontrado apenas no último afluente da margem direita, antes da foz do córrego Moeda. Este tipo de solo abrange toda a extensão deste pequeno curso fluvial, sendo característico por ser uma região plana e, conseqüentemente, sujeita a alagamentos, abrangendo 0,59 km².

Tanto é que, de acordo com a EMBRAPA (2006) este tipo de solo tem ocorrência relacionada a terrenos de várzeas, áreas com relevo plano ou suavemente ondulado e em zonas geomórficas de depressão. Ocorrem também em áreas com influência direta da oscilação do lençol freático, seja por alagamento ou

encharcamento periódico sob efeito do escoamento superficial. Este solo possui cores avermelhadas na maior parte dos horizontes e são fortemente ácidos.

Foram encontrados dois tipos de Latossolos: o Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico e Latossolo Vermelho Distrófico, abrangendo juntos 72,84% da BHCM. Segundo Cattanio (s.d.) há grande atividade biológica nas regiões onde estão localizados os latossolos no município de Três Lagoas, ocorrendo um enfraquecimento de toda matéria orgânica e evitando a inclusão da mesma ao solo. Nestes locais desenvolvem-se diversos tipos de vegetação, os cerrados (de forma natural), pastagens (antrópica) e por silviculturas (eucalipto e seringueira).

Na BHCM, o Latossolo mais encontrado é o Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico, abrangendo uma área de 124,77 km², sendo encontrado em grandes áreas, principalmente, no alto e médio curso e está associada a relevos planos, suavemente ondulados ou ondulados, ocorrendo em locais relativamente bem drenados, profundos e uniformes em características de cor, textura (argilosa) e estrutura dos horizontes (EMBRAPA, 2006).

Ainda, segundo EMBRAPA (2006), estes solos são muito utilizados para agropecuária, principalmente, pois seu relevo permite a mecanização agrícola. Contudo sua baixa fertilidade é um agravante, já que uma das limitações ao uso deste solo é a baixa quantidade de água disponível às vegetações.

Outro tipo de latossolo encontrado na BHCM é o Latossolo Vermelho Distrófico, abrangendo 55,63 km², sendo localizado em manchas dispersas ao longo de toda a BHCM e, segundo EMBRAPA (2006), apresenta cores vermelhas marcantes devido aos teores mais altos e natureza dos óxidos de ferro presentes no material nativo em ambientes bem drenados. São solos porosos ou muito porosos e assim como todos os latossolos, é notória a evolução na atuação expressiva do processo de intemperismo.

O Argissolo Amarelo Distrófico foi encontrado próximo ao Ponto 5, no médio curso do córrego Moeda e também no nordeste do Ponto 10, nas proximidades do divisor de águas da BHCM, abrangendo, em sua totalidade, 1,40 km². Este solo, segundo EMBRAPA (2006), apresenta horizonte B textural com argila de atividade baixa imediatamente abaixo do horizonte A ou E. Solos com matiz 7,5YR ou mais amarelos na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA). Solos distróficos (saturação por bases < 50%) na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA).

Um solo característico na BHCM é o Planossolo Álico, pois está localizado ao longo da grande maioria dos cursos fluviais da BHCM, sendo classificado, segundo EMBRAPA (2006), como solo que estão localizados em planícies aluviais e no terço inferior das vertentes. Apresentando densidade do solo relativamente alta e reduzida porosidade, resultando na diminuição da permeabilidade. Estes solos apresentam grandes limitações de uso, principalmente para edificações, devido à presença próxima ou até ao afloramento do lençol freático.

Este solo abrangeu 55,50 km², sendo encontrado nas proximidades dos cursos fluviais, onde seu relevo é plano ou suave ondulado e apresenta uma desargilização vigorosa da parte mais superficial e acumulação ou concentração intensa de argila no horizonte subsuperficial, ocorrendo mudanças texturais abruptas (EMBRAPA, 2006).

Outro solo encontrado na BHCM é o Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico, abrangendo apenas 2,90 km², sendo encontrado nas áreas próximas ao primeiro afluente (temporário) da margem esquerda do córrego Buriti e, também, no oeste e sul do Ponto 10 de monitoramento das águas superficiais.

Estes locais compreendem um solo que têm como características diferenciais a presença de horizonte B textural de argila de atividade baixa, e que ocorrem em áreas de relevos mais acidentados e dissecados, sendo que as principais restrições são relacionadas à fertilidade, em alguns casos, e susceptibilidade à erosão (EMBRAPA, 2006).

Por fim, o solo encontrado desde o médio/baixo até o baixo curso, nas proximidades do Ponto 10 de monitoramento é o Neossolo Quartzarênico Órtico, que abrange 6,66 km², e representam solos pouco evoluídos, sem horizonte B definido, em via de formação e 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 do próprio material de origem, como pela maior resistência ao intemperismo (clima, relevo ou tempo), que podem impedir ou limitar a evolução dos solos (EMBRAPA, 2006).

4.4. Hipsometria da BHCM

A BHCM apresenta com pouca variação altimétrica, sua cota mais alta, 420 metros, está localizada na região nordeste e sul. A região menos elevada é encontrada na foz do córrego Moeda no rio Paraná, onde sua altitude é cotada em 260 metros. Através disso, nota-se um desnível de 160 metros, levando em consideração que a BHCM possui 247,64 km², seu desnível médio é de aproximadamente 0,65 m/km².

A BHCM possui altitudes predominantes em 350 à 390 metros, abrangendo 50,72% de sua área, **Tabela 17**. Devido a pouca variação na altitude, foi possível a visualização do relevo de forma mais detalhada, gerando 16 classes hipsométricas, com equidistância de 10 metros e para a compreensão das inclinações, desníveis e altitudes, foram elaborados alguns perfis topográficos, como: transversal do alto, médio e baixo curso, assim como o perfil longitudinal que foi elaborado da cota mais alta próximo à nascente até a foz do Córrego Moeda, conforme mostra a **Figura 53**.

Tabela 17: Classes Hipsométricas com suas Áreas em km² e %.

Classes Altimétricas	Área (km ²)	Área (%)
260 – 270	1,06	0,43
270 – 280	3,11	1,26
280 – 290	8,03	3,24
290 – 300	8,06	3,25
300 – 310	7,33	2,96
310 – 320	12,04	4,86
320 – 330	15,95	6,44
330 – 340	19,31	7,80
340 – 350	22,29	9,00
350 – 360	29,09	11,75
360 – 370	33,43	13,48
370 – 380	34,35	13,87
380 – 390	28,77	11,62
390 – 400	14,19	5,73
400 – 410	7,99	3,23
410 – 420	2,70	1,09
TOTAL	247,64	100,00

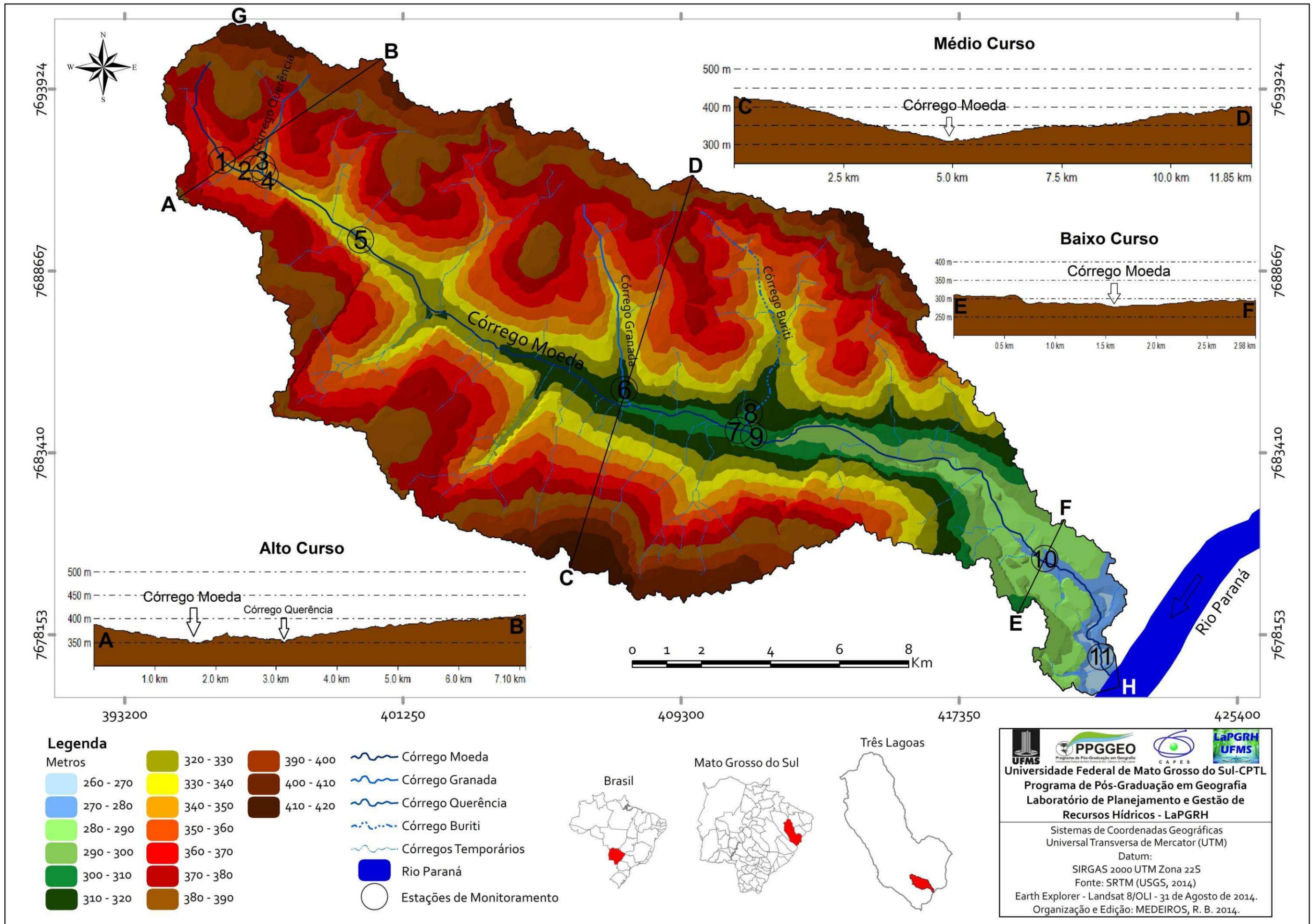


Figura 53: Hipsometria da BHCM, Três Lagoas/MS.

O alto curso da bacia (A-B) apresenta um desnível médio de 25,00 m/km da margem direita até o córrego Moeda, na margem direita apresenta uma altitude de 390 m no divisor de água e 350 m no córrego Moeda, já na margem esquerda obtêm-se uma altitude de 405m no limite da BHCM, com um desnível médio de 10,90 m/km até o córrego Moeda, sendo que o perfil transversal do alto curso apresentou um comprimento linear de 7,10 Km.

Já o médio curso na bacia (C-D) apresentou um comprimento linear de 11,85 km e proporciona um desnível médio de 24,49 m/km na margem direita, com uma altitude de 430m no divisor de água e 310 m no Córrego Moeda, já na margem esquerda, o limite da BHCM se localiza a 400m de altitude seguindo até o Córrego Moeda apresentando um desnível médio de 12,95 m/km.

O baixo curso da bacia (E-F) apresenta um desnível médio de 17,65 m/km na margem direita, com uma altitude de 310 m no divisor de água e 280 m no Córrego Moeda, já na margem direita se obtêm uma altitude de 295 m no limite da bacia e apresenta um desnível médio de 11,72 m/km. O perfil transversal do baixo curso apresentou um comprimento linear de 2,98 km.

O canal principal da BHCM possui 37,60Km de comprimento, sua nascente posiciona-se a 420 m e sua foz no Rio Paraná, a cerca de 260 m, representado um desnível médio de 4,26m/Km na **Figura 54**.



Figura 54: Perfil Longitudinal da BHCM, Três Lagoas/MS.

Com relação aos desníveis médios no perfil longitudinal, da nascente que representa o ponto 1 até o ponto 2 apresenta uma distancia entre eles de 1,9 Km e um desnível médio de 5,26m/km. Do ponto 2 até o 4 são próximos e obteve uma distância de 5 m entre eles, o ponto 2 e 4 no próprio córrego Moeda e o ponto 3 no córrego Querência, como ficam a 350 m de altitude, não se obteve desnível médio. Seguindo em direção a foz, do ponto 4 até o ponto 5 obteve um distância de 4,36 km e um desnível médio de 4,59m/km entre esses pontos.

Após o ponto 5 segue por 8,84 km até chegar ao ponto 6 e corresponde a um desnível médio de 2,25 m/km e se localizam na altitude de 330m e 310m respectivamente. O ponto 6 até o ponto 7 se distanciam em 3,2 km e um desnível médio de apenas 1,56 m/km, já que se localizam a uma distância de apenas 5 metros de altitude, ou seja, 310 m no ponto 6 e 305 m nos pontos 7, 8 e 9 aproximadamente.

Do ponto 7 até o ponto 8 ficam a 35 m de distância e do ponto 8 ao 9, obtêm 25 m de distância entre eles, como localizam na mesma altitude aproximadamente, não se obteve desnível médio.

Já do ponto 9 ao 10 começa a se apresentar uma característica de área mais plana, pois se aproxima da foz do Córrego Moeda, obtendo uma distância entre eles de 10,60 km, localizando na altitude de 305 m e 280 m respectivamente e um desnível médio de apenas 2,35 m/km. Com relação ao ponto 10 e o último ponto de coleta se obteve uma distância de 4,1 km e um desnível médio de apenas 1,21 m/km a uma altitude de 275 m próximo da foz do Córrego Moeda no Rio Paraná.

C A P Í T U L O 5

5. EROSIVIDADE DA BHCM, NAS ESTAÇÕES DO ANO DE 2014

As pesquisas e mapeamentos sobre a Erosividade da BHCM consistem na interação da Energia Potencial Erosiva Pluviométrica, Energia Potencial Erosiva do Relevo e a Energia Erosiva de Transporte de Sedimentos em Suspensão. Com a correlação destas três variáveis será possível a elaboração da erosividade ao longo das estações do ano de 2014, visto que a primeira e última variável são estacionais.

5.1. Energia Potencial Erosiva Pluviométrica da BHCM

A Energia Potencial Erosiva Pluviométrica é o potencial de erosão que poderá ser ocasionada por meio da pluviosidade, levando em conta as prévias climatológicas mensais e as precipitações atuais.

Dessa forma, essa análise foi realizada de maneira estacional, levando-se em conta todos os meses do ano de 2014. Com isso, a visualização das cores temáticas acabou facilitando o entendimento dos meses e estações úmidas e secas, utilizando-se destas informações para uma futura correlação com demais Mapas.

5.1.1. Energia Potencial Erosiva Pluviométrica da BHCM, no Verão de 2014

A **Tabela 18** mostra a Energia Potencial Erosiva Pluviométrica da BHCM, no verão de 2014, sendo possível sua análise e correlação de acordo com as precipitações, visto que quanto maior seus índices, maior será seu potencial erosivo, causando, assim, um grau de erosividade e, conseqüentemente, vulnerabilidade mais elevados.

Tabela 18: Energia potencial erosiva pluviométrica e precipitação na BHCM, no verão de 2014.

Meses	Prévia de 1983 à 2014	2014	Erosividade Pluviométrica (MJ.mm/ha*)		Erosividade Pluviométrica (Milhões de MJ.mm/bacia**)		Erosividade Pluviométrica (%)		Pesos sobre o mapa de Erosividade
			Prévia	2014	Prévia	2014	Prévia	2014	
Janeiro	227,19	121,16	1471,46	659,95	36,44	16,34	21,75	11,83	5
Fevereiro	187,22	87,37	1096,79	401,75	27,16	9,95	16,21	7,20	5
Março	162,29	85,34	882,9	387,67	21,86	9,60	13,05	6,95	5
	576,70	293,87	3451,15	1449,37	85,46	35,89	51,01	25,98	5

*MJmm /ha - Megajoule de Milímetros por Hectare

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

Fonte: Bertoni e Lombardi Neto (1999).

Em janeiro, a prévia climatológica aponta para 227,19mm, contudo, durante o ano de 2014 acabou reduzindo para 121,16mm e o impacto foi direto na erosividade, com uma redução considerável, passando de 1.471,46 para 659,95 MJ.mm/há. Como esta análise será realizada com base na BHCM, é necessário sua conversão de acordo com o tamanho da bacia hidrográfica. Com isto, os índices alcançaram 36,44 milhões de MJ.mm/bacia (prévia climatológica) e 16,34 milhões de MJ.mm/bacia.

Estes fatores demonstram claramente o que foi afirmado anteriormente: que a precipitação influencia de forma direta na erosão hídrica, pois seu escoamento é influenciável pelo seu volume e velocidade. Portanto, durante este mês de janeiro, quando as precipitações geralmente são elevadas, é possível estimar a erosividade, propondo práticas de conservação do solo e das águas.

No mês de fevereiro ficou evidente uma redução na quantidade de chuvas. Com isto, sua erosividade ficou mais reduzida e aumentou a disparidade em números para a prévia climatológica, alcançando apenas 9,95 milhões de MJ.mm/bacia.

Em março, ocorreu uma ligeira redução das precipitações, fazendo com que a erosividade mantivesse números relativamente próximos, chegando a 9,60 milhões de MJ.mm/bacia. Esta contínua erosividade, que ocorre com precipitações constantes, interfere e age de forma lenta, não sendo perceptível por agricultores e acaba provocando a remoção da camada superficial do solo, de nutrientes e, conseqüentemente, a perda na produtividade do solo.

Ao longo dos meses desta estação foi constatada uma redução gradual da erosividade, devido a queda nos índices de precipitações, alcançando um total de 35,89 milhões de MJ.mm/bacia. Com isto, ficou determinada, de acordo com o método proposto por Crepani *et. al.* (2001), que mesmo possuindo valores distintos nos meses, todas as precipitações acabaram classificadas na classe 5 de erosividade.

Na **Figura 55** é possível visualizar de que forma as erosividades pluviométricas ficaram dispostas ao longo da BHCM no verão, lembrando que, devido ao tamanho relativamente pequeno da bacia, não foi obtido grandes variações ao longo de um mês. Entretanto é possível visualizar que as maiores erosividades ficaram concentradas na parte noroeste até o sudoeste da BHCM.

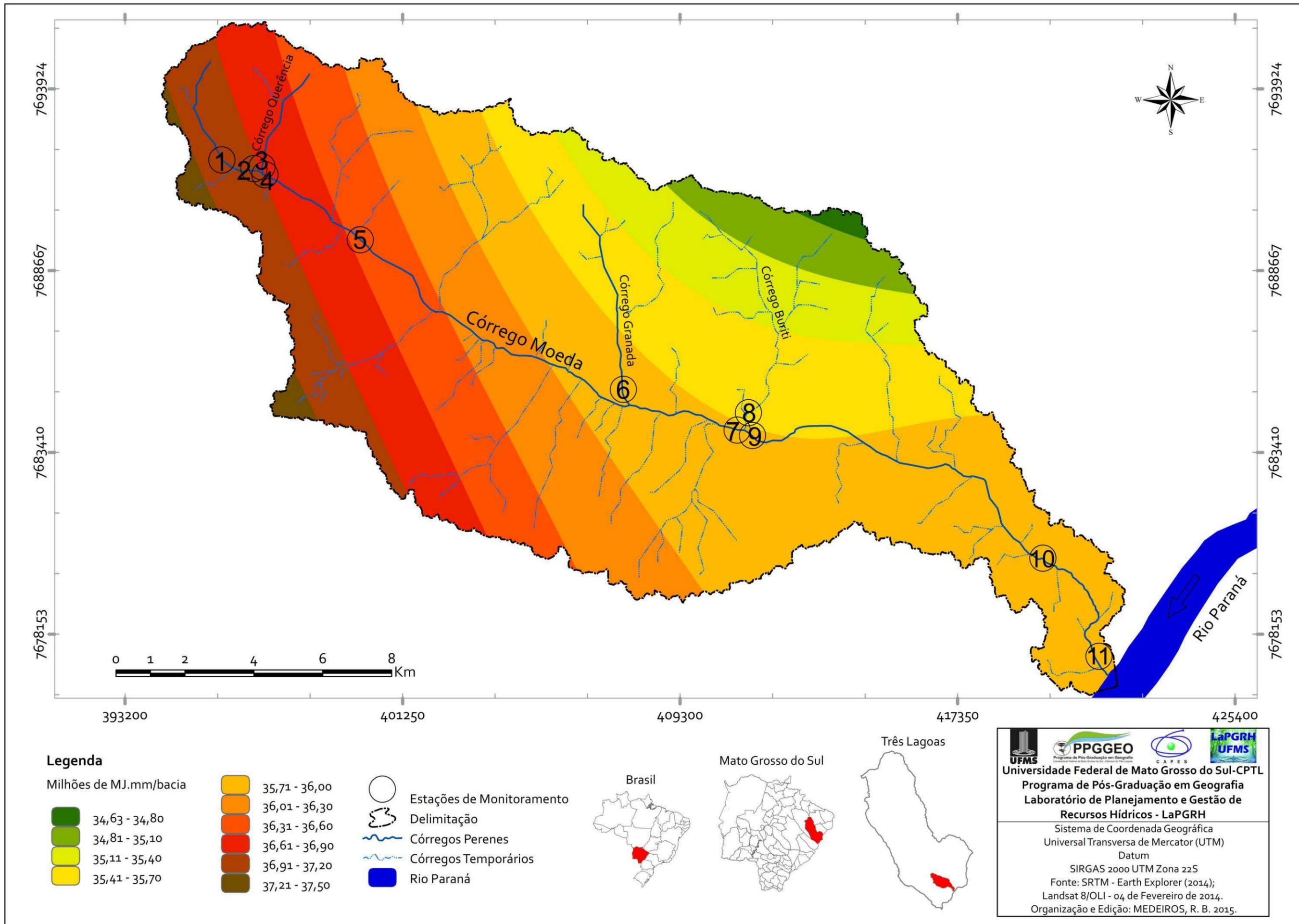


Figura 55: Mapa de energia potencial erosiva pluviométrica da BHCM, no verão de 2014.

5.1.2. Energia Potencial Erosiva Pluviométrica da BHCM, no Outono de 2014

No outono de 2014, é possível a visualização, por meio da **Tabela 19**, de que as precipitações variaram de forma mais significativa, interferindo tanto em termos de erosividade como, também, de acordo com suas precipitações e consequentemente escoamento superficial.

Tabela 19: Energia potencial erosiva pluviométrica e precipitação na BHCM, no outono de 2014.

Meses	Prévia de 1983 à 2014	2014	Erosividade Pluviométrica (MJ.mm/ha*)		Erosividade Pluviométrica (Milhões de MJ.mm/bacia**)		Erosividade Pluviométrica (%)		Pesos sobre o mapa de Erosividade
			Prévia	2014	Prévia	2014	Prévia	2014	
Abril	92,85	121,67	378,25	664,17	12,37	13,45	7,38	9,74	5
Maio	56,75	45,21	179,35	147,78	4,44	3,56	2,65	2,58	3
Junho	26,58	5,84	56,64	6,12	1,40	0,16	0,84	0,12	1
	176,18	172,72	614,24	818,07	18,21	17,17	10,87	12,43	3

*MJmm /ha - Megajoule de Milímetros por Hectare

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

Fonte: Bertoni e Lombardi Neto (1999).

A estação do outono, previamente devido à sua precipitação e temperatura, é um período que deixa o solo ressecado, aerado e com cobertura vegetal escassa. Entretanto a estação do outono foi caracterizada por apresentar a precipitação mais baixa dentro todas as estações, reduzindo seu potencial erosivo pluviométrico, mas por outro lado, acaba deixando o solo desprotegido e suscetível aos processos erosivos, podendo acarretar alguns problemas com possíveis chuvas futuras.

No mês de janeiro, ficou evidenciado um aumento das precipitações e erosividade pluviométrica com relação ao mês anterior (março), alcançando um total de 13,45 milhões de MJ.mm/bacia. Brito *et. al.* (1998) possui uma afirmação conveniente sobre esta estimativa de perda de solos por erosividade pluviométrica, afirmando que pode auxiliar na avaliação da sustentabilidade ambiental, buscando analisar e estimar a erosividade em meses que sua precipitação for maior que a média, principalmente em uma área de cerrado, bioma característico da região leste de Mato Grosso do Sul.

No mês seguinte, maio, foi notável a redução das precipitações, já entrando

com mais veemência na estação do outono (mais seca em relação ao verão), com isto sua erosividade acaba obtendo valores reduzidos, chegando a 3,56 milhões de MJ.mm/bacia.

Em junho, a queda das precipitações ficou ainda mais notável, alcançando apenas 5,84mm e uma erosividade de 0,16 milhões de MJ.mm/bacia. Este número baixo acaba traduzindo um peso reduzido sobre o mapa de erosividade.

Por meio dos dados obtidos foi possível sua classificação de acordo com sua precipitação, indo do mês de abril com Peso 5 de erosividade, passando pelo mês de maio com Peso 3 e o mês de junho com Peso 1. De modo geral a BHCM, no outono, alcançou um Peso 3 de erosividade, número menor do que o verão, devido à queda nas precipitações, sobretudo nos meses de maio e junho.

A **Figura 56** mostra as erosividades pluviométricas ao longo da BHCM no outono de 2014, mostrando uma variação de acordo com a estação anterior, onde as maiores erosividades ficaram na parte oeste da bacia e as menores migraram para a área leste, desde os pontos 7, 8 e 9 de monitoramento das águas até a foz da BHCM.

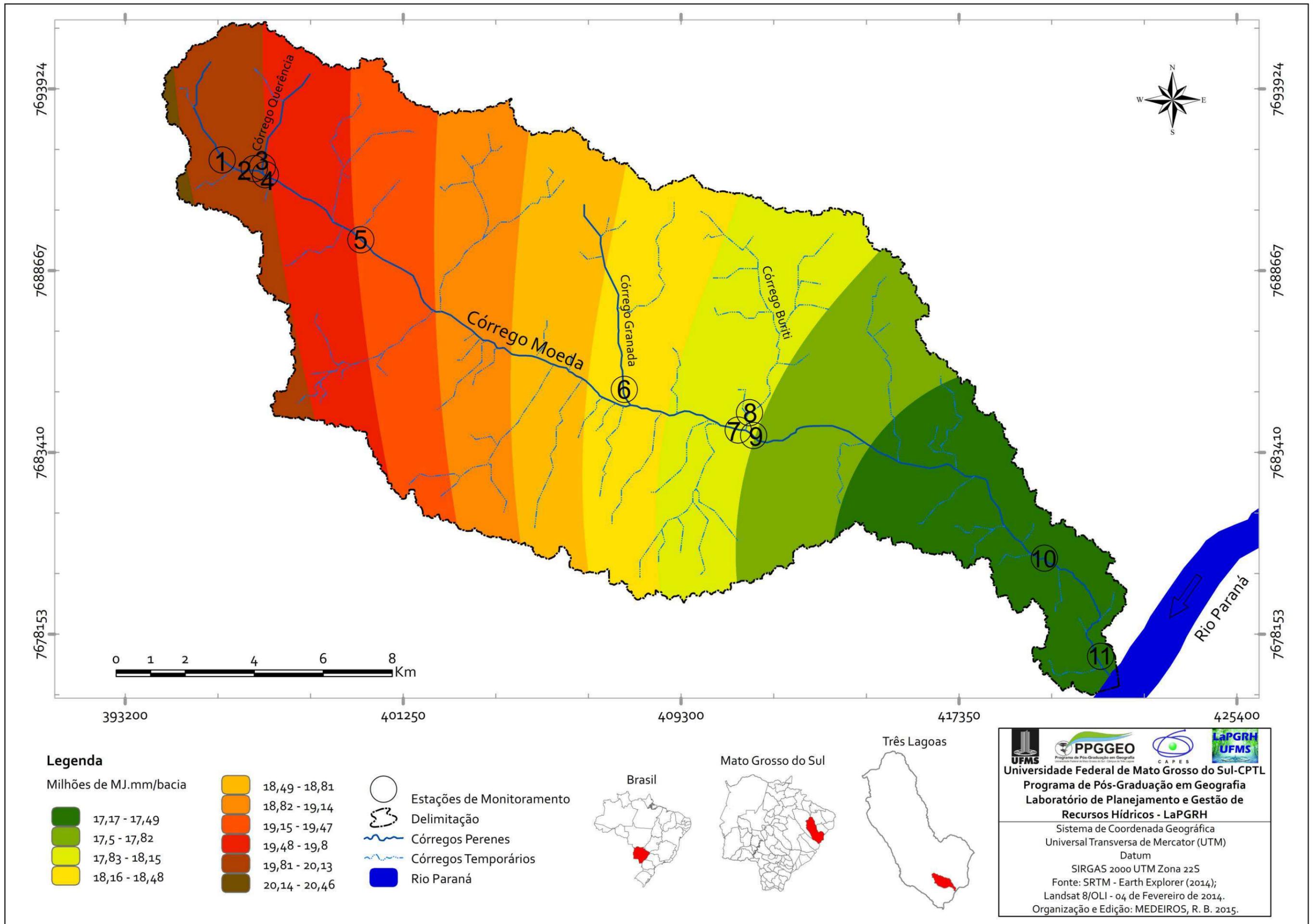


Figura 56: Mapa de Energia Potencial Erosiva Pluviométrica da BHCM, no Outono de 2014.

5.1.3. Energia Potencial Erosiva Pluviométrica da BHCM, no Inverno de 2014

A estação do inverno, de acordo com a prévia climatológica, é a mais seca dentre todas as estações. Contudo o ano de 2014 foi extremamente atípico, alterando as precipitações ao longo de todo o ano. Com isto o inverno variou de meses chuvosos (julho e setembro) e um mês seco, sem nenhuma precipitação (agosto), provocando alterações em sua energia potencial erosiva pluviométrica, podendo ser visualizado por meio da **Tabela 20**.

Tabela 20: Energia potencial erosiva pluviométrica e precipitação na BHCM, no inverno de 2014.

Meses	Prévia de 1983 à 2014	2014	Erosividade Pluviométrica (MJ.mm/ha*)		Erosividade Pluviométrica (Milhões de MJ.mm/bacia**)		Erosividade Pluviométrica (%)		Pesos sobre o mapa de Erosividade
			Prévia	2014	Prévia	2014	Prévia	2014	
Julho	20,01	98,80	36,81	484,18	0,91	12,99	0,54	9,40	5
Agosto	23,99	0,00	48,48	0,00	1,20	0,00	0,72	0,00	2
Setembro	71,43	120,65	254,03	655,74	6,29	16,34	3,75	11,83	5
	115,43	219,45	339,32	1139,92	8,40	29,33	5,01	21,23	4

*MJmm /ha - Megajoule de Milímetros por Hectare

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

Fonte: Bertoni e Lombardi Neto (1999).

O inverno apresentou, de maneira geral, um reduzido potencial erosivo pluviométrico. Entretanto com o ano de 2014 extremamente atípico, proporcionou um aumento nos valores de erosividade pluviométrica, alcançando um total de 219,45mm e 29,33 milhões de MJ.mm/bacia, valores muito superiores aos obtidos pelas prévias.

O mês de julho apresenta a menor pluviosidade e menor potencial erosivo, com 0,91 milhões de MJ.mm, significando apenas 0,55% do total, de acordo com as prévias, porém o ano de 2014 chegou a 98,80mm, provocando ao potencial erosivo pluviométrico uma elevação, chegando a 12,99 milhões de MJ.mm/bacia. Este alto valor é ainda mais prejudicial ao ambiente devido às poucas chuvas ocorridas no outono, que acabaram deixando o solo ressecado e mais suscetível às perdas de solos com a chegada das precipitações.

Após um mês chuvoso, o mês de agosto não obteve altos valores de precipitação nas prévias climatológicas, e isso se confirmou em 2014, pois não apresentou precipitação e, conseqüentemente, não obteve dados de energia potencial erosiva pluviométrica. Com isto acaba ocorrendo uma deposição de sedimentos que possivelmente serão carreados com o fim do inverno e a chegada da primavera.

O mês de setembro ficou caracterizado por um mês atípico, onde as precipitações alcançaram 120,65mm, fazendo com que a energia potencial erosiva pluviométrica chegasse a 16,35 milhões de MJ.mm/bacia, valores superiores aos ocorridos de acordo com as prévias, mostrando de maneira geral que a estação do inverno obteve altas variações ao longo dos meses, não obedecendo às prévias climatológicas.

Na **Figura 57** é possível a visualização dos valores obtidos ao longo do inverno de 2014 e a maneira que ficaram dispostas ao longo da BHCM, podendo apontar que os maiores valores se localizaram nas regiões oeste e sudoeste da bacia, chegando á 29,33 milhões de MJ.mm/bacia, próximos aos pontos 1, 2, 3 e 4 de monitoramento das águas.

Por outro lado, os valores menos elevados, que chegaram a 27,33 milhões de MJ.mm/bacia, ficaram dispostos na região norte e nordeste da BHCM, abrangendo sobretudo, as sub-bacias dos córregos Granada e Buriti.

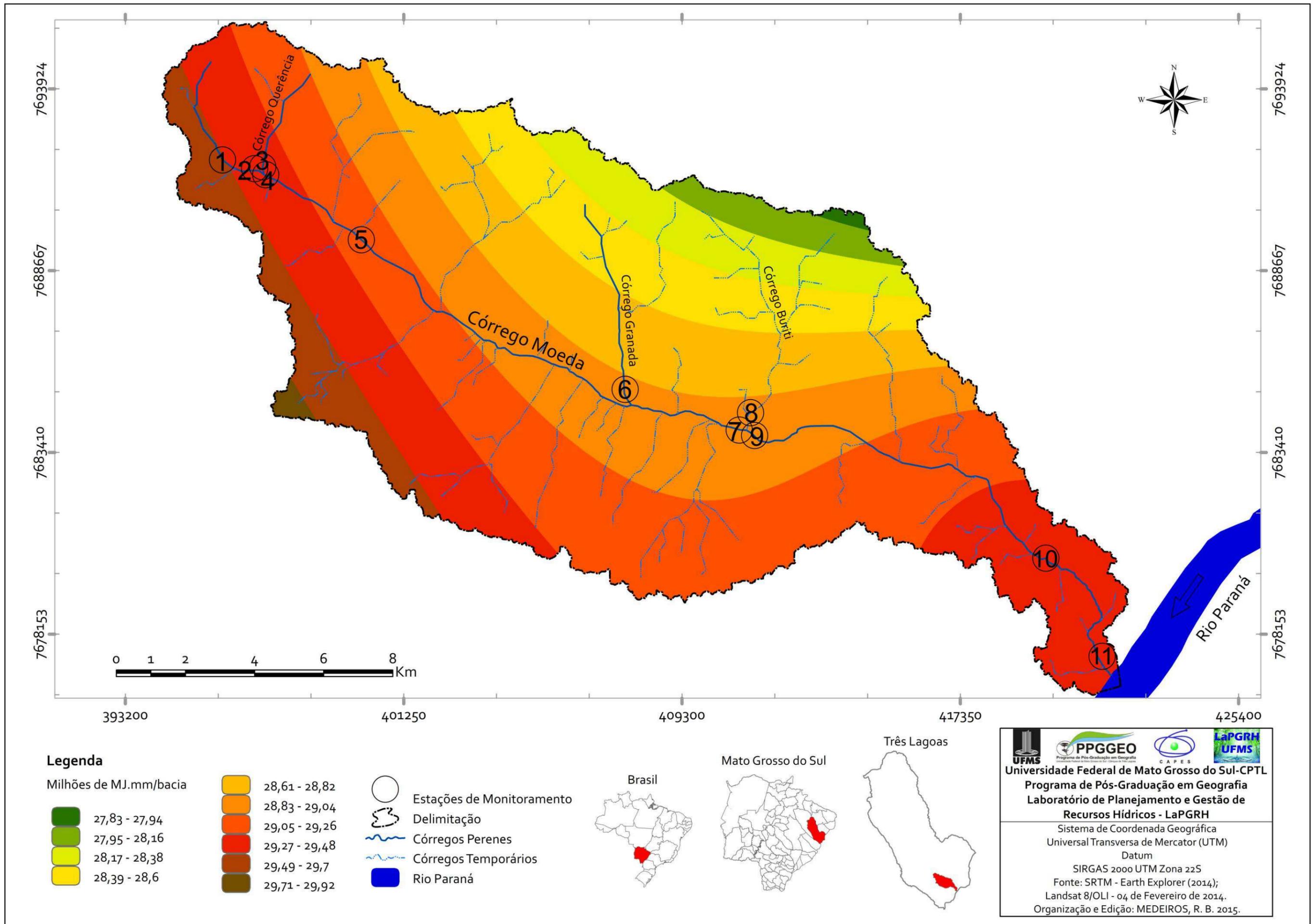


Figura 57: Mapa de energia potencial erosiva pluviométrica da BHCM, no inverno de 2014.

5.1.4. Energia Potencial Erosiva Pluviométrica da BHCM, na Primavera de 2014

A primavera é caracterizada por altas precipitações, que abrangem grande parte do ocorrido. Mesmo no ano de 2014, atípico, a primavera se mostrou a mais próxima dos valores obtidos pelas prévias, única exceção é pelo mês de dezembro.

Portanto, os maiores valores de precipitação e energia potencial erosiva pluviométrica ocorreram na primavera de 2014, como pode ser visto na **Tabela 21**. Estas altas precipitações acabam proporcionando uma preocupação, sobretudo devido às constantes chuvas vindas do inverno e primavera, pois os meses chuvosos acabam saturando o solo, elevando o escoamento superficial, provocando maiores valores de potencial erosivo pluviométrico, podendo ser refletido nas classificações da erosividade, de acordo com Crepani *et. al.* (2001).

Tabela 21: Energia potencial erosiva pluviométrica e precipitação na BHCM, na primavera de 2014.

Meses	Prévia de 1983 à 2014	2014	Erosividade Pluviométrica (MJ.mm/ha*)		Erosividade Pluviométrica (Milhões de MJ.mm/bacia**)		Erosividade Pluviométrica (%)		Pesos sobre o mapa de Erosividade
			Prévia	2014	Prévia	2014	Prévia	2014	
Outubro	98,01	125,72	410,62	698,02	10,17	17,29	6,07	12,52	6
Novembro	142,94	177,03	728,14	1173,56	18,03	29,06	10,76	21,04	6
Dezembro	187,66	71,88	1100,7	298,75	27,26	7,40	16,27	5,36	4
	428,61	374,63	2239,46	2170,33	55,46	53,75	33,10	38,91	5

*MJmm /ha - Megajoule de Milímetros por Hectare

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

Fonte: Bertoni e Lombardi Neto (1999).

A estação da primavera previamente é chuvosa e, neste ano de 2014, permaneceu neste padrão, obtendo, em outubro, uma precipitação de 125,72mm, ocasionando ao ambiente um potencial erosivo pluviométrico de 17,29 milhões de MJ.mm/bacia.

Estas chuvas acabaram durando, ainda em maior quantidade, no mês de novembro, chegando a 177,03mm e um potencial erosivo pluviométrico de 29,06. Estes valores acabaram fazendo com que chegasse à classe 6 de erosividade, provocando ao ambiente uma perda de solo elevada, ocasionando alguns problemas, não só erosivos mas também aos agricultores desta bacia hidrográfica,

pois a constante precipitação acaba retirando a camada superficial do solo e reduz sua fertilidade.

No mês de dezembro, é notável a redução das precipitações, principalmente se levadas em consideração as prévias climatológicas, que apresentam a maior pluviosidade desta estação, com 187,66mm e, conseqüentemente, representa o maior potencial erosivo pluviométrico, com 27,26 MJ.mm. Porém, neste ano de 2014, a precipitação alcançou 71,88mm, fazendo com que o maior potencial erosivo pluviométrico, de acordo com as prévias, fosse alterado para 7,40 milhões de MJ.mm/bacia, menor valor desta estação.

A estação da primavera é caracterizada por altas precipitações e, neste ano de 2014, apenas dezembro não ficou neste patamar, levando-se em conta as prévias climatológicas. Com isto foi constatada uma precipitação de 71,88mm que acabou ocasionando uma energia potencial pluviométrica de 7,40 milhões de MJ.mm/bacia, sendo classificada como Peso 4 de erosividade.

Na **Figura 58** é elaborada um mapa de energia potencial erosiva pluviométrica, com o intuito de visualizar de que maneira estes valores ficaram dispostos ao longo da BHCM, apontando os locais com maiores valores. Com isto é possível notar que os menores valores ficaram na região norte, mais precisamente próximo à nascente do córrego Buriti. Toda a área da foz do córrego Moeda ficou dentro dos índices próximos a 51,22 MJ.mm/bacia, sendo que os maiores valores ficaram nas regiões oeste (alto curso do córrego Moeda) e sudoeste da BHCM.

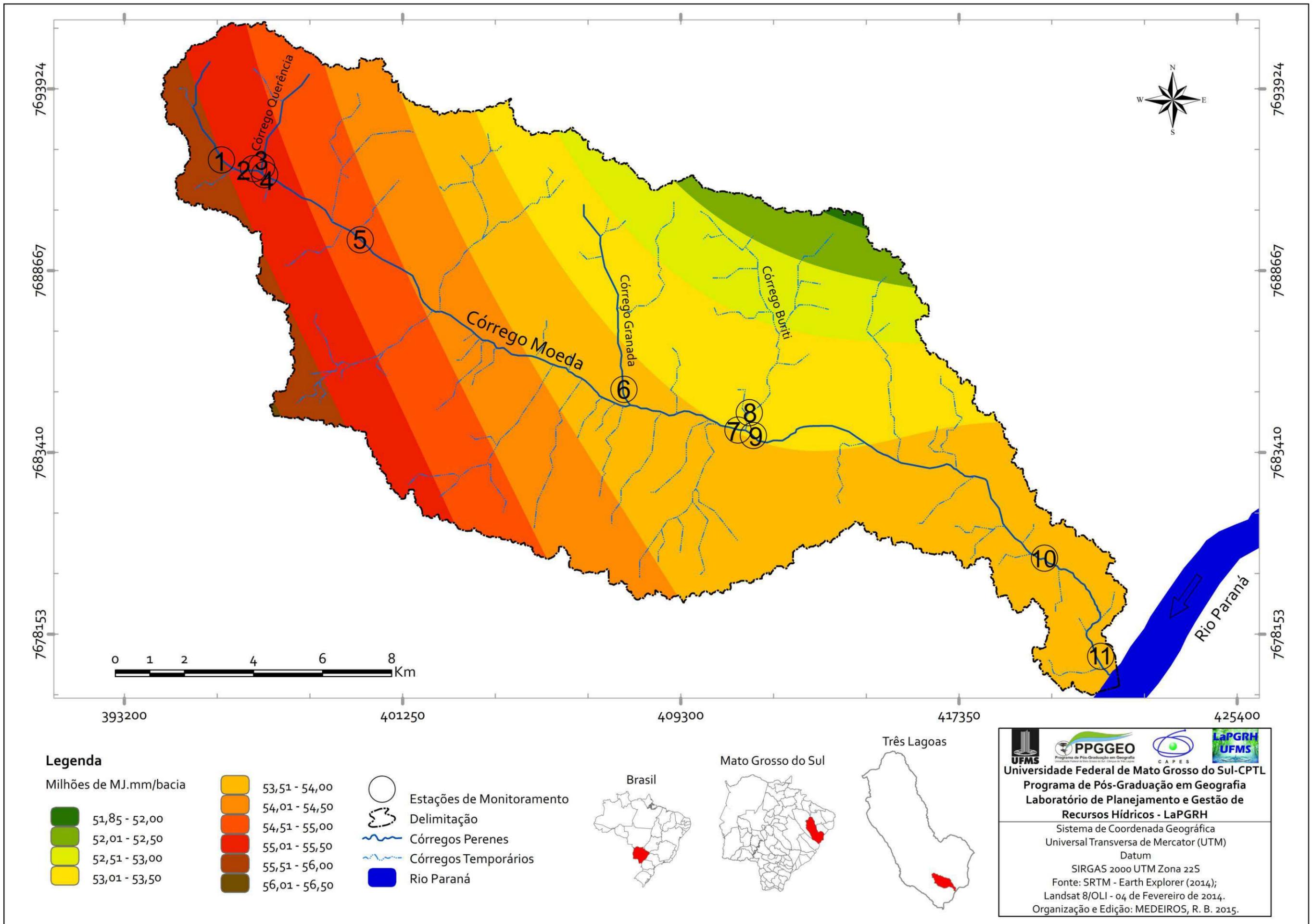


Figura 58: Mapa de energia potencial erosiva pluviométrica da BHCM, na primavera de 2014.

5.1.5. Energia Potencial Erosiva Pluviométrica da BHCM, no ano de 2014

Ao longo do ano de 2014 é possível a visualização das variações das precipitações e da energia potencial erosiva pluviométrica, apontando, assim, os locais mais passíveis de erosões, levando-se em conta não só as prévias como também as precipitações atuais.

Estes valores acabam definindo uma variação no potencial erosivo ao longo do ano, sendo importante para o planejamento das práticas conservacionistas de uso da terra a serem implementadas nas bacias hidrográficas, principalmente para a estimativa das perdas de solo para os leitos de córregos, rios e riachos por carregamento, o que pode, por sua vez, causar assoreamentos, ravinas e voçorocas, prejudicando não só o ambiente, mas também os produtores rurais, visto que um dos motivos para a redução da competência produtiva do solo é a erosão, que acaba diminuindo sua fertilidade e implica diretamente na rentabilidade das culturas.

A **Tabela 22** e a **Figura 59** mostram a erosividade que poderá ocorrer na BHCM em função da precipitação ocorrida (prévia climatológica) ao longo dos anos de 1983 a 2014. Por meio destas análises é possível notar a relação entre precipitação e energia potencial erosiva pluviométrica, sendo que quanto maior a pluviosidade, maior será a erosividade.

Tabela 22: Energia potencial erosiva pluviométrica e precipitação na BHCM, no período de 1983 à 2014 e de 2014.

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

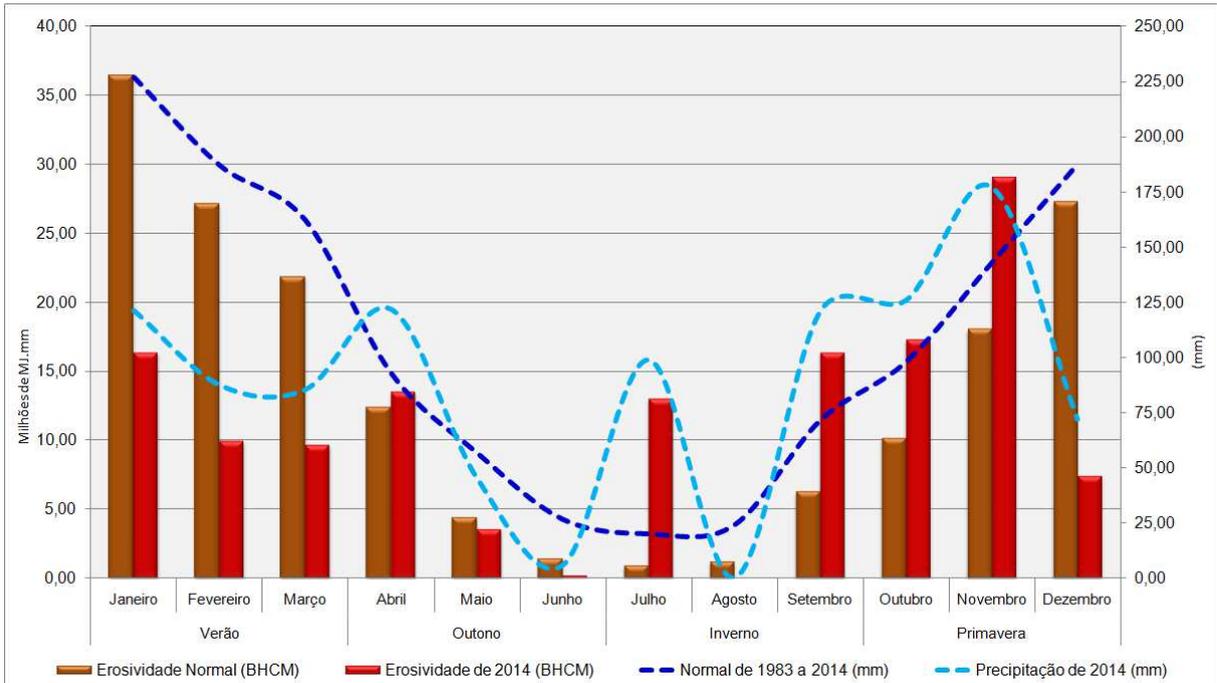


Figura 59: Energia potencial erosiva pluviométrica e precipitação de acordo com as prévias climatológicas da BHCM.

A precipitação no ano de 2014 foi considerada atípica, como já visto anteriormente. Com isto sua energia potencial erosiva pluviométrica apresentou queda significativa com relação às prévias climatológicas. Lembrando que isto não é necessariamente uma variável apropriada, pois mesmo ocorrendo pouca erosividade, o solo acaba ficando ressecado devido à falta de chuvas e uma pluviosidade muito alta em um curto espaço de tempo, e que poderá ser prejudicial.

Isso poderá ser evitado com um manejo adequado e uma cobertura vegetal significativa, pois acaba reduzindo o escoamento superficial e o carreamento de sedimentos. Desta forma, estas variáveis de energia potencial erosiva pluviométrica serão correlacionadas futuramente com o uso, ocupação e manejo da terra, para que ocorra essa interação, analisando a real situação da área de estudo em termos de vulnerabilidade ambiental.

Por meio destes índices, nota-se que a maior erosividade é a registrada no mês de janeiro, pois possui a maior quantidade de pluviosidade, 227,19mm, fazendo com que ocorresse 36,44 Milhões de MJ.mm/bacia de energia potencial erosiva pluviométrica, representando 22,15% do total. No ano de 2014, as precipitações foram menores com relação à prévia, fazendo com que os valores registrassem uma redução, chegando a 16,34 Milhões de MJ.mm na BHCM.

Em fevereiro permanecem as pluviosidades elevadas, assim como em março, com 187,22mm e 162,29mm respectivamente. Com isto, a erosividade representou índices de 27,16 Milhões de MJ.mm em fevereiro e 21,86 Milhões de MJ.mm em março. Os índices destes meses do verão representam mais da metade de toda a erosividade ocorrida na BHCM, de acordo com a prévia climatológica. Durante o ano de 2014, o mês de fevereiro e março representaram 9,95 Milhões de MJ.mm e 9,60 Milhões de MJ.mm respectivamente, ocasionado pelas reduções das precipitações durante estes meses.

Com os meses chuvosos, a precipitação se distribui no solo superficialmente e em seu interior de forma mais acelerada. Na medida em que a superfície não é saturada, ocorre a infiltração. Entretanto, com o passar dos meses chuvosos, este solo vai se saturando e o excesso da pluviosidade ocasiona um escoamento superficial (transporte das partículas), provocando um aumento da energia potencial erosiva. O diferencial ocorreu durante o ano de 2014. O verão, que previamente é chuvoso, representou uma queda significativa das precipitações, reduzindo também sua erosividade pluviométrica.

Com a prévia climatológica, a e com a chegada das estações mais secas (outono e inverno) ocorre uma inversão nos índices erosivos, apresentando valores mais reduzidos. O mês de abril apresenta 92,85mm de precipitação média, e isto representa 9,37 MJ.mm de potencial erosivo pluviométrico na BHCM. Nos meses seguintes (maio e junho) ocorre uma redução significativa nas precipitações, fazendo com que os índices de erosividade alcancem 4,44 MJ.mm e 1,40 MJ.mm respectivamente. Um fator preocupante é que o outono (prévia) já é considerado seco, entretanto, no ano de 2014, este índice apresentou números mais reduzidos, o que diminuiu a erosividade, mas também acaba deixando o solo mais ressecado, podendo ser prejudicial com a vinda de precipitações altas em curtos períodos de tempo.

Pouco antes da chegada do inverno é possível visualizar que as pastagens já se encontram ralas e batidas, o que proporciona uma energia potencial erosiva alta. Contudo, devido às suas precipitações reduzidas, acabam não provocando grandes perdas de solo, **Figura 60**. Entretanto, com a chegada do inverno chuvoso de 2014, acaba ocorrendo uma maior suscetibilidade à ocorrência da retirada na camada superficial do solo, mas que nesta estação acabou não sendo influenciável no transporte de sedimentos, como veremos adiante.



Figura 60: Alto curso da BHCM, pastagem rala e batida devido à falta de chuvas, fazenda Querência.

Os valores de energia potencial erosiva pluviométrica ficaram mais evidentes na primavera, pois ocorreu uma constante chuva, desde o inverno com julho e setembro chuvosos, permanecendo até a primavera com outubro e novembro chuvosos, ocorrendo, assim, a maior energia potencial erosiva pluviométrica, tanto pela prévia climatológica como também pelo ano de 2014.

Com isto, esta análise fornece dados que auxiliam na agricultura, plantio e, principalmente, corte dos hortos dos eucaliptos presentes na BHCM. Pois quando é efetuado o corte dos talhões em meses do verão e da primavera a área de solo exposto sofrerá uma intensa perda de solos, carreando sedimentos até as áreas mais baixas, prejudicando os recursos hídricos e, conseqüentemente, a dinâmica deste sistema natural.

5.2. Energia Potencial Erosiva do Relevo da BHCM

5.2.1. Declividade da BHCM

Levando-se em conta a utilização da Declividade na análise da Energia Potencial Erosiva do Relevo da BHCM, foram obtidos os dados correspondentes a cada área ocupada por determinado intervalo de Declividade. Desta forma é possível a elaboração de pesos de influência sobre a erosão dependendo do gradiente de inclinação do relevo.

A classificação da Declividade abrangeu a metodologia de Lepsch (1983) e as classes de limitações de uso das terras e facilidades de ocupação rural, proposta por Ramalho Filho e Beek (1995), que a classifica de acordo com o gradiente de inclinação do terreno.

Por meio da **Figura 61** e **Tabela 23** é possível a identificação das áreas ocupadas por um determinado intervalo de declive e, conseqüentemente, quantificar essas áreas e elaborar pesos para que possam servir de instrumento na análise do mapa Síntese de Energia Potencial Erosiva do Relevo da BHCM, visualizando, assim, as classes que, obtendo uma melhor visualização, auxilia na quantificação e análise do mapa. A classificação foi subdividida em subclasses, com intervalos de 1,00% até chegar ao 9,00%, pois grande parte das pesquisas relacionadas à declividade não busca essa melhor visualização dos declives menos acentuados, buscando apenas seguir as classes de acordo com determinada metodologia utilizada.

Com isso, a visualização fica mais detalhada, auxiliando não só o leitor, mas também quando for realizada a discussão do que foi encontrado na BHCM. Contudo, sua quantificação obedeceu ao limite entre as classes de 0,00% a 3,00%; 3,01% a 6,00%; 6,01% a 9,00%; 9,01% a 12,00%; 12,01% a 20,00% e maior que 20,00%, estipulados por Lepsch (1983).

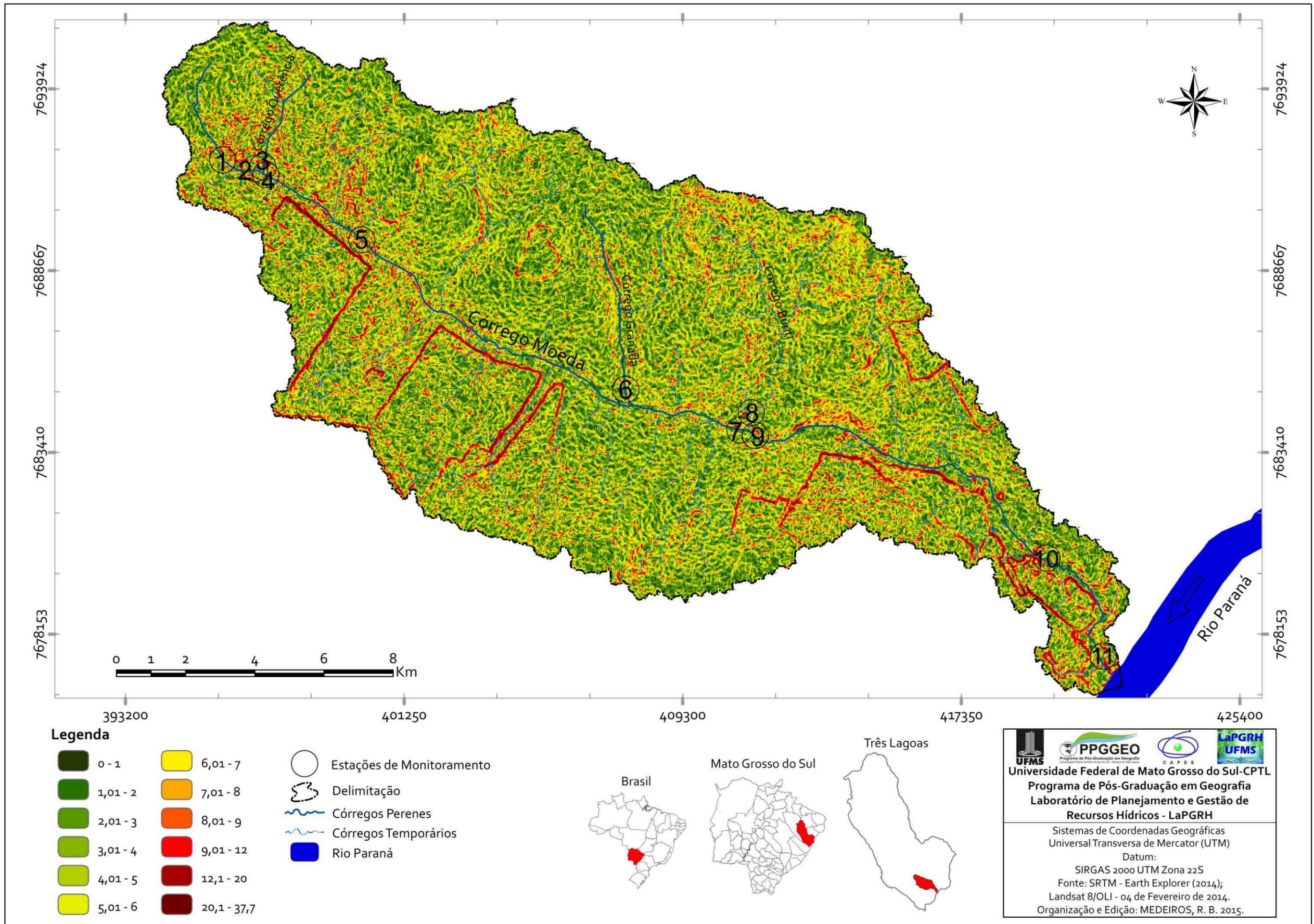


Figura 61: Mapa de declividade da BHCM, Três Lagoas/MS.

Tabela 23: Classes de declividade e facilidade na ocupação rural na BHCM, Três Lagoas, MS.

Declividade (%)	Classificação	Área (Km ²)	Área (%)	Facilidades na Ocupação Rural	Pesos sobre o mapa de Energia Potencial Erosiva do Relevo	Cores Temáticas
0,00 a 1,00	Plano a Muito Suave	10,84	4,38	Aquicultura	1	
1,01 a 2,00		30,25	12,22	Apto a qualquer uso agrícola	2	
2,01 a 3,00		38,84	15,68		3	
3,01 a 4,00	Suave	44,97	18,16	Depende da subclasse, pois será preciso ações de controle erosivo ou de melhoria na fertilidade do solo.	4	
4,01 a 5,00		36,48	14,73		5	
5,01 a 6,00		31,40	12,68		6	
6,01 a 7,00	Suave a Suave Ondulado	19,97	8,06	Restrita a agricultura, mas apta para agricultura moderna desde que use técnicas de manejo e conservação do solo.	7	
7,01 a 8,00		13,51	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	Susceptibilidade a erosão e perda de potencial produtivo do solo. Permite pastoreio, reflorestamento e a manutenção da vegetação natural.	10	
12,01 a 20,00	Ondulado	4,02	1,62	Não permite uso agrícola, somente manutenção da vegetação original.	11	
> 20,01	Forte Ondulado	0,73	0,29	Manutenção da vegetação original.	12	

Fonte: Adaptada da Classificação de Lepsch (1983) e das Classes de Facilidades na Ocupação Rural, de Ramalho Filho e Beek (1995).

A análise dos dados do mapa de declividade, **Figura 61 e Tabela 23**, apontou que a maior distribuição de declive se concentra nas classes de 3,01% a 6,00%, que remonta 45, 57% da Bacia, classificado como relevo Suave e que, de acordo com Ramalho Filho e Beek (1995), é um ambiente onde será preciso adotar ações de controle erosivo ou de melhoria na fertilidade do solo.

Lepsch *et. al.* (2002) ainda enfatiza estas áreas com pequenas ou nenhuma limitações de uso das terras, pois apresentam previamente solos profundos, de fácil mecanização e indicadas para o plantio de culturas anuais, com o uso de práticas simples de conservação do solo.

Com relação à infiltração das águas pluviais no solo, fator de extrema relevância na análise do potencial de erosão que uma bacia hidrográfica pode alcançar, Serra (1993) analisa esta classe de declive como áreas que não apresentam fortes restrições à infiltração de água, que acaba auxiliando na redução de seu potencial erosivo.

A classe de 3,01% a 6,00% abrangeu áreas ao longo de toda a Bacia, sobretudo no médio curso. No total, somou 112,85km² da BHCM, sendo classificada sua Energia Potencial Erosiva do Relevo, com pesos de 4 a 6.

A segunda classe mais encontrada na BHCM foi de 0,00% a 3,00% de declividade, com 79,93km² ou 32,28%, sendo classificada como Plano a Muito Suave, e encontrada ao longo de toda a área da BHCM. A classe está apta a qualquer uso agrícola, segundo Ramalho Filho e Beek (1995), contudo, De Biase (1993 apud PINTO *et. al.*, 2005) aponta pequenas limitações de usos agrícolas, principalmente por ser uma classe pouco acidentada, ocasionando, em alguns casos, inundações das planícies e apresentam um excedente hídrico que pode perdurar por alguns meses.

Dessa forma, foram classificadas com Pesos de 1 a 3 sobre a Energia Potencial Erosiva do Relevo. Na **Figura 62** é mostrada uma área de declividade de 0,00 a 3,00%, abrangendo local de pastagem sem curvas de nível, próxima ao limite, no noroeste da BHCM, na Fazenda Querência.



Figura 62: Alto curso da BHCM, área de pastagem na fazenda querência que apresenta declividade de 0,00 a 3,00%.

A classe de 6,01% a 9,00% abrangeu locais dispersos ao longo da BHCM, apontando para um total de 41,17km² ou 16,63% da área. Esta classe, segundo Ramalho Filho e Beek (1995), é restrita à agricultura, contudo, é apta à agricultura moderna desde que ocorra a utilização de técnicas de manejo e conservação do solo.

A classe 9,01% a 12,00% de declividade foi encontrada em poucas áreas, entretanto ao longo de toda a bacia hidrográfica, alcançando 8,94km² ou 3,61% da área total da BHCM. Estas áreas, segundo Lepsch *et. al.* (2002), são indicadas ao plantio de culturas anuais, sendo recomendadas práticas de conservação do solo.

Na **Figura 63** é visualizada uma área que, além de apontar um declive de 9,01 a 12,00%, é ocupada por pastagens sem curvas de nível ou qualquer tipo de manejo da terra, sendo apontada como um agravante devido ao seu gradiente de inclinação. Ramalho Filho e Beek (1995) consideram como uma classe onde ocorre uma susceptibilidade à erosão e perda de potencial produtivo do solo, permitindo apenas o pastoreio, o reflorestamento e a manutenção da vegetação natural.

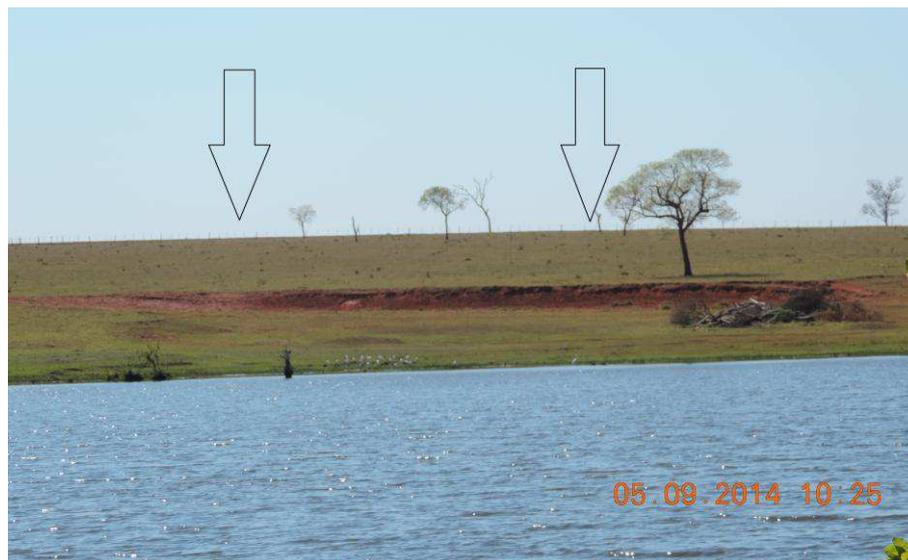


Figura 63: Alto curso da BHCM, ao fundo, área de pastagem alcançando a classe de 9,01 a 12,00% de declividade.

A declividade, quando alcança 12,01% a 20,00%, segundo Lepsch *et. al.* (2002), possuem maiores problemas erosivos e são impróprias para culturas anuais, apenas podendo ser utilizadas para culturas perenes, desde que busquem proporcionar uma proteção maior ao solo. Entretanto, Ramalho Filho e Beek (1995) afirmam que a partir desta classe de declive, as recomendações são para a não utilização agrícola, mas apenas manutenção da vegetação primitiva.

Esta classe abrangeu áreas, sobretudo situadas à margem direita do córrego Moeda até o limite da BHCM, apontando uma interação desta classe com o uso e ocupação da terra, pois os talhões do eucalipto acabaram sendo influenciados pelo declive no terreno, como nas proximidades do ponto 5.

Rostagno (1999) afirma que nesta classe é necessário adotar práticas de conservação mais difíceis. Lepsch *et. al.* (2002) são mais taxativos ao enfatizar que são áreas com chances maiores de ocorrer erosões, portanto, é necessário que ocorra uma conservação do solo nestas áreas, visando à redução do potencial de erosão.

A classe >20,01% de declive é classificada como Forte Ondulada e se apresentou com apenas 0,73km², que, segundo a classificação de Ramalho Filho e Beek (1995), devem ser utilizadas apenas visando a manutenção da vegetação natural. Esta classe, por apresentar a maior Energia Potencial Erosiva do Relevo da BHCM, foi classificada com Peso 12.

5.2.2. Dissecação Horizontal da BHCM

Na elaboração do mapa de Dissecação Horizontal da BHCM, ficaram evidenciadas doze classes, de acordo com a distância percorrida do canal fluvial até o limite da bacia hidrográfica, seguindo sempre uma linha reta. Portanto, cada uma das doze classes oferecem um peso distinto sobre o mapa de Energia Potencial Erosiva do Relevo, partindo do Peso 12 ao Peso 1, onde as maiores dissecações horizontais (em extensão) apresentam uma rampa mais suave, reduzindo seu potencial erosivo.

Com a **Figura 64** é possível à identificação das classes, obedecendo às cores temáticas, de acordo com Spiridonov (1981), e na **Tabela 24** são representados os valores obtidos em km² e porcentagem para cada classe na BHCM.

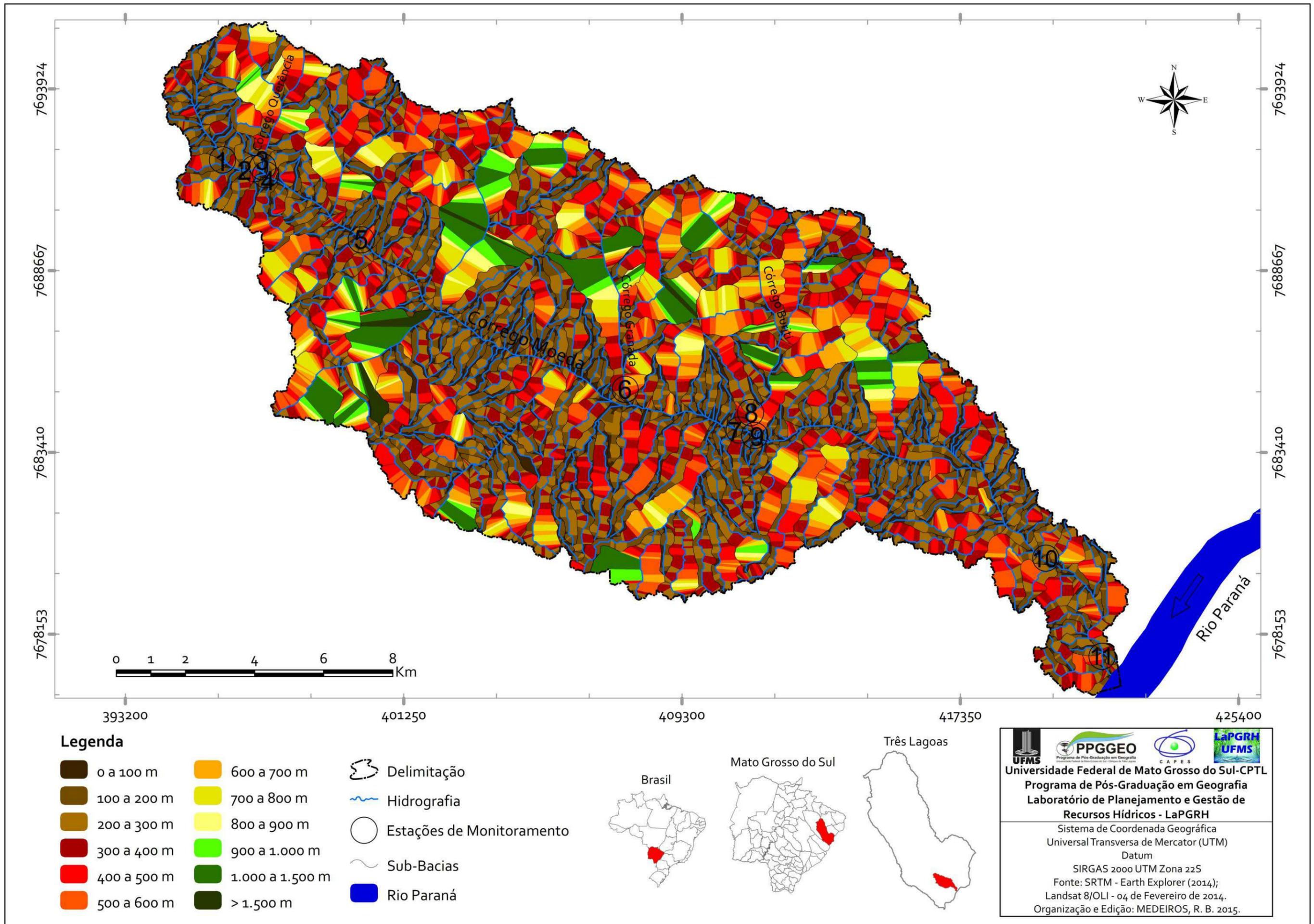


Figura 64: Mapa de dissecação horizontal da BHCM, Três Lagoas/MS.

Tabela 24: Classes de dissecação horizontal, com suas respectivas áreas em km² e em %, para a BHCM, Três Lagoas/MS.

Classes de Dissecação Horizontal (metros)	Área (Km ²)	Área (%)	Pesos sobre o mapa de Energia Potencial Erosiva do Relevo e Cores Temáticas
0,00 a 100,00	23,27	9,40	12
100,01 a 200,00	46,77	18,89	11
200,01 a 300,00	43,03	17,37	10
300,01 a 400,00	32,15	12,98	9
400,01 a 500,00	27,33	11,04	8
500,01 a 600,00	21,35	8,62	7
600,01 a 700,00	16,08	6,49	6
700,01 a 800,00	12,72	5,14	5
800,01 a 900,00	6,47	2,61	4
900,01 a 1.000,00	5,53	2,24	3
1.000,01 a 1.500,00	11,46	4,63	2
> 1.500,00	1,43	0,59	1

Correlacionando o mapa de Dissecação Horizontal com os dados quantificados de suas classes, foi possível identificar um predomínio da classe 100 a 200m, sendo característico em grande maioria das sub-bacias encontradas na BHCM e classificadas como Peso 11 de potencial erosivo.

A classe de 0 a 100m abrangeu 23,27km², ou 9,40%. Estas áreas são apontadas como Peso 12 de potencial erosivo, pois sua rampa é estreita, canais mais encaixados e retilíneos, portanto, o escoamento superficial tende a ser mais elevado, potencializando os processos erosivos e, conseqüentemente, causando uma vulnerabilidade neste ambiente.

Outra classe que abrangeu grandes áreas da BHCM é de 200 a 300m, apontando um total de 43,03km², ou 17,37%, sendo áreas classificadas com Peso 10 de potencial erosivo, sendo representativo na visualização do mapa de Dissecação Horizontal.

A rampa do terreno mais suave foi classificada pela classe > 1.500m. Foi encontrada, sobretudo, nos maiores afluentes do médio curso do córrego Moeda, alcançando um total de apenas 1,43km², ou 0,59%, não sendo representativo em termos quantitativos na BHCM. Estas áreas podem ser analisadas como áreas de várzea ou locais com desnível suave, portanto, foi classificado como Peso 1.

5.2.3. Dissecação Vertical da BHCM

Na elaboração do mapa de Dissecação Vertical da BHCM, ficaram evidenciadas doze classes, levando-se em conta que os pesos oferecidos são opostos aos dados na Dissecação Horizontal, ou seja, partem do Peso 1 ou Peso 12. Onde as maiores dissecações verticais (em altitude) apresentam uma rampa mais ondulada, maior velocidade no fluxo d'água e, conseqüentemente, maior poder erosivo.

As classes partiram da metodologia de Spiridonov (1981), onde as classes têm início na foz do canal passando até a intersecção do canal fluvial até as curvas de nível de todos os patamares altimétricos da sub-bacia (curvas de nível de 10 em 10 metros).

Com a **Figura 65** é possível a identificação das classes, e na **Tabela 25** são representados os valores obtidos em km² e porcentagem para cada classe na BHCM.

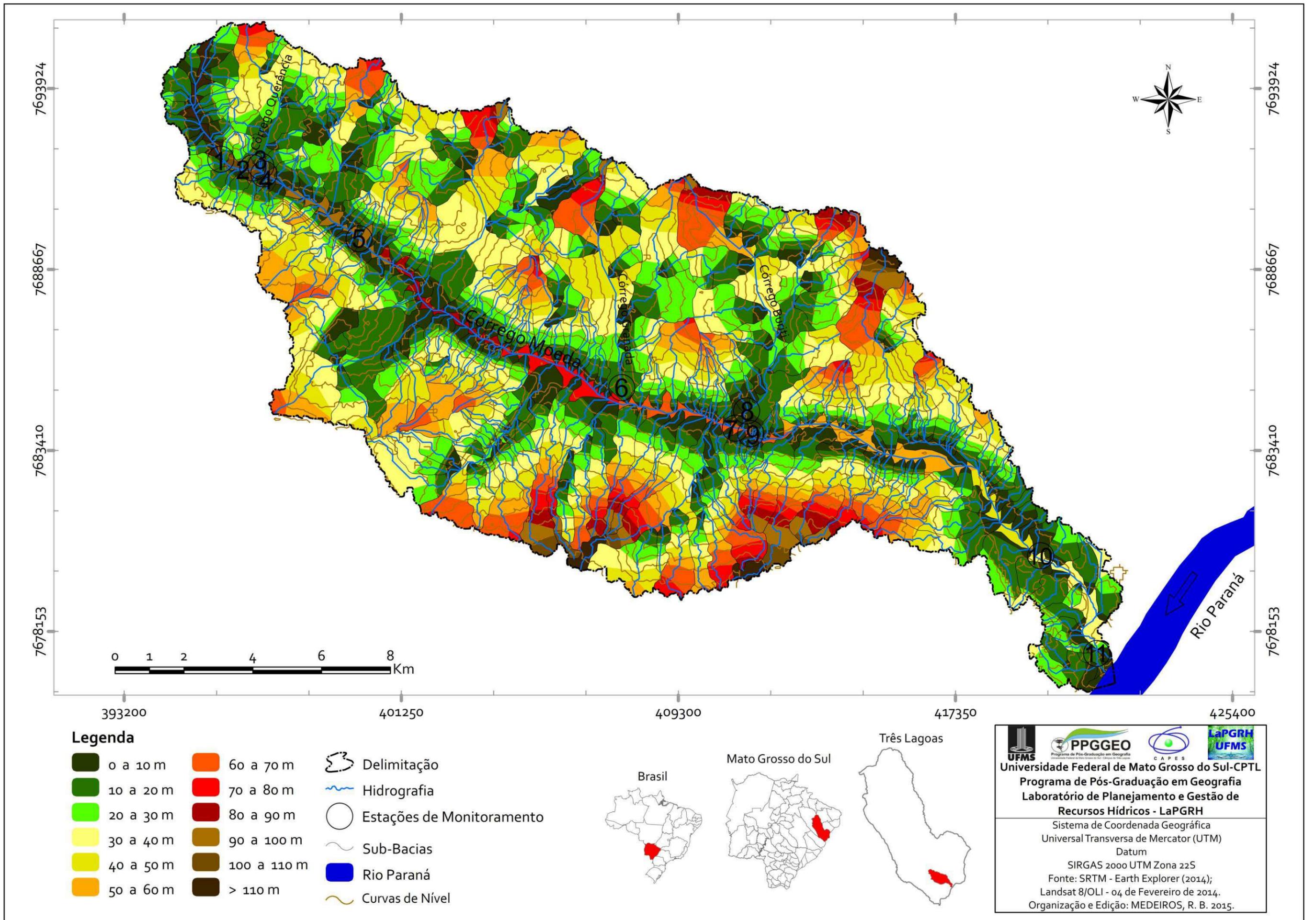


Figura 65: Mapa de dissecação vertical da BHCM, Três Lagoas/MS.

Tabela 25: Classes de dissecação vertical com suas respectivas áreas em km² e % na BHCM, Três Lagoas/MS.

Classes de Dissecação Vertical (metros)	Área (Km ²)	Área (%)	Pesos sobre o mapa de Energia Potencial Erosiva do Relevo e Cores Temáticas
0,00 a 10,00	25,63	10,35	1
10,01 a 20,00	47,65	19,22	2
20,01 a 30,00	40,15	16,20	3
30,01 a 40,00	46,00	18,57	4
40,01 a 50,00	32,08	12,96	5
50,01 a 60,00	21,03	8,49	6
60,01 a 70,00	15,33	6,19	7
70,01 a 80,00	7,50	3,06	8
80,01 a 90,00	4,30	1,74	9
90,01 a 100,00	3,73	1,51	10
100,01 a 110,00	1,98	0,80	11
> 110,00	2,26	0,91	12

É notável a presença da primeira classe (0 a 10m) nas proximidades da foz de todos os recursos hídricos da BHCM até a intersecção do canal fluvial com a curva de nível. Com isto muitas áreas foram abrangidas, contudo, por ser a primeira classe, está situada em limites de menor extensão, fazendo com que não apresentasse uma área de maioria considerável, alcançando 25,63km².

A segunda classe (10 a 20m) abrangeu a intersecção do canal fluvial com a primeira curva de nível até a segunda curva de nível, abrangendo áreas de maior extensão, pois apenas as sub-bacias menores não foram constatadas esta classe, alcançando um total de 47,65km², ou 19,22%, figurando na classe de maior representatividade na BHCM.

Com relação à classe de 20 a 30m, foi extensa sua área de abrangência, chegando à 40,15km², ou 16,20% do total da BHCM. Ao longo destas classes citadas, a dissecação ainda é fraca quanto à esculturação do relevo e transporte de sedimentos. O mesmo pode-se dizer da classe de 30 a 40m, pois não apresenta uma dissecação alta, sendo representada na BHCM por 46,00km² e 18,57%.

A classe de 40 a 50m apresentou 32,08km², ou 12,96%. Esta classe mostra o início do declínio em área de extensão das classes, sobretudo, pois esta classe não é observada em todas as sub-bacias, levando-se em conta que todas as classes possuem um peso em relação à Mapa de Energia Potencial Erosiva do Relevo. Esta classe por sua vez, alcança um Peso 5.

A Dissecação Vertical que alcançou de 50 a 60 abrangeu uma área de 21,03km², ou 8,49% da área total, sendo representativo, principalmente, em sub-bacias mais alongadas, pois necessitam atravessar cinco patamares altimétricos.

A classe de 60 a 70m apresenta-se em 15,34km², ou 6,19%. Portanto, não é representativo em todas as sub-bacias, sendo apenas encontradas nas mais alongadas e nos principais afluentes da BHCM. O mesmo ocorre com a classe 70 a 80m, que alcançou 7,57km², ou 3,06% do total da bacia hidrográfica.

A classe que representa 80 a 90m abrangeu apenas parte dos principais afluentes do médio curso da BHCM, não alcançando grandes valores de extensão (4,30km² ou 1,74%). Nestes locais também foram encontradas a outra classe (90 a 100m) que alcançou 3,73km² e 1,51% da área total.

Localizada também nestas áreas e característico das proximidades dos pontos 2, 3 e 4 de monitoramento das águas superficiais, a classe 100 a 110m não alcançou grandes extensões, apenas 1,98km² e 0,80%. A classe que menos foi representativa de maneira geral foi a de 100 a 110 metros, chegando à 1,98km², ou 0,80%, mostrando que, mesmo obtendo um Peso 11 sobre o mapa de Energia Potencial Erosiva do Relevo, acaba não influenciando de forma significativa nos seus valores, pois sua extensão é pequena em relação ao total da BHCM.

Por fim, o maior peso de energia potencial erosiva é dado para a classe que abrange os patamares altimétricos maiores do que 110m, abrangendo uma reduzida área de 2,26km² e 0,91% do total da BHCM.

5.2.4. Energia Potencial Erosiva do Relevo da BHCM

Na elaboração da Energia Potencial Erosiva do Relevo da BHCM (**Figura 66**), foram constatadas doze classes, abrangendo dados de Declividade, Dissecação Horizontal e Dissecação Vertical. Estas informações foram correlacionadas e por meio dos pesos elaborados para cada classe e, de acordo com sua propensão a erosões, foi diagnosticada a capacidade que na BHCM poderá ocorrer de erosões, ou seja, seu potencial.

Na **Tabela 26**, foram quantificados em km² e % quanto cada classe ocupa na BHCM, visualizando as cores temáticas utilizadas, bem como sua nomenclatura e o peso que cada classe exerce sobre o mapa de Erosividade.

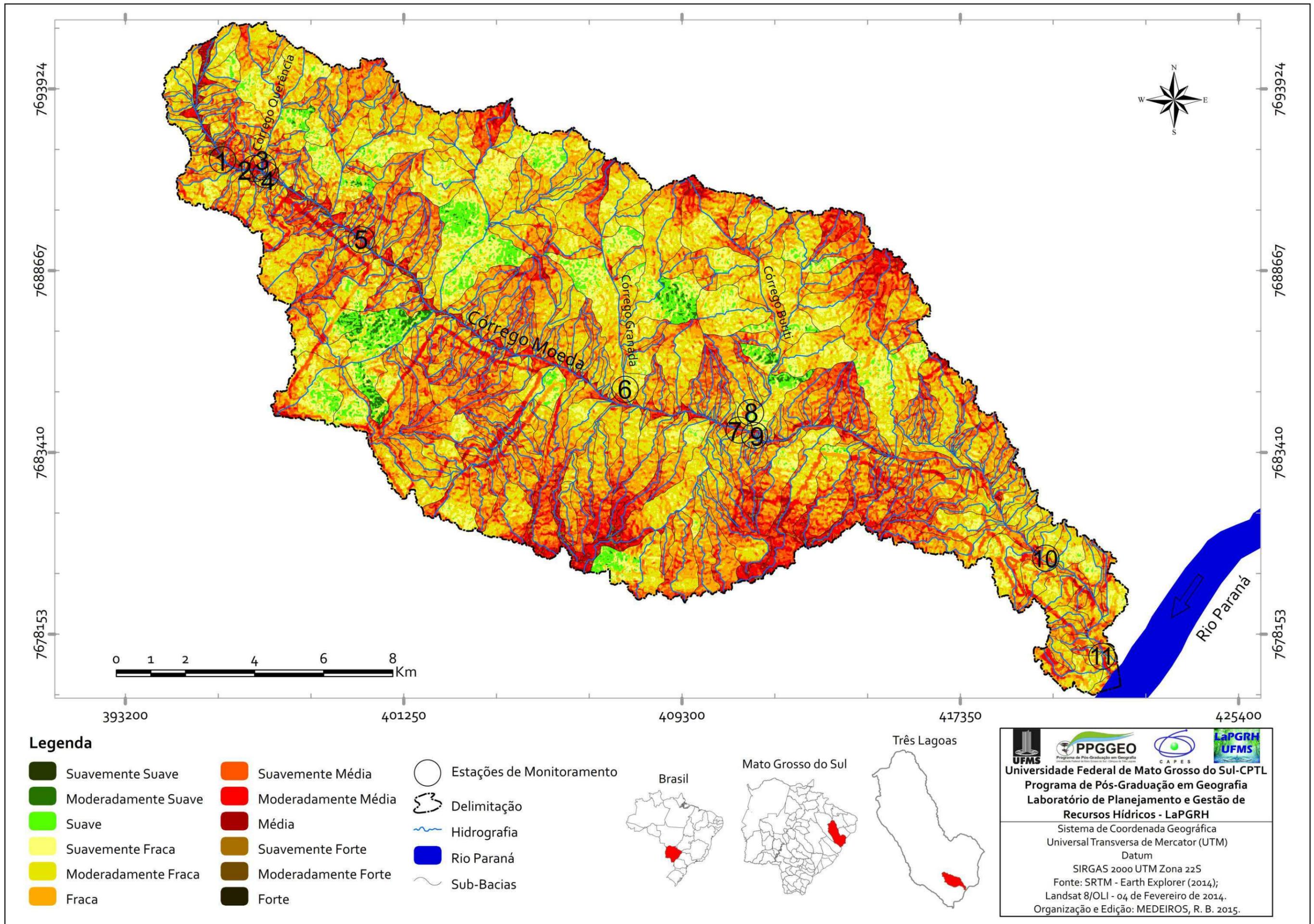


Figura 66: Mapa de energia potencial erosiva do relevo da BHCM, Três Lagoas/MS.

Tabela 26: Classificação da energia potencial erosiva com suas respectivas áreas em km² e %, na BHCM.

Classificação	Área (Km ²)	Área (%)	Pesos sobre o mapa de Erosividade e Cores Temáticas
Suavemente Suave	0,13	0,05	1
Moderadamente Suave	1,65	0,67	2
Suave	9,54	3,85	3
Suavemente Fraca	28,36	11,45	4
Moderadamente Fraca	63,57	25,67	5
Fraca	72,46	29,26	6
Suavemente Média	45,34	18,31	7
Moderadamente Média	19,55	7,89	8
Média	5,62	2,27	9
Suavemente Forte	1,11	0,45	10
Moderadamente Forte	0,16	0,07	11
Forte	0,15	0,06	12

Com a elaboração do mapa de Energia Potencial Erosiva do Relevo é possível afirmar que a classe de maior extensão encontrada na BHCM é Fraca, alcançando um total de 72,46km², ou 29,26%, sendo encontrada ao longo de toda a bacia hidrográfica. Outra classe que abrangeu grandes áreas é a Moderadamente Fraca com 63,57km², ou 25,67% do total da BHCM. Entretanto, apesar de ser considerada “Fraca”, este grau de energia potencial, quando aliada a outros fatores como uso, ocupação e manejo da terra, perda de sedimentos, escoamento superficial, tipo de solo e geologia entre outros elementos tende a se tornar mais grave, necessitando de controle e proteção, visando à minimização dos impactos que podem vir a ocorrer nestas áreas que abrangeram grande parte da BHCM.

A pior classe de Energia Potencial Erosiva do Relevo foi encontrada nas proximidades do ponto 1, compreendendo apenas 0,15km². É uma área com relativa declividade (9 a 12%) e abrange a Dissecação Horizontal de 0 a 100m e Dissecação Vertical de >110m. Dessa forma, na interpolação dos dados, acabou sendo classificada como Forte.

A classificação Moderadamente Forte foi encontrada apenas ao longo das proximidades das margens do Córrego Moeda, em seu alto e alto/médio curso, e também ao sul do ponto 6, próximo ao limite da BHCM. Devido a isto, abrangeu reduzida extensão (0,16km²).

A classe Suavemente Média abrangeu relativa extensão na BHCM, alcançando 45,34km², ou 18,31%, abrangendo locais ao longo de toda a bacia

hidrográfica, especialmente nas áreas com declividade elevada, que necessitam de uma conservação dos solos e limitam sua utilização.

A **Figura 67** mostra uma área classificada como Média, que se localiza próximo ao ponto 11 de monitoramento das águas superficiais. Esta classe compreendeu 5,62km², ou 2,27% do total da BHCM.



Figura 67: Baixo curso da BHCM, classificada como energia potencial erosiva do relevo média.

Na BHCM predomina um potencial erosivo de Suavemente Suave a Forte, não apresentando apenas a Classe Muito Forte, mostrando-se uma pesquisa importante, pois não visa apenas à análise do potencial erosivo da BHCM, mas também busca correlacionar estas variáveis com diversas outras (geologia, solos, precipitações, perda de solo, uso, ocupação e manejo da terra, qualidade e quantidade das águas, entre outras), buscando, ao final da pesquisa, analisar de forma mais definida e concreta a situação que se encontra a área de estudo, e quais as maneiras de manter este ambiente em equilíbrio diante dos vários elementos que se compõe e se interagem dentro deste sistema.

5.3. Energia Erosiva do Transporte de Sedimentos em Suspensão da BHCM

O mapeamento do mapa de Energia Erosiva do Transporte de Sedimentos em Suspensão da BHCM abrange o quanto as ações das águas correntes carregam de sedimentos em suspensão, provocadas pelo turbilhonamento das águas ao longo das vertentes e que alcançam o canal fluvial da BHCM, utilizando-se de dados de velocidade das águas superficiais, vazão e transporte de sedimentos em suspensão nos canais fluviais, ao longo dos onze pontos de coletas das águas superficiais, sendo que cada ponto analisado possui uma área de drenagem (sub-bacia). Por meio dos valores obtidos em cada ponto, foi elaborado pesos em cada sub-bacia, analisando sua influência sobre o mapa de Erosividade da BHCM.

5.3.1. Velocidade de Fluxo e Vazão das Águas Superficiais da BHCM

As análises da velocidade de fluxo e vazão das águas superficiais foram realizadas ao longo das estações do verão, outono, inverno e primavera de 2014, em todos os onze pontos de coleta das águas na BHCM. Entretanto, apenas o primeiro ponto não foi possível a obtenção de dados, pois o mesmo é um açude (ambiente lântico), não apresentando velocidade e, conseqüente, não sendo possível a mensuração da vazão.

Estes dados foram tabelados, para que seja possível sua melhor visualização e interpretação das informações, analisando os desvios negativos e positivos com relação à estação anterior, **Tabelas 27, 28, 29 e 30.**

5.3.1.1. Velocidade de Fluxo e Vazão das Águas Superficiais da BHCM, no Verão de 2014

A estação do verão é caracterizada previamente por altas precipitações, oferecendo à vazão números significativos, contudo as precipitações ocorridas em 2014 se mostraram menores do que a prévia climatológica. Portanto, suas vazões não foram expressivamente elevadas com relação às demais estações do ano, obtendo pouca variação.

Tabela 27: Mensurações de velocidade, área e vazão no verão de 2014, na BHCM, Três Lagoas/MS.

Pontos	Velocidade (m/s)	Área (m ²)	Vazão (m ³ /s)
1	0,00	*	*
2	1,55	0,01228	0,01903
3	2,75	0,00675	0,01856
4	2,60	0,01469	0,03819
5	7,20	0,03330	0,23976
6	5,20	0,06958	0,36182
7	5,20	0,26744	1,39069
8	1,10	0,02127	0,02340
9	5,40	0,16760	0,90504
10	14,20	0,11823	1,67887
11	8,90	0,61823	5,50225
Média	5,41	0,13294	1,01776

* açude, ambiente lântico.

O ponto 10 obteve maior velocidade (14,20m/s) dentre todos os pontos analisados. Isto pode ter sido ocasionado por ser um ponto de pouca profundidade e seu leito fluvial é formado por grande quantidade de cascalho, além da declividade nesta área apresentar uma elevação chegando ao baixo curso do córrego Moeda. Entretanto, sua pouca profundidade fez com que não apresentasse a maior vazão.

A maior vazão ocorreu no ponto 11. Apesar da menor velocidade do ponto 10, possui a maior área transversal do canal. Localizado no baixo curso do córrego Moeda, a cerca de 5 Km da foz do rio Paraná, possui relativa profundidade, apresentando uma área maior do canal fluvial e uma velocidade acima da média da BHCM.

Outro ponto que possui destaque é o 7. É o local do córrego Moeda que apresenta a maior profundidade alcançada, porém é mais estreito que o ponto 9, que teve sua área reduzida devido à velocidade, alcançando 5,20m/s e sua vazão alcançou 1,39069m³/s.

O Ponto 5 apresentou elevada velocidade (7,20 m/s), principalmente por ser um local próximo a uma ponte, e a grande quantidade de caminhões e às chuvas ocasionaram o desmoronamento dos tubos de concreto. Como consequência, formaram-se pequenas quedas d'água que, por sua vez, elevam a velocidade deste ponto.

5.3.1.2. Velocidade de Fluxo e Vazão das Águas Superficiais da BHCM, no Outono de 2014

A redução das precipitações com a chegada do outono fez com que ocorresse uma importante variável, a diminuição da velocidade, área e vazão das águas superficiais na grande maioria dos pontos analisados, **Tabela 28**.

Tabela 28: Mensurações de velocidade, área e vazão no outono de 2014, na BHCM, Três Lagoas/MS.

Pontos	Velocidade (m/s)	Desvio (m/s)	Área (m ²)	Vazão (m ³ /s)	Desvio (m ³ /s)
1	0,00	0,00	*	*	*
2	2,10	0,55	0,00530	0,01113	-0,00790
3	2,40	-0,35	0,00644	0,01546	-0,00310
4	2,35	-0,25	0,00806	0,01894	-0,01925
5	6,40	-0,80	0,02430	0,15552	-0,08424
6	3,20	-2,00	0,02533	0,08106	-0,28076
7	4,50	-0,70	0,28500	1,28250	-0,10819
8	*	-1,10	**	**	**
9	10,45	5,05	0,16511	1,72540	0,82036
10	13,40	-0,80	0,14341	1,92169	0,24282
11	4,70	-4,20	0,53721	2,52489	-2,97736
Média	4,50	-0,91	0,10911	0,70333	-0,31443

* Açude, ambiente lântico. **Canal Fluvial Seco.

Nesta estação é possível a identificação dos desvios negativos. A velocidade apresentou apenas dois pontos com aumento (Ponto 2 e 9), contudo o ponto 2 apresentou reduzida área, obtendo desvios negativos também em sua vazão.

Apenas os Pontos 9 e 10 obtiveram aumento nas vazões, ocasionados, principalmente, pelo aumento das velocidades no Ponto 9 e pela área do canal fluvial no Ponto 10. É importante destacar que na média geral desta estação ocorreu desvios negativos, tanto na velocidade como também nas vazões, alcançando redução de -0,91 m/s e -0,31443 m³/s respectivamente.

As reduções que ocorrem do verão para o outono eram esperadas. Devido à queda no volume das precipitações, ficando evidenciado de maneira pontual, e devido a redução das vazões, principalmente no ponto 8 que não obteve mais água em seu canal fluvial, deixou apenas um solo úmido e com vegetação solo hidromórfico, conforme **Figura 68**.



Figura 68: Médio curso da BHCM, canal onde percorria água do córrego Buriti.

5.3.1.3. Velocidade de Fluxo e Vazão das Águas Superficiais da BHCM, no Inverno de 2014

A estação do inverno de 2014 foi atípica, pois ocorreu uma elevação das precipitações em relação ao outono e apresentou meses chuvosos em relação à prévia climatológica desta estação, entretanto, é importante destacar que houve uma redução das vazões e velocidade em sua grande maioria (**Tabela 29**), mesmo com este aumento das chuvas, mostrando a importância desta análise para manter a perenidade dos mananciais hídricos e consecutivo equilíbrio deste ecossistema.

Tabela 29: Mensurações de velocidade, área e vazão no inverno de 2014, na BHCM, Três Lagoas/MS.

Pontos	Velocidade (m/s)	Desvio (m/s)	Área (m ²)	Vazão (m ³ /s)	Desvio (m ³ /s)
1	*	*	*	*	*
2	0,50	-1,60	0,00963	0,00482	-0,00631
3	4,10	1,70	0,00407	0,01669	0,00123
4	0,10	-2,25	0,01060	0,00106	-0,01788
5	3,40	-3,00	0,01809	0,06151	-0,09401
6	1,06	-2,14	0,01037	0,01099	-0,07007
7	4,40	-0,10	0,17886	0,78698	-0,49552
8	**	**	**	**	**
9	9,80	-0,65	0,11481	1,12514	-0,60026
10	4,60	-8,80	0,09271	0,42647	-1,49522
11	5,90	1,20	0,16047	0,94677	-1,57812
Média	3,08	-1,42	0,06662	0,37560	-0,32773

* Açude, ambiente lântico. **Canal Fluvial Seco.

A variação da velocidade apontou apenas dois pontos com desvios positivos em relação à estação anterior (Ponto 3 e 11), com 1,70m/s e 1,20m/s respectivamente. Contudo apenas o ponto 3 manteve o desvio positivo na vazão, o ponto 11, devido à redução considerável da área do canal, apontando o maior desvio negativo nos valores de vazão.

O ponto 10, necessário destacar nesta estação, devido sua redução considerável na velocidade, chegou ao desvio negativo de 8,80m/s, que acabou reduzindo sua vazão. De maneira geral as velocidades e vazões alcançaram reduções de 1,42m/s e 0,32773m³/s respectivamente.

5.3.1.4. Velocidade de Fluxo e Vazão das Águas Superficiais da BHCM, na Primavera de 2014

Com a chegada das precipitações da primavera, ocorreu um aumento considerável nos valores de velocidade e vazão das águas superficiais (**Tabela 30**), com exceção do ponto 3, que houve um estreitamento de seu canal, reduzindo sua vazão e o ponto 9 que reduziu sua velocidade.

Tabela 30: Mensurações de velocidade, área e vazão na primavera de 2014, na BHCM, Três Lagoas/MS.

Pontos	Velocidade (m/s)	Desvio (m/s)	Área (m ²)	Vazão (m ³ /s)	Desvio (m ³ /s)
1	0,00	*	*	*	*
2	0,10	-0,40	0,08310	0,00831	0,00349
3	1,10	-3,00	0,00350	0,00385	-0,01284
4	0,20	0,10	0,01415	0,00283	0,00177
5	12,30	8,90	0,02959	0,36396	0,30245
6	1,20	0,14	0,01979	0,02375	0,01276
7	7,60	3,20	0,19231	1,46156	0,67458
8	**	**	**	**	**
9	8,65	-1,15	0,16347	1,41402	0,28888
10	14,00	9,40	0,11011	1,54154	1,11507
11	9,10	3,20	0,33429	3,04204	2,09527
Média	4,93	1,85	0,10559	0,87354	0,49794

* Açude, ambiente lântico. **Canal Fluvial Seco.

Com estes dados, obtidos da primavera, pode-se afirmar que, mesmo com uma elevação das precipitações, o ponto 8 ainda se encontrou seco, não sendo possível sua mensuração.

Os pontos 5 e 10 obtiveram uma elevação significativa em suas velocidades e no ponto 11 foi notável o aumento, não só da velocidade, mas também da área do canal, proporcionando a maior elevação da vazão entre todos os pontos de monitoramento das águas.

5.3.1.5. Velocidade de Fluxo e Vazão das Águas Superficiais da BHCM, no ano de 2014.

De modo geral, os dados analisados mostraram que, as maiores velocidades de fluxo de água na BHCM ocorreram no verão, promovidas pela elevada precipitação ocorrida nesta estação, enfatizando o ponto 10, que registrou as maiores velocidades no verão, no outono e na primavera. No inverno, a maior velocidade foi mensurada no ponto 9, onde o canal é mais estreito e encaixado.

As áreas dos canais fluviais obtiveram grandes variações, como pode ser visualizado na **Figura 69**, onde novamente foi apontado o verão com as maiores áreas na média geral das estações, com o ponto 11 obtendo as maiores áreas dentre todos os pontos de monitoramento analisados, com exceção do inverno, ocorrendo a maior área no ponto 7.

Com relação às vazões, com exceção do inverno, onde também a maior vazão foi no ponto 9, as mais elevadas foram mensuradas também no verão, onde novamente o ponto 11 obteve números mais expressivos, devido, principalmente estar localizado no baixo curso do córrego Moeda, local que abrange maior área drenada da bacia, **Figura 70**.

As reduções de vazão de montante a jusante, nos pontos 6 e 9, expressam a perda de água devido ao ambiente geológico/geomorfológico, que propicia maior infiltração e perda por evapotranspiração. Já o ponto 8 refere-se ao afluente da margem esquerda o córrego Buriti, que é intermitente.

Vale ainda salientar que o ponto 5, que marca a passagem do alto para o médio curso, encontra-se na área de vegetação riparia de galeria mais densa e preservada da bacia, o que auxilia na sua boa vazão.

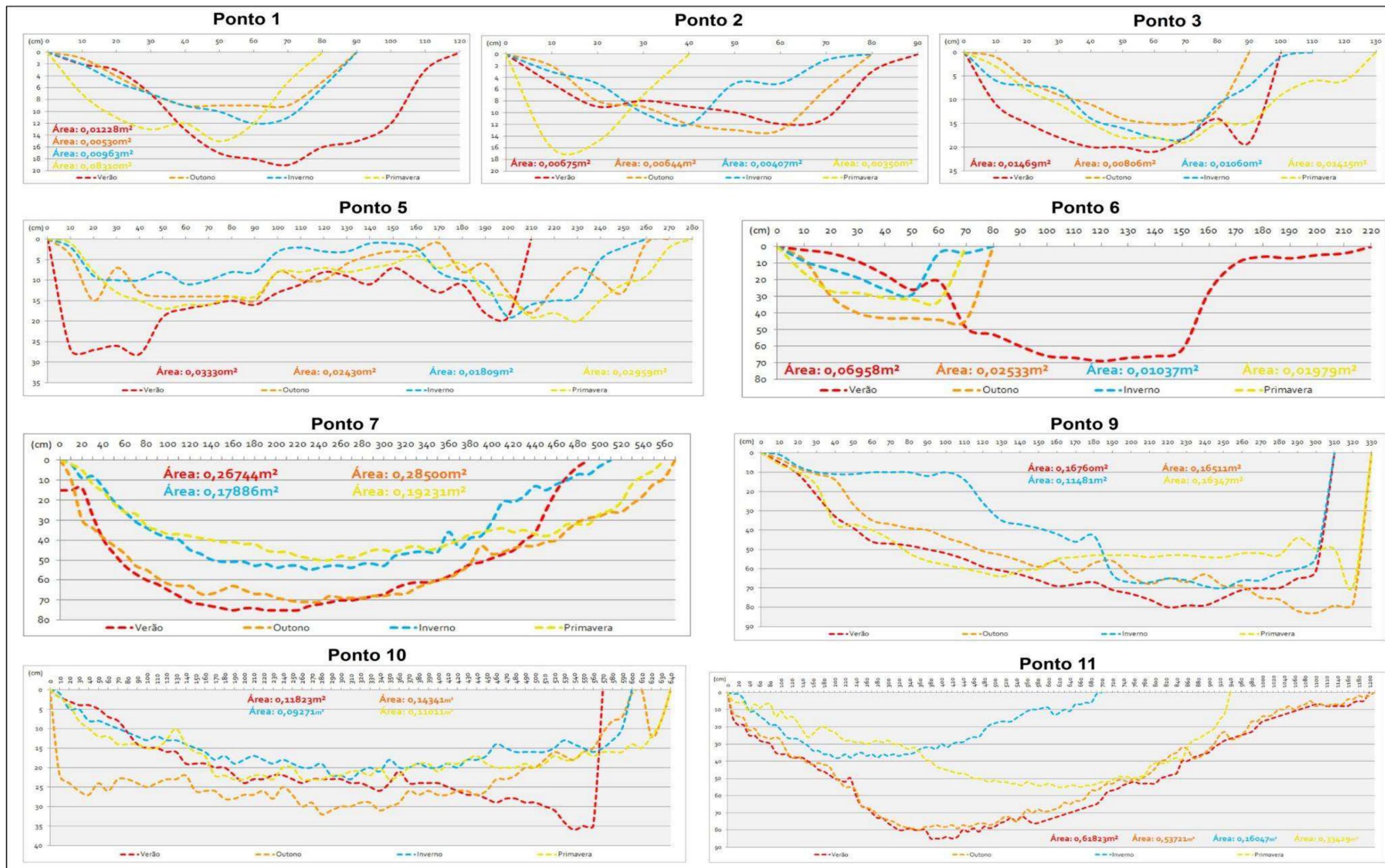


Figura 69: Variação das áreas do canal fluvial nos pontos de monitoramento na BHCM, Três Lagoas/MS, em 2014.

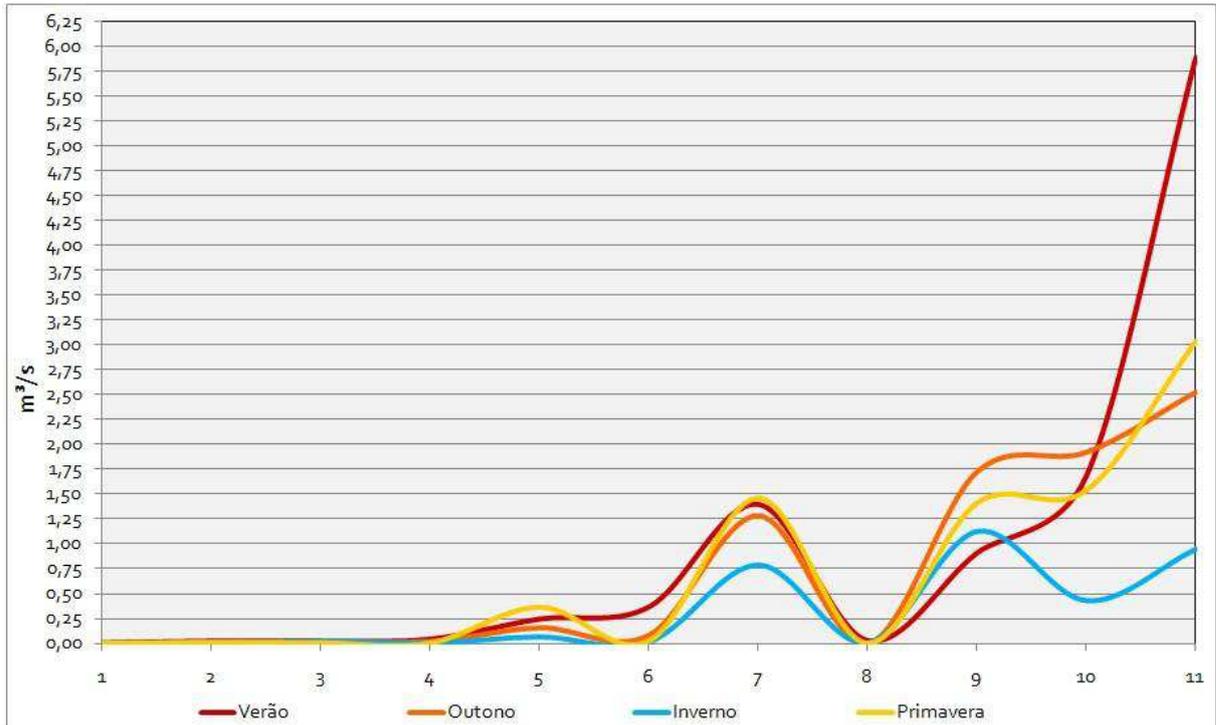


Figura 70: Variação das vazões nos pontos de monitoramento na BHCM, Três Lagoas/MS, em 2014.

5.3.2. Transporte de Sedimentos em Suspensão da BHCM

A análise do transporte de sedimentos em suspensão oferece à pesquisa informações sobre a capacidade erosiva das vertentes, as quais são transportadas pelo canal fluvial, sofrendo influência clara da velocidade de fluxo e vazão das águas superficiais. A obtenção de valores maiores de velocidades e vazões, conseqüentemente o transporte de sedimentos em suspensão, será maior, levando-se em conta que estas variáveis possuem relação também com o tipo de utilização e manejo da terra, na sub-bacia de drenagem de cada ponto de monitoramento.

Sua análise pode indicar os locais, ao longo da BHCM, que vem ocorrendo processos erosivos e de deposição de sedimentos. Estes fatores estão ligados diretamente à rugosidade do canal e provocam ao ambiente algumas perturbações, pois influencia na quantidade e qualidade das águas.

A mensuração do Transporte de Sedimentos em Suspensão da BHCM (Tabelas 31, 32, 33 e 34) foi realizada ao longo das estações do verão, outono, inverno e primavera de 2014, nos mesmos onze pontos de coleta das águas, verificando as velocidades e vazões. No ponto 1 não possível sua mensuração.

5.3.2.1. Transporte de Sedimentos em Suspensão da BHCM, no Verão de 2014

As precipitações ocorridas durante esta estação, juntamente com a maior velocidade de fluxo e vazão das águas superficiais, elevou a quantidade de sedimentos em suspensão ao longo dos onze pontos de monitoramento das águas. Com ênfase no ponto 7, que é um local onde o córrego Moeda se ramifica em três canais fluviais e neste local ocorre grande quantidade de deposição de sedimentos, somados a grande vazão deste ponto e a existência, na margem direita do canal, de antigo bebedouro para gado e seu uso ser predominante de pastagens sem curvas de nível, acaba elevando seus valores de transporte, chegando à 97,32 toneladas, conforme **Tabela 31**.

Tabela 31: Transporte de sedimentos em suspensão no verão de 2014, na BHCM, Três Lagoas/MS.

Pontos	g/100 ml	g/m ³	g/m ³ /s	Ton/Estação
1	0,0180	180,00	*	*
2	0,0005	5,00	0,09	0,74
3	0,0021	21,00	0,38	3,03
4	0,0009	9,00	0,34	2,67
5	0,0003	3,00	0,71	5,59
6	0,0001	1,00	0,36	2,81
7	0,0009	9,00	12,51	97,32
8	0,0016	16,00	0,37	2,91
9	0,0005	5,00	4,52	35,18
10	0,0002	2,00	3,35	26,10
11	0,0002	2,00	11,75	91,43
Total	0,0253	253,00	34,44	267,82

* Açude, ambiente lântico.

Outro ponto que sofreu grande influência das vazões e velocidade de fluxo é o ponto 11, que apresentou altos valores em comparação com os demais pontos de monitoramento, alcançando 91,43 toneladas de sedimentos em suspensão no verão, nas águas superficiais da BHCM.

No ponto 10, apesar de não possuir mata ciliar em parte de suas margens, sobretudo em sua margem esquerda, e de possuir valores elevados de vazão, não apresentou grandes valores de transporte de sedimentos. Como verificado anteriormente, a rugosidade do canal possui influência direta sobre o transporte, e neste local, possui grande quantidade de cascalhos no fundo, diminuindo, assim, a

subida de sedimentos em suspensão pelo turbilhonamento provocado pela velocidade e a rugosidade.

Do ponto 2 ao ponto 6 não apresentou grandes valores no transporte de sedimentos, pois o canal fluvial possui pouca vazão, o que acaba reduzindo seus valores.

O ponto 1 (**Figura 71**), apresentou grande quantidade de sedimentos em suspensão, verificando-se $180,00\text{g/m}^3$, ou 70,5% mensurado em toda a Bacia nesta estação, principalmente pelo fato de servir de bebedouro de gado bovino, sem mata ripária, cercado por pastagens cultivadas sem curvas de nível, possibilitando que o gado paste dentro do açude, localizado no alto curso na fazenda Querência.



Figura 71: Alto curso da BHCM, ponto 1, açude sem cercas de proteção contra o gado, sem qualquer mata ciliar e com uma vegetação adentrando suas águas.

5.3.2.2. Transporte de Sedimentos em Suspensão da BHCM, no Outono de 2014

No outono de 2014, houve pouca redução dos valores obtidos de transporte de sedimentos em suspensão em relação ao verão, contudo, pode-se destacar o ponto 7, que alcançou uma redução considerável de 37,48 toneladas de sedimentos, conforme **Tabela 32**.

Tabela 32: Transporte de sedimentos em suspensão no outono de 2014, na BHCM, Três Lagoas/MS.

Pontos	g/100 ml	g/m ³	g/m ³ /s	Ton/Estação	Desvio (ton/estação)
1	0,0124	124,00	*	*	*
2	0,0016	16,00	0,17	1,38	0,64
3	0,0003	3,00	0,04	0,36	-2,67
4	0,0009	9,00	0,17	1,32	-1,34
5	0,0012	12,00	1,86	14,51	8,91
6	0,0011	11,00	0,89	6,93	4,11
7	0,0006	6,00	7,69	59,83	-37,48
8	**	*	**	**	-2,91
9	0,0004	4,00	6,90	53,66	18,47
10	0,0003	3,00	5,76	44,82	18,71
11	0,0004	4,00	10,09	78,53	-12,90
Total	0,0192	68,00	33,61	261,38	-6,44

* Açude, ambiente lântico. **Canal Fluvial Seco.

Nesta estação não foi feita a mensuração do transporte de sedimentos em suspensão nas águas do ponto 8, pois se encontrava seco, bem como nas demais estações do ano de 2014. É importante destacar também o ponto 11, que apresentou a maior quantidade de sedimentos em suspensão nesta estação, chegando a 78,53 toneladas, que representa uma redução em relação ao verão, porém foi onde se encontrou o maior valor de transporte que alcança o rio Paraná, contribuindo para o seu assoreamento.

O ponto 2 obteve os menores valores de transporte de sedimentos em suspensão, tanto no verão como também no inverno. Estes números podem ser explicados pelo ponto possuir uma vegetação bem regenerada e por sua velocidade e vazão serem reduzidas.

5.3.2.3. Transporte de Sedimentos em Suspensão da BHCM, no Inverno de 2014

Com a chegada do inverno, mesmo com ligeiro aumento das precipitações, a redução das vazões e velocidade de fluxo acabaram interferindo no transporte de sedimentos em suspensão, apontando, com exceção do Ponto 3, uma redução em seus valores, conforme **Tabela 33**.

Tabela 33: Transporte de sedimentos em suspensão no inverno de 2014, na BHCM, Três Lagoas/MS.

Pontos	g/100 ml	g/m ³	g/m ³ /s	Ton/Estação	Desvio (ton/estação)
1	*	*	*	*	*
2	0,0012	12,00	0,05	0,44	-0,93
3	0,0006	6,00	0,10	0,77	0,41
4	0,0007	7,00	0,01	0,05	-1,26
5	0,0011	11,00	0,67	5,26	-9,25
6	0,0008	8,00	0,08	0,68	-6,24
7	0,0005	5,00	3,93	30,59	-29,23
8	**	**	**	**	0,00
9	0,0005	5,00	5,62	43,74	-9,92
10	0,0003	3,00	1,27	9,94	-34,88
11	0,0004	4,00	3,78	29,44	-49,08
Total	0,0061	61,00	15,55	120,97	-140,41

* Açude, ambiente lântico. **Canal Fluvial Seco.

O ponto 3 proporcionou aumento em seus valores, chegando à 0,77 toneladas. Este é um ponto que apresenta mata ciliar, com baixa vazão, não apresentando grandes valores de transporte de sedimentos em suspensão, mas, nesta estação, foi o único que registrou pequeno aumento de transporte.

O ponto 9 apresentou o maior transporte de sedimento em suspensão, chegando a 43,75 toneladas. Este ponto é caracterizado pela alta velocidade e se encontra encaixado, onde toda a margem esquerda e direita é erodida, formando um pequeno barranco e eleva seu transporte de sedimentos.

5.3.2.4. Transporte de Sedimentos em Suspensão da BHCM, na Primavera de 2014

O transporte de sedimentos em suspensão na primavera foi marcado pelo aumento nos valores obtidos, com exceção do ponto 3 e 9. Este aumento pode ser identificado com o aumento das vazões e velocidade de fluxo, somados ao aumento das precipitações, ocorrendo um maior escoamento superficial, levando sedimentos até as áreas mais baixas e, conseqüentemente, elevando a competência de transporte de sedimentos (**Tabela 34**).

Tabela 34: Transporte de sedimentos em suspensão na primavera de 2014, na BHCM, Três Lagoas/MS.

Pontos	g/100 ml	g/m ³	g/m ³ /s	Ton/Estação	Desvio (ton/estação)
1	0,0080	80,00	*	*	*
2	0,0008	8,00	0,06	0,51	0,06
3	0,0008	8,00	0,03	0,23	-0,53
4	0,0004	4,00	0,01	0,08	0,03
5	0,0006	6,00	2,18	16,98	11,71
6	0,0005	5,00	0,11	0,92	0,23
7	0,0003	3,00	4,38	34,09	3,49
8	**	**	**	**	0,00
9	0,0002	2,00	2,82	21,99	-21,75
10	0,0002	2,00	3,08	23,97	14,02
11	0,0008	8,00	24,33	189,23	159,79
Total	0,0126	126,00	37,04	288,04	167,07

* Açude, ambiente lântico. **Canal Fluvial Seco.

O ponto 9 obteve a maior redução, chegando à 21,99 toneladas nesta estação. São valores considerados altos em relação aos demais pontos, mas reduzida na média deste ponto.

Mesmo com o aumento das precipitações, novamente o ponto 8 não foi possível ser mensurado. Mostra-se uma preocupação com esta informação, pois algumas alterações devem ser feitas para que este córrego volte a apresentar água. Uma das sugestões que podem auxiliar nesta questão, é a recomposição mais efetiva de sua mata ciliar, bem como a mudança no traçado das estradas no alto curso que cortam suas nascentes, e que acaba prejudicando todo o canal fluvial.

Nesta estação, o ponto 11, localizado no baixo curso do córrego Moeda, a montante do represamento que abrange a sua foz com o Rio Paraná devido à UHE Porto Primavera, apresentou o maior transporte de sedimentos em suspensão, chegando a 189,23 toneladas, sendo o maior transporte dentre todos os pontos em todas as estações do ano de 2014.

Esta quantidade expressiva do ponto 11 pode ser explicada pelo aumento da vazão nesta estação e, também, com a chegada das precipitações este local ficou caracterizado, nesta estação, por existir na margem esquerda uma área grande de “brejo”, ou seja, um solo hidromórfico que acaba promovendo a elevação da turbidez das águas superficiais, pela decomposição da matéria orgânica, como pode ser visualizado na **Figura 72**, e sua mata ciliar é preservada apenas na margem direita deste ponto.



Figura 72: Baixo curso da BHCM, ponto 11, vegetação ciliar na margem direita e área grande de “brejo” na margem esquerda, próximo a foz no rio Paraná.

5.3.2.5. Transporte de Sedimentos em Suspensão da BHCM, no ano de 2014

Com a análise do transporte de sedimentos em suspensão ao longo das estações do ano de 2014 na BHCM (**Figura 73**), foi possível apontar a relativa quantidade de sedimentos no ponto 5, alcançando o máximo de 16,98 toneladas na primavera. Esta área apresenta como característica uma ponte poucos metros à sua montante, que interfere de forma significativa no transporte, pois as chuvas que ocorreram neste ano, fizeram com que ocorresse um desmoronamento de sua encosta, formando pequena queda d’água que altera não só o transporte de sedimentos em suspensão, como também a vazão e velocidade de fluxo das águas superficiais.

No ponto 7 ocorre o transporte de grande quantidade de sedimentos, como também ocorre um processo deposicional, poucos metros antes da ramificação do córrego Moeda, em três pequenos canais fluviais, devido a uma ruptura no relevo. Outro importante fator que eleva o transporte de sedimentos neste ponto é a falta de mata ciliar em sua margem direita, caracterizado como um local que servia de

entrada de gado como bebedouro. Com isto o transporte neste ponto atingiu o número máximo de 97,32 toneladas no verão.

Outro que merece destaque é o ponto 9, pois possui mata ciliar, contudo devido sua alta velocidade e por se encontrar encaixado com barranco nas duas margens, ocasiona no assoreamento destes barrancos e seu consecutivo aumento na quantidade de sedimentos em suspensão, atingindo seu pico no outono, com 53,66683 toneladas

O ponto 10 possui alta velocidade e relativa vazão. Contudo o fundo do canal é formado por cascalhos, o que diminui a quantidade de sedimentos em suspensão, não apontando uma grande quantidade no transporte se fosse levar em conta sua velocidade e vazão. É possível apontar, neste ponto, que poucos metros à sua montante há uma ponte que serve para passagem de caminhões carregados de eucalipto da Fibria MS Celulose Ltda., sendo apontando também como um fator prejudicial, bem como a falta de mata ciliar em toda a margem esquerda do ponto 10.

O ponto 11 foi o local que apresentou o maior valor de transporte de sedimentos em suspensão entre todos os pontos durante 2014. Com 189,23 toneladas na primavera, esta área é característica por possuir mata ciliar em sua margem direita e, com a chegada das precipitações, toda sua margem esquerda, que não possui mata ciliar, fica com solo hidromórfico, aumentando a turbidez das águas e alterando o transporte de sedimentos em suspensão devido à decomposição de matéria orgânica presente neste “brejo”.

Todas estas informações correspondem ao reflexo da ação erosiva sobre as vertentes da BHCM. Juntamente com a interação com outras variáveis, acaba alterando todo o comportamento hidrossedimentológico dos canais fluviais desta bacia hidrográfica.

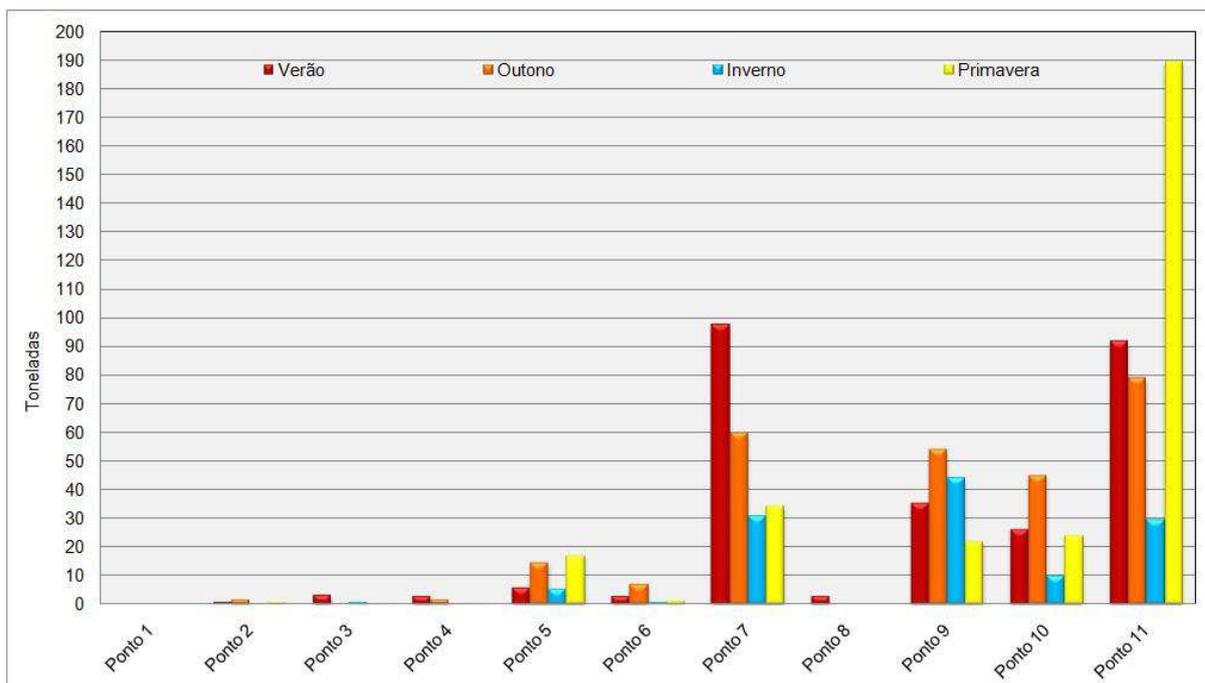


Figura 73: Transporte de sedimentos em suspensão em cada ponto de monitoramento, durante as estações de 2014 na BHCM, Três Lagoas/MS.

De modo geral, a BHCM obteve as maiores quantidades de sedimentos em suspensão na primavera, como mostra a **Figura 74**. Este acontecimento pode ser explicado devido ao solo apresentar certo ressecamento, tanto devido à precipitação quanto à temperatura mais reduzida do inverno. Com isto o aumento das precipitações da primavera ocasiona um escoamento superficial mais elevado e acaba carreando sedimentos até os recursos hídricos.

Durante o verão, que neste ano foi atípico, com poucas chuvas em relação à prévia climatológica, fez com que não ocorressem grandes variações de transporte de sedimentos em suspensão, chegando à 267,82 toneladas. Quando este valor é comparado com o de outono, que obteve precipitações próximas às prévias climatológicas, observa-se que houve, no transporte de sedimentos em suspensão, uma pequena queda, mas que manteve próximos os valores.

Com relação ao inverno, também apresentou situações atípicas neste ano de 2014, com precipitações muito superiores em comparação com a prévia climatológica. Entretanto, obteve-se pouco transporte de sedimentos em suspensão, alcançando 120,97 toneladas, o menor valor entre todas as estações analisadas.

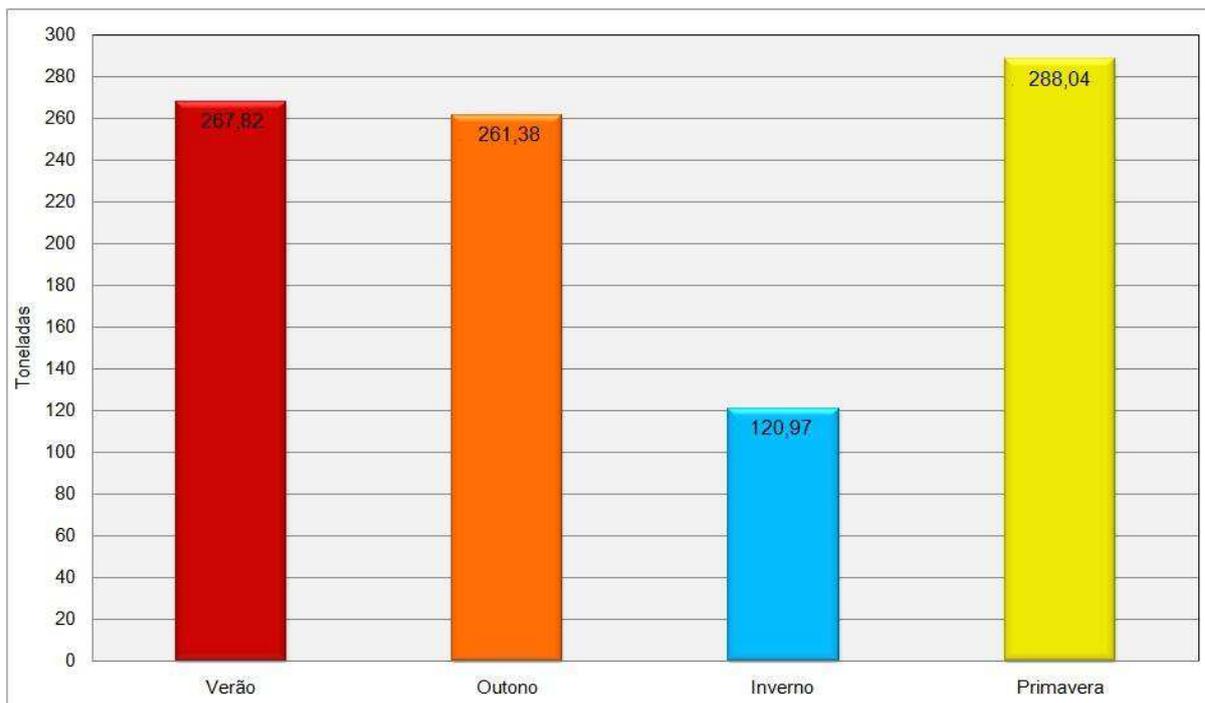


Figura 74: Transporte de sedimentos em suspensão por estação do ano de 2014 na BHCM, Três Lagoas/MS.

5.3.3. Energia Erosiva do Transporte de Sedimentos em Suspensão na BHCM, no ano de 2014

O mapa de energia erosiva de transporte de sedimentos em suspensão corresponde ao montante de sedimentos transportados na BHCM durante todas as estações do ano de 2014 (**Figura 75 e Tabela 35**).

Nesto mapa só não foi possível a visualização de sua energia no ponto 1, por ser um açude, logo não possui velocidade, e toda esta análise, baseada na metodologia de Pinto *et. al.* (2010), é realizada em $g/m^3/s$, ou seja, necessita da velocidade para sua mensuração.

Tabela 35: Classes de energia erosiva de transporte de sedimentos em suspensão no de 2014, na BHCM, Três Lagoas/MS.

Classes e Pesos sobre o mapa de Erosividade	Transporte de Sedimentos em Suspensão (g/m ³ /s)	Pontos de Monitoramento	Verão 2014	Outono 2014	Inverno 2014	Primavera 2014	Média
1	0,00 a 1,00	Ponto 1	*	*	*	*	--
2	1,01 a 2,00	Ponto 2	1	1	1	1	1
3	2,01 a 4,00	Ponto 3	1	1	1	1	1
4	4,01 a 6,00	Ponto 4	1	1	1	1	1
5	6,01 a 10,00	Ponto 5	1	2	1	3	2
6	10,01 a 15,00	Ponto 6	1	1	1	1	1
7	15,01 a 20,00	Ponto 7	6	5	3	4	5
8	20,01 a 25,00	Ponto 8	1	**	**	**	1
9	25,01 a 30,00	Ponto 9	4	5	5	3	4
10	30,01 a 35,00	Ponto 10	3	4	2	3	3
11	35,01 a 40,00	Ponto 11	6	6	3	8	6
12	> 40,01						
Média			2,50	2,89	2,00	2,78	2,50

* Açude, ambiente lântico. **Canal Fluvial Seco.

Fonte: Pinto *et. al.* (2010).

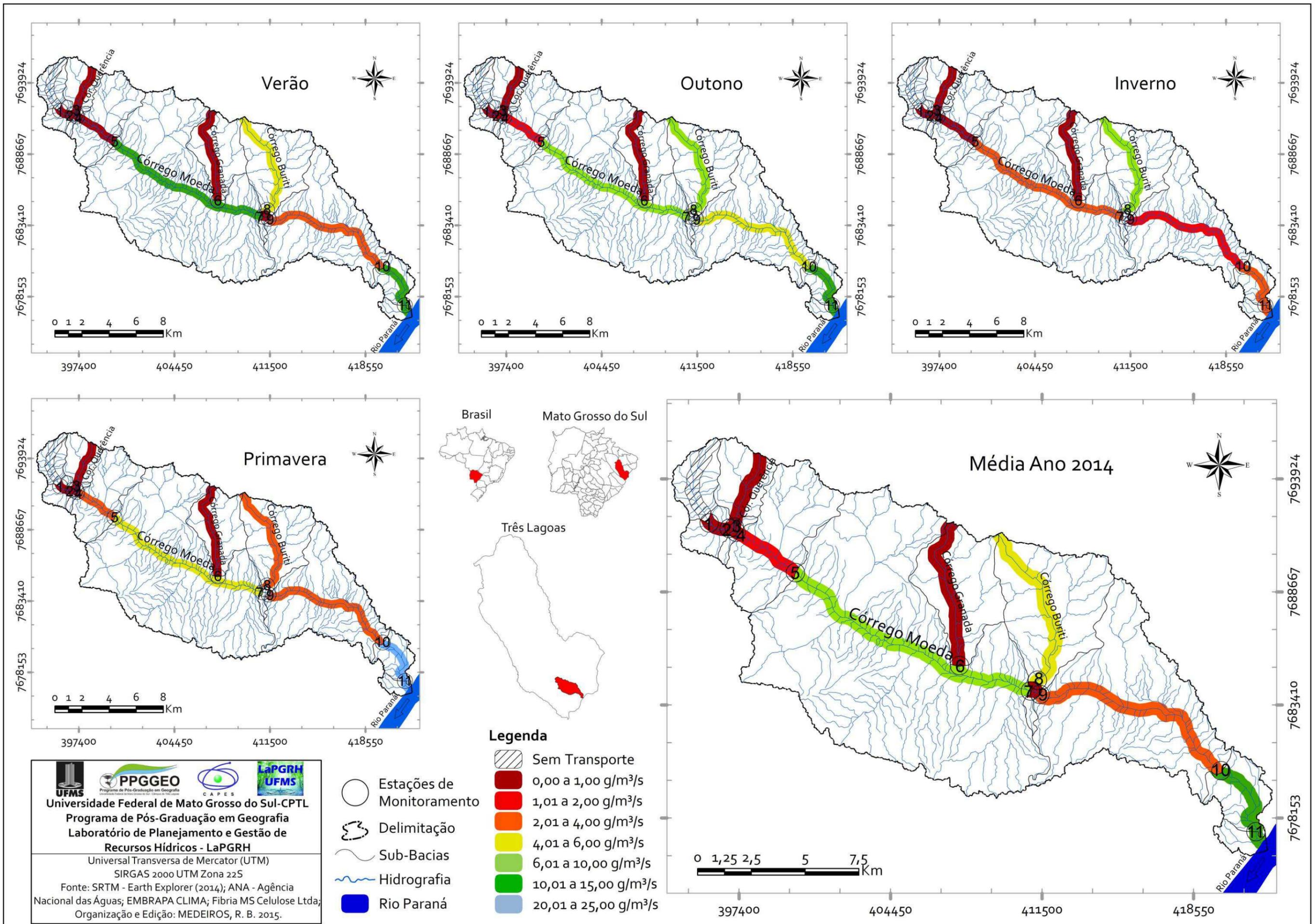


Figura 75: Mapa de energia erosiva do transporte de sedimentos em suspensão por estação e a média, em 2014 na BHCM, Três Lagoas/MS.

Os pontos analisados não representaram grandes valores de energia erosiva de transporte de sedimentos em suspensão. Os pontos 1, 2, 3 e 6 apresentaram em todas as estações valores referentes à Classe 1. Com isto sua média geral das estações ficou enquadrada nesta classe, que apresenta valores de 1,01 a 2,00g/m³/s.

O ponto 5 mostrou um relativo aumento em seus valores, principalmente no outono e primavera. Esta última podendo ser explicada pelo aumento na quantidade de chuvas nesta estação e por ser um ponto que está localizado à jusante de uma ponte de captação de água da Fibria MS Celulose Ltda., que acabou desmoronando, podendo ser um agravante que eleve a quantidade de sedimentos em suspensão e cause alterações na velocidade de fluxo e vazão das águas superficiais, como mostra a **Figura 76 e 77**.



Figura 76: Médio curso da BHCM, ponto 5, desmoronamento visto da ponte.



Figura 77: Médio curso da BHCM, ponto 5, desmoronamento da Ponte, a montante do ponto.

O ponto 7 merece destaque nesta análise devido, principalmente, à quantidade de sedimentos em suspensão que é carregado nesta área que, somado à alta velocidade de fluxo e vazão das águas, eleva sua energia erosiva do transporte de sedimentos em suspensão na Bacia. Foi apontado que durante as estações do verão, outono, inverno e primavera sua energia erosiva de transporte de sedimentos em suspensão alcançou a Classe 6, 5, 3 e 4 respectivamente, constatando, assim, uma média na Classe 5, ou seja de 10,01 a 15,00g/m³/s.

O ponto 7 sofre forte influência da considerável área em sua margem direita, destinada à pastagem sem qualquer tipo de manejo ou curvas de nível,

apresentando pastagens batidas e ralas. Desta forma as chuvas de outubro, novembro e dezembro ocasionaram um grande poder de desagregação e carreamento de sedimentos.

O ponto 8 foi caracterizado por se encontrar seco, com exceção do verão, onde foi enquadrado na Classe 1, obtendo a média nesta mesma classe. Já o ponto 9 possui altas velocidades auxiliando no aumento da competência, apontando a Classe 4 (verão), Classe 5 (outono), Classe 5 (Inverno) e Classe 3 (primavera). Este ponto é diferenciado por se encontrar encaixo, onde as duas margens possuem barrancos que as altas velocidades acabam assoreando, levando sedimentos nos recursos hídricos e, conseqüentemente, eleva sua energia erosiva de transporte de sedimentos em suspensão, chegando à Classe 4 de média com 25,01 a 30,00g/m³/s.

O ponto 10, apesar de sua alta velocidade, está localizado em uma área com grande quantidade de cascalho em seu leito, o que reduz o transporte fluvial. Mesmo com estas variáveis o transporte alcançou a Classe 3, obtendo, ao longo das estações do ano, variações reduzidas em seus valores, como inverno apontado com a menor classificação (Classe 2) e o outono, que alcançou a Classe 4. Outro fator que eleva sua energia erosiva de transporte de sedimentos em suspensão é a falta de mata ciliar em toda sua margem direita, bem como a proximidade com uma ponte que serve de passagem para caminhões da Fibria MS Celulose Ltda.

Por fim, o ponto 11 apresenta elevada vazão e uma relativa velocidade de fluxo das águas se comparada com os demais pontos. Este local apresenta a maior energia erosiva de transporte de sedimentos em suspensão da BHCM, apontando para a média na Classe 6. O inverno apresentou a menor classificação e na primavera foi constatada a maior. Este fato ocorreu devido principalmente à vazão, mas também devido à existência de uma área de “brejo” na margem esquerda do canal, que eleva sua turbidez e aumenta a quantidade de sedimentos em suspensão.

5.4. Erosividade da BHCM

Todas as variáveis necessárias para a elaboração da Erosividade da BHCM (Energia Potencial Erosiva Pluviométrica, Declividade, Dissecação Horizontal, Dissecação Vertical, Velocidade de Fluxo e Vazão das Águas Superficiais e

Transporte de Sedimentos em Suspensão) fazem parte do conjunto de informações, onde sua correlação ocasiona uma análise mais detalhada e verídica da área de estudo, apontando as áreas de maior suscetibilidade erosiva, auxiliando em futuras ações de proteção e conservação deste ambiente natural.

Estes dados de Erosividade são estacionais, podendo, assim, visualizar as implicações que as precipitações acarretam sobre o relevo e sua conseqüente influência sobre a vazão, velocidade das águas e transporte de sedimentos em suspensão.

Principalmente quando estes dados forem correlacionados com informações do uso, ocupação e manejo da terra e qualidade e enquadramento das águas superficiais, dando uma idéia exata da atual situação da BHCM, apontando suas vulnerabilidades.

5.4.1. Erosividade da BHCM, no Verão de 2014

A Erosividade da BHCM no verão de 2014 (**Figura 78**) foi tabelada mostrando a quantidade de áreas ocupadas por determinadas classes (**Tabela 36**), apontando que a classificação mais elevada é a mais prejudicial ao ambiente e impõe limitações de uso em suas terras.

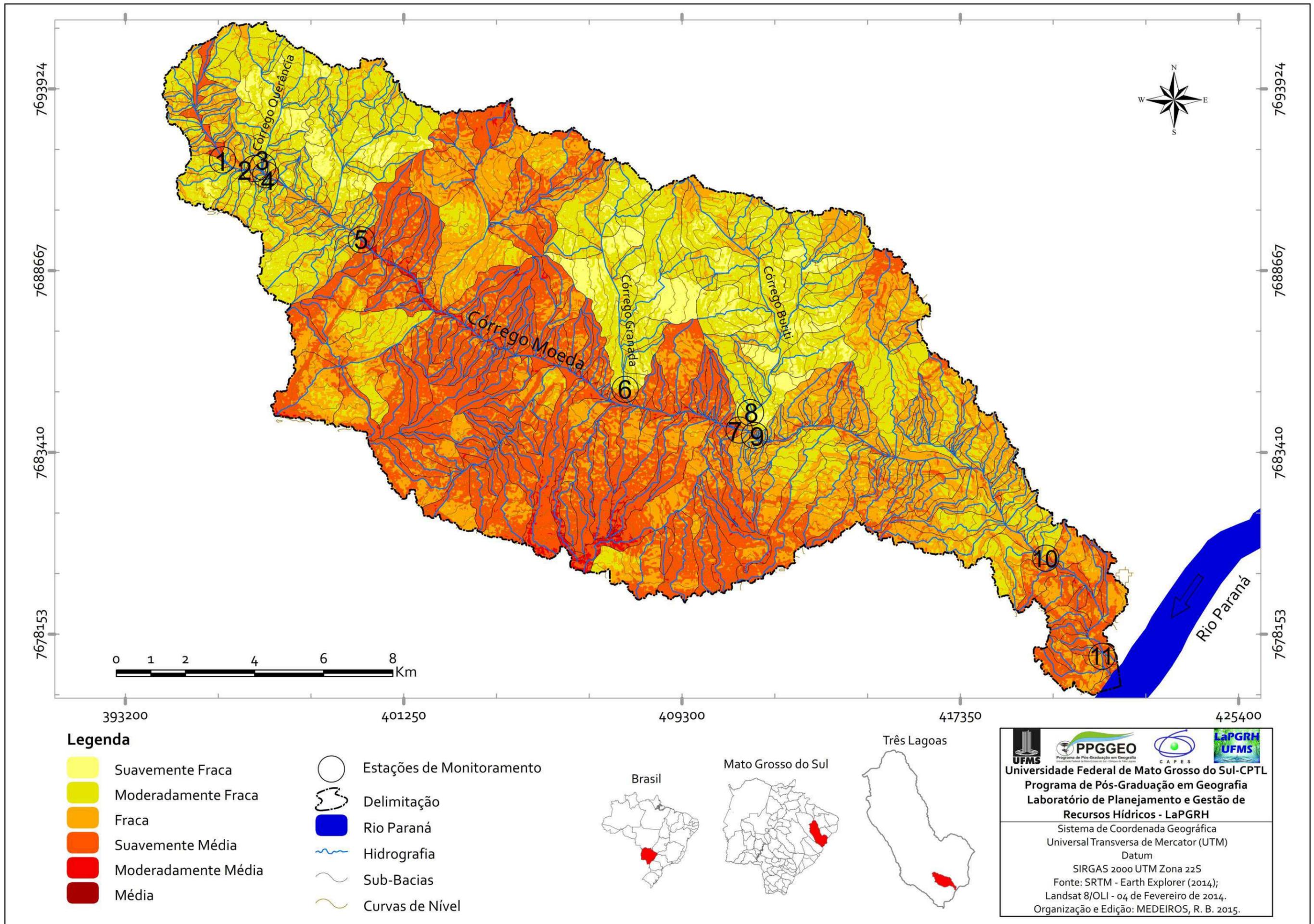


Figura 78: Mapa de erosividade da BHCM, no verão de 2014.

Tabela 36: Classificação da erosividade com suas respectivas áreas em km² e % na BHCM, no Verão de 2014.

Classificação	Área (Km ²)	Área (%)	Pesos sobre o mapa de Vulnerabilidade Ambiental e Cores Temáticas
Suavemente Suave	0,00	0,00	1
Moderadamente Suave	0,00	0,00	1
Suave	0,00	0,00	1
Suavemente Fraca	16,22	6,55	2
Moderadamente Fraca	65,96	26,64	2
Fraca	84,50	34,12	2
Suavemente Média	77,78	31,41	3
Moderadamente Média	3,02	1,22	3
Média	0,16	0,06	3
Suavemente Forte	0,00	0,00	4
Moderadamente Forte	0,00	0,00	4
Forte	0,00	0,00	5

Nesta estação, as precipitações alcançaram Peso 5, causando algumas alterações nas classificações, principalmente na elevação dos níveis de erosividade, pois com o verão chuvoso a probabilidade da ocorrência de carreamento da camada superficial do solo e, conseqüentemente, causar erosões, será maior.

Com isto, a Erosividade da BHCM, no verão de 2014, abrangeu classes de Suavemente Fraca à Média, mas grande parte de suas áreas ficaram nas classes Moderadamente Fraca, Fraca e Suavemente Média, mostrando que na bacia não ocorrem grandes processos erosivos. Entretanto, sua conservação é necessária, sobretudo em locais pontuais, pois o fato de não possuir manejo das terras em grande parte das pastagens acaba ocasionando alguns problemas de perdas de solo e feições erosivas.

A classe Suavemente Fraca abrangeu pequenas áreas, sobretudo nas sub-bacias dos córregos Querência, Granada e Buriti (principais afluentes do córrego Moeda), apontando para 16,22km² e classificada como peso 2 na análise da vulnerabilidade ambiental. Estas áreas são caracterizadas por um relevo plano a suave, sendo aptas a qualquer uso agrícola em determinadas áreas com declives de 0 a 3. Porém, em grande parte das áreas que compreenderam esta classe de erosividade são necessárias ações de controle erosivo ou de melhoria na fertilidade do solo, principalmente, pois já ficaram enquadradas dentro das classes de 3 a 6%

de declividade que, somados às rampas mais alongadas de dissecação, acabam elevando sua erosividade, podendo causar problemas com erosões.

Nos diversos locais que abrangeram esta classificação, principalmente na sub-bacia do córrego Granada e Buriti (**Figura 79**), a declividade é reduzida, contudo, suas rampas longas potencializam a ocorrência de possíveis erosões. Neste sentido Bertoni *et. al.* (1972) salientam que conforme o comprimento das vertentes, ocorre as perdas de solo, que vão se acumulando por meio do elevado escoamento superficial que ocorre em vertentes mais longas.



Figura 79: Médio curso da BHCM, área próxima ao ponto 8, caracterizada por rampas longas e declividade reduzida, classificada como erosividade suavemente fraca.

A classificação Moderadamente Fraca compreendeu áreas ao longo de toda a BHCM, apontando para 65,96km², sobretudo antes do ponto 5, nas sub-bacias dos córregos Querência, Granada e Buriti, após os pontos 7 e 9. Estes locais ficaram caracterizados por apresentarem um relevo suave com declives de 3 a 6%, e com rampas geralmente alongadas, contudo, na interpolação dos dados acabaram ficando dentro desta classificação de erosividade. Porém nestas áreas já é necessária uma melhor proteção, pois a falta de manejo da terra na BHCM pode auxiliar na ocorrência de alguns problemas erosivos.

Estas áreas são classificadas como Peso 2 de Vulnerabilidade Ambiental, ou seja, não são extremamente vulneráveis, mas necessitam de um maior cuidado, pois

como afirmam Ramalho Filho e Beek (1995), as áreas que abrangem 3 a 6% de declividade é preciso ações de controle erosivo.

Na classificação Fraca de erosividade na BHCM, ficou caracterizado por locais ainda com maior quantidade de declive de 3 a 6%, sobretudo em locais com rampas alongadas, mas que somados à dissecação vertical que compreendeu, em sua grande maioria, as classes de 0 a 20 metros, acabou equilibrando os dados e não oferecendo índices mais altos de erosividade, alcançando um total de 84,50km², maior classe de abrangência no verão.

A classificação Suavemente Média foi encontrada, sobretudo nas áreas de extensão do canal fluvial próximo ao ponto 1, mostrando ser um local de extrema importância que deverá ser realizada uma conservação, pois é um local de pastagem sem qualquer tipo de manejo da terra e com cobertura vegetal reduzida, bem como utilizada para pecuária de corte. Portanto, o pisoteio do gado acaba causando perda de solo nesta área, que acaba provocando alta sedimentação no açude localizado no ponto 1 de monitoramento das águas.

Esta classificação foi encontrada também ao longo de todo o médio curso da BHCM, desde o ponto 5 até as proximidades dos pontos 7 e 9, abrangendo 77,78km², já apresentando uma restrição ao uso de suas terras, principalmente restrita à agricultura, mas apta à agricultura moderna desde que use técnicas de manejo e conservação do solo, de acordo com Ramalho Filho e Beek (1995).

Locais como estes foram classificados como Peso 3 de vulnerabilidade ambiental. São previamente apontadas como áreas de relevo suave a suave ondulado com declives de 6 a 9%, abrangendo algumas estradas do alto curso da BHCM, próximos aos seus limites a oeste. Grande parte destas estradas não possui caixas de retenção e nas que possuem, necessitam de melhora e alterações.

Um local que foi caracterizado, no verão, por apresentar Erosividade Suavemente Média foi o Ponto 7, onde ocorre uma mudança geológica e geomorfológica notável, a Formação Santo Anastácio, que envolvia todo o alto e médio curso do canal principal e a classe de Erosividade Suavemente Média. É alterada devido a uma ruptura do relevo, onde o curso d'água se ramifica em 3 canais, ocorrendo a elevação de seu leito, a redução da vazão, o menor desnível, a redução da dissecação, o aumento da deposição e transporte de sedimentos e o aumento da sinuosidade do canal, até sua foz no rio Paraná, ocasionando neste ponto a mudança da erosividade para a classe Fraca (**Figura 80**).

Neste contexto, Bertoni *et. al.* (1972) afirmam que as linhas de rupturas topográficas acabam reduzindo a declividade do relevo à jusante, reduzindo, assim, seu processo erosivo, pois a velocidade do escoamento é reduzida pela diminuição no grau de inclinação da superfície.



Figura 80: Médio curso da BHCM, ponto 7, canal principal ramificado em três cursos fluviais e deposição de sedimentos recentes, ruptura ficou evidenciada com o mapeamento da erosividade.

A Erosividade Moderadamente Média foi encontrada em apenas 3,02km², que representa 1,22% do total da área da BHCM, e abrangeu áreas próximas ao ponto 1 e ao sul do ponto 6 de monitoramento das águas superficiais, próximo ao limite sul da BHCM.

Esta classificação foi encontrada também em pequenos locais ao longo de todo o médio curso do córrego Moeda, sobretudo em áreas com declives mais acentuados, que alcançam até 12% em alguns locais, possuindo restrições mais severas com relação ao uso de suas terras. Com um relevo suave ondulado a ondulado e que, segundo Ramalho Filho e Beek (1995), possui uma susceptibilidade a erosão considerável e que permite apenas o pastoreio e reflorestamento da vegetação natural.

A classificação Média apontou pequenas áreas no total, apenas 0,16km², no alto curso, no antigo canal do córrego Moeda, antes do ponto 1 de monitoramento,

principalmente pelo fato de possuir rampas menos suaves e obter uma declividade relativamente alta, que somado à grande quantidade de sedimentos encontrados no ponto 1, aponta para um local com necessidade que ocorra um manejo adequado, visto que, é uma área de pecuária, sem curvas de nível e qualquer tipo de manejo e conservação do solo.

Foram encontradas também nas proximidades do ponto 5 de monitoramento das águas, principalmente pela declividade mais elevada, ao sul do ponto 6 e próximo a foz do córrego Moeda no rio Paraná, áreas caracterizadas por declives maiores que 12%, com relevo ondulado a forte ondulado e que é restrito apenas a manutenção da vegetação natural.

É necessário destacar, como último fator, que apenas ao sul do ponto 6 a vegetação é mantida e, também no ponto 5 como próximo a foz do córrego Moeda, ocorre a manutenção da vegetação nativa, merecendo destaque positivo nesta análise.

O mapeamento destes locais mais suscetíveis aos processos erosivos busca uma melhor compreensão das áreas aptas aos atuais usos das terras na BHCM, apresentando restrições a determinadas utilizações de acordo com sua declividade, comprimento de rampas e perdas de solo. Outro fator que acaba exercendo importante influência sobre a erosividade são os índices de precipitação, que no verão ficaram classificados como classe 5 de erosividade.

5.4.2. Erosividade da BHCM, no Outono de 2014

A Erosividade da BHCM, no outono, foi influenciada diretamente pela redução das precipitações, sobretudo nos meses de maio e junho, fazendo com que a energia potencial erosiva pluviométrica atingisse o Peso 3, que acabou reduzindo sua Erosividade.

Na **Figura 81** é possível a visualização das classes temáticas de Erosividade e de que forma ficaram dispostas ao longo da BHCM, conforme **Tabela 37**. Foi realizada a quantificação destas classes, apontando as de maior abrangência, buscando sempre correlacionar os dados obtidos com precipitação, declividade, dissecação horizontal e vertical e transporte de sedimentos em suspensão.

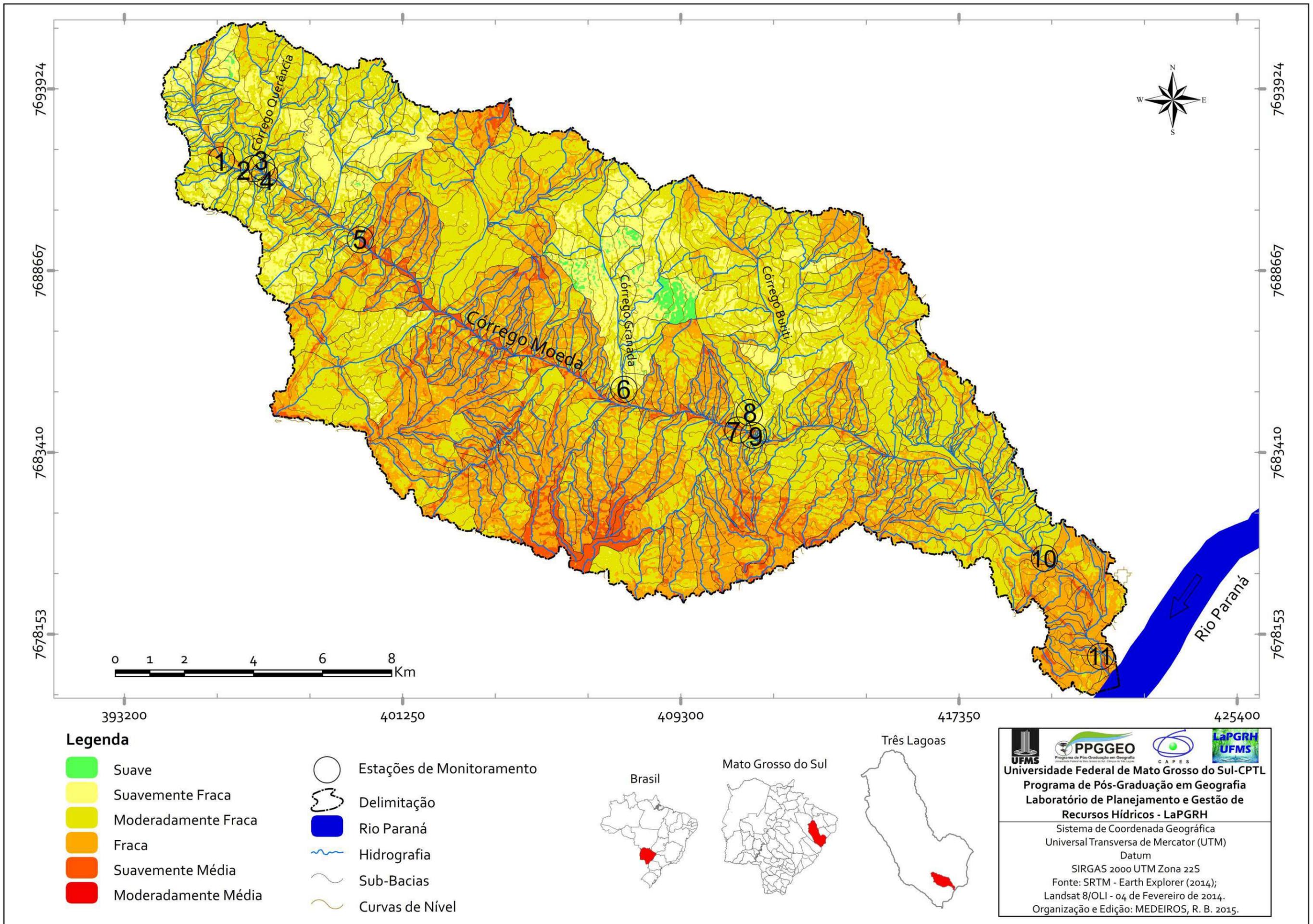


Figura 81: Mapa de erosividade da BHCM, no outono de 2014.

Tabela 37: Classificação da erosividade com suas respectivas áreas em km² e % na BHCM, no Outono de 2014.

Classificação	Área (Km ²)	Desvio (Km ²)	Área (%)	Desvio (%)	Pesos sobre o mapa de Vulnerabilidade Ambiental e Cores Temáticas
Suavemente Suave	0,00	0,00	0,00	0,00	1
Moderadamente Suave	0,00	0,00	0,00	0,00	1
Suave	2,00	2,00	0,81	0,81	1
Suavemente Fraca	30,89	14,67	12,47	5,92	2
Moderadamente Fraca	110,90	44,94	44,78	18,15	2
Fraca	88,81	4,31	35,86	1,74	2
Suavemente Média	14,79	-62,99	5,97	-25,44	3
Moderadamente Média	0,25	-2,77	0,10	-1,12	3
Média	0,00	-0,16	0,00	-0,06	3
Suavemente Forte	0,00	0,00	0,00	0,00	4
Moderadamente Forte	0,00	0,00	0,00	0,00	4
Forte	0,00	0,00	0,00	0,00	5

A precipitação alcançou apenas um Peso 3, alterando as classificações em relação ao verão, principalmente as áreas classificadas com maior erosividade acabaram modificando para classes de erosividade menos elevadas.

Com isto, o outono abrangeu classes de Erosividade Suave à Moderadamente Média. Contudo, seus maiores índices ficaram na classe Moderadamente Fraca e Fraca, abrangendo juntas 80,64% do total da BHCM, mostrando uma redução da Erosividade em relação ao verão.

A classe Suave compreendeu pequenas áreas, apenas 2km², sobretudo na parte leste da sub-bacia do Córrego Granada, que ficou caracterizado pelas rampas longas, mas com declividade muito reduzida, que acabou deixando esta área com um reduzido potencial erosivo do relevo, favorecendo na interpolação dos dados. Esta classificação que possui Peso 1 de Vulnerabilidade Ambiental.

A Erosividade Suavemente Fraca abrangeu 30,89km², principalmente nas sub-bacias dos córregos Granada e Buriti e no alto curso da BHCM, e foram classificadas como Peso 3 de vulnerabilidade. As áreas que compreendem estas sub-bacias é um exemplo claro da necessidade de delimitar as pequenas bacias hidrográficas, buscando uma análise singular de cada setor, apontando, assim, os declives do terreno e dissecações com uma escala que permite um maior detalhamento.

A classe Moderadamente Fraca foi a mais abrangente nesta estação, apresentando um total de 110,90km², que representou 44,78% da área da BHCM. Esta classificação ficou disposta ao longo de toda a bacia, principalmente pelo fato da BHCM como um todo apresentar uma redução na quantidade de transporte de sedimentos em suspensão e uma precipitação reduzida, que acabou diminuindo sua erosividade e permitindo que a bacia não ofereça grande probabilidade de erosões nesta estação, classificando estas áreas como Peso 2 de Vulnerabilidade Ambiental.

A classe de Erosividade Fraca apontou para 88,81km², segunda classe de maior abrangência na BHCM, ficando disposta, principalmente, nas porções do médio e baixo curso do córrego Moeda. Um Local característico nesta estação é após o ponto 10 de monitoramento das águas. Deste ponto até a foz do córrego Moeda é notável a predominância desta classe de Erosividade, pelo motivo principal de apresentar uma alta no transporte de sedimentos em suspensão que acaba conseqüentemente elevando sua erosividade.

Durante o outono de 2014, a classe Suavemente Média abrangeu 14,79km², ficando caracterizada por valores relativamente altos de declividade, por volta de 9 a 12%, que acaba limitando o uso de suas terras, utilizando-as apenas para pastoreio, reflorestamento e manutenção da vegetação natural, pelo motivo principal da área possuir uma maior susceptibilidade a erosão e perda de potencial produtivo do solo.

Seu relevo suave ondulado a ondulado e com uma energia potencial erosiva do relevo de moderadamente média a suavemente forte nestas áreas acaba elevando sua erosividade, sendo encontrada ao sul do ponto 6, próximo aos limites da BHCM, e às margens do córrego Moeda, sobretudo desde o ponto 5 até o ponto 9 de monitoramento das águas.

A classe Moderadamente Média apresentou pequenas áreas, apenas 0,25km², sendo localizadas apenas ao sul do ponto 6, em áreas que ficaram caracterizadas por apontaram uma Dissecação Vertical com valores acima de 100m, que auxilia no aumento da propensão à erosões, pois, de acordo com Cunha (2001), as seções com desníveis altimétricos elevados proporcionam um escoamento superficial mais acelerado, pelo fato do nível de base estar localizado em uma altimetria mais baixa, favorecendo maior força gravitacional.

Nesta estação não foi encontrada a classe Média, que havia sido apontada na estação anterior. Com isso, mostra-se uma influência da precipitação na queda dos

valores de erosividade em algumas classes, e outras que alteraram para classes menos propensas às erosões.

5.4.3. Erosividade da BHCM, no Inverno de 2014

A Erosividade da BHCM no inverno (**Figura 82**) é possível ser visualizada e também tabelada (**Tabela 38**), mostrando a quantidade que cada classe ocupa na bacia hidrográfica e suas áreas de maior abrangência, mostrando as influências que os demais elementos analisados exercem sobre a Erosividade desta estação de 2014.

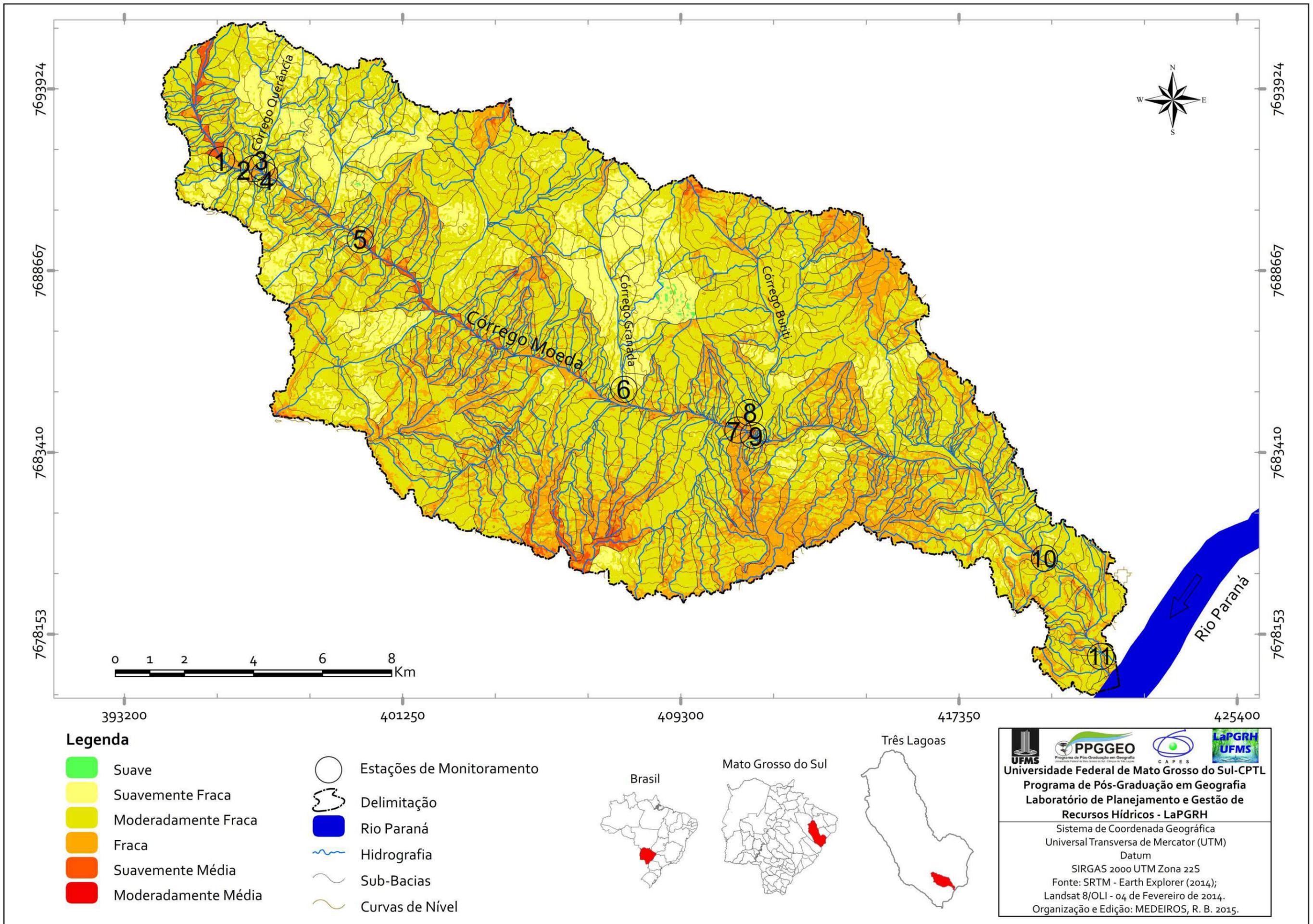


Figura 82: Mapa de erosividade da BHCM, no inverno de 2014.

Tabela 38: Classificação da erosividade com suas respectivas áreas em km² e % na BHCM, no Inverno de 2014.

Classificação	Área (Km ²)	Desvio (Km ²)	Área (%)	Desvio (%)	Pesos sobre o mapa de Vulnerabilidade Ambiental e Cores Temáticas
Suavemente Suave	0,00	0,00	0,00	0,00	1
Moderadamente Suave	0,00	0,00	0,00	0,00	1
Suave	0,41	-1,59	0,17	-0,64	1
Suavemente Fraca	36,63	5,74	14,79	2,32	2
Moderadamente Fraca	144,99	34,09	58,55	13,77	2
Fraca	61,13	-27,68	24,69	-11,18	2
Suavemente Média	4,45	-10,34	1,81	-4,17	3
Moderadamente Média	0,03	-0,22	0,01	-0,09	3
Média	0,00	0,00	0,00	0,00	3
Suavemente Forte	0,00	0,00	0,00	0,00	4
Moderadamente Forte	0,00	0,00	0,00	0,00	4
Forte	0,00	0,00	0,00	0,00	5

A estação do inverno ficou caracterizada por uma alta nas precipitações, sobretudo nos meses de julho e setembro, elevando, assim, o Peso exercido sobre a erosividade em relação à estação anterior, passando para Peso 4 na média do inverno. Com isto, a Erosividade da BHCM, no inverno de 2014, apontou para classes Suave a Moderadamente Média, mostrando uma ligeira melhora na Erosividade com relação ao outono, sendo que a classe de maior abrangência foi Moderadamente Fraca.

A classe Suave abrangeu pequenas áreas, apenas 0,41km², principalmente em locais com declive reduzido como, por exemplo, na porção leste das sub-bacias dos córregos Querência e Granada que, somados ao baixo transporte de sedimentos, ocasionaram uma Erosividade relativamente baixa. Estas áreas ficaram classificadas como Peso 1 de Vulnerabilidade Ambiental, ou seja, na classe Muito Fraca.

A Erosividade Suavemente Fraca já apresenta um peso maior de Vulnerabilidade, pois impõe algumas limitações de utilização das terras, principalmente pelo fato de apresentar um declive mais acentuado (0 a 6%) e rampas mais longas, que acabam favorecendo o escoamento superficial. As áreas abrangeram 36,63km², especialmente nos afluentes mais extensos do córrego Moeda, no alto e médio curso.

A classe Moderadamente Fraca apresentou uma elevação nas áreas de abrangência, compreendendo nesta estação 144,99km², sendo encontrada em toda a BHCM, não apresentando uma característica marcante, apontando desde estes declives suaves até áreas com 12%, mas que a dissecação com pesos baixos e a precipitação que alcançou a classe 4 nesta estação. Com a interpolação destes dados acabou nesta classe de Erosividade.

A classificação de Erosividade Fraca abrangeu 61,13km², ficando caracterizada por declives mais acentuados, chegando até 20%, restringindo o uso de suas terras que, somados à Dissecação Vertical, apresentou valores, em sua grande maioria, acima de 100m, que acaba ocasionando na elevação da probabilidade de erosões. Com esta interpolação a tendência seria ficar classificada em uma Erosividade mais elevada, contudo, devido à baixa energia erosiva do transporte de sedimentos em suspensão, que apresentou valores reduzidos, ocasionou na redução da Erosividade nesta estação como um todo, mais precisamente nesta classe.

A classe Suavemente Média foi a segunda pior classificação encontrada na BHCM no inverno, possuindo um grau de erodibilidade mais elevado. Portanto, é de extrema importância sua conservação, visto que já é classificada como Peso 3 de vulnerabilidade, sendo encontrada em pequenas áreas próximas ao limite sul da BHCM, em áreas onde a Dissecação Horizontal apontou valores maiores que 100m, locais próximos ao ponto 1 (açude) e na barragem, ambos na fazenda Querência e após o ponto 5 de monitoramento, por apresentar um declive mais acentuado.

Esta classe ficou evidenciada na parte oeste da barragem, que mesmo possuindo pouca declividade os pesos altos de Dissecação Horizontal e Vertical acabam elevando sua propensão à erosões, e neste caso também possui uma forte influência antrópica, pois existe uma pequena passagem para que a água siga seu curso prévia e chegue até uma roda d'água, que capta esta água e gera energia elétrica para a sede da fazenda. Entretanto, grandes chuvas atípicas do inverno ocasionaram uma ruptura dessa passagem, gerando algumas feições erosivas, **(Figura 83)**, mostrando a influência que os demais elementos atuantes no sistema e, principalmente as precipitações, ocasionam sobre as perdas de solos.



Figura 83: Alto curso da BHCM, feições erosivas na margem direita do córrego Querência, na fazenda Querência, a montante do ponto 3.

A classe Moderadamente Média de Erosividade apontou pequenas áreas, sobretudo próximas ao ponto 1 de monitoramento das águas e da barragem localizada na Fazenda Querência, abrangendo apenas 0,03km², área pequena, mas por apresentar uma interferência antrópica, eleva a preocupação com sua classificação.

Durante a análise do inverno foi possível notar as implicações das precipitações que, somadas à baixa considerável da energia erosiva do transporte de sedimentos em suspensão, ocasionaram na redução dos valores obtidos em classes mais elevadas na classificação, reduzindo a Erosividade da BHCM nesta estação.

5.4.4. Erosividade da BHCM, na Primavera de 2014

Durante a primavera de 2014, a Erosividade da BHCM apresentou algumas alterações, como podem ser visualizadas na **Figura 84**. Com isto seus dados foram tabelados e foi realizada uma comparação com a estação anterior (**Tabela 39**), ficando mais notável as modificações ocorridas durante esta estação.

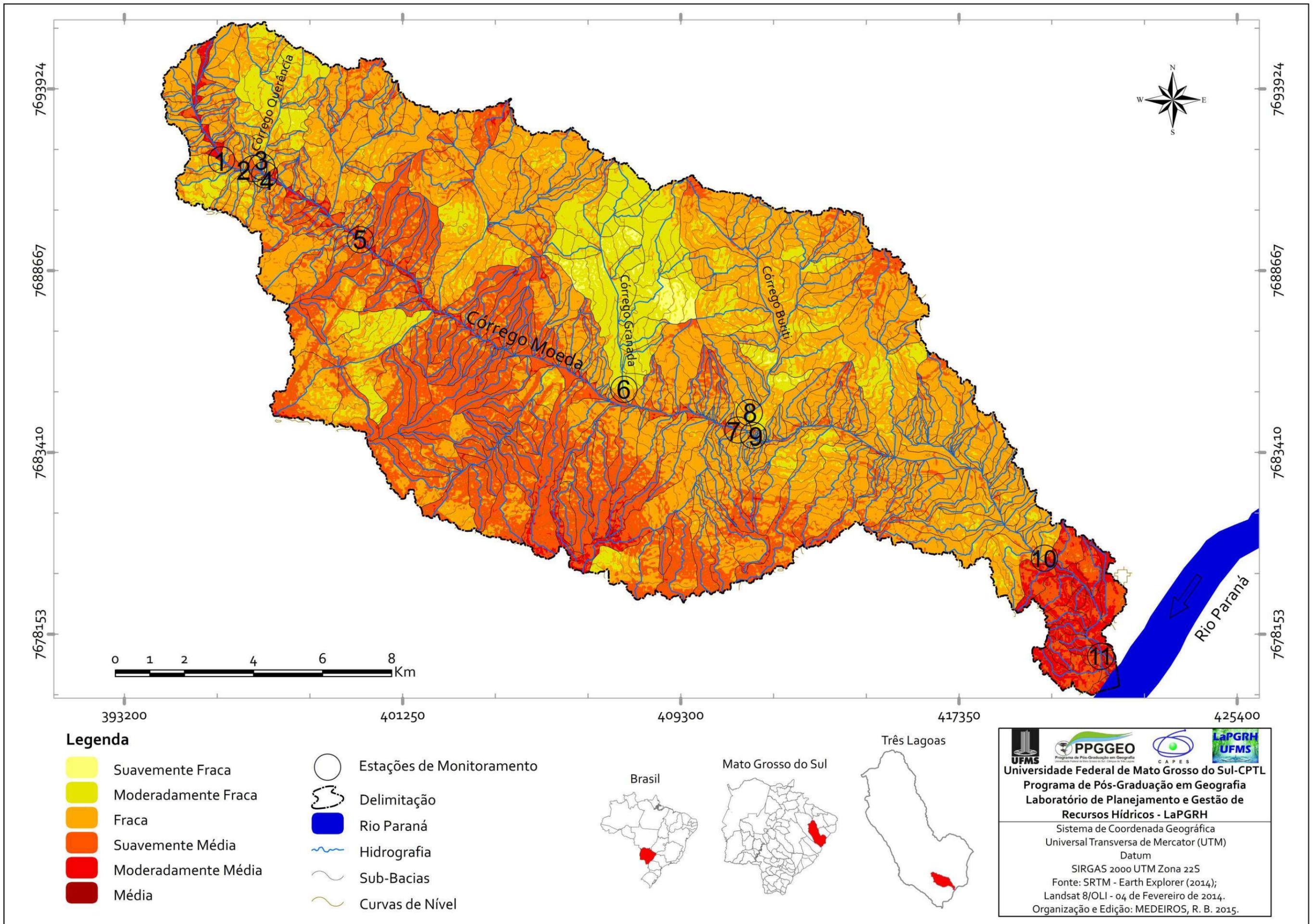


Figura 84: Mapa de erosividade da BHCM, na primavera de 2014.

Tabela 39: Classificação da erosividade com suas respectivas áreas em km² e % na BHCM, na Primavera de 2014.

Classificação	Área (Km ²)	Desvio (Km ²)	Área (%)	Desvio (%)	Pesos sobre o mapa de Vulnerabilidade Ambiental e Cores Temáticas
Suavemente Suave	0,00	0,00	0,00	0,00	1
Moderadamente Suave	0,00	0,00	0,00	0,00	1
Suave	0,00	-0,41	0,00	-0,17	1
Suavemente Fraca	2,12	-34,41	0,90	-13,90	2
Moderadamente Fraca	35,59	-109,40	14,37	-44,18	2
Fraca	127,32	66,19	51,41	26,73	2
Suavemente Média	72,61	68,16	29,32	27,52	3
Moderadamente Média	9,58	9,65	3,91	3,89	3
Média	0,12	0,22	0,09	0,09	3
Suavemente Forte	0,00	0,00	0,00	0,00	4
Moderadamente Forte	0,00	0,00	0,00	0,00	4
Forte	0,00	0,00	0,00	0,00	5

Nesta estação, as precipitações alcançaram Peso 6, ocasionando variações nas classes de Erosividade, apontando para as classes mais altas abrangendo maiores áreas. As precipitações alcançaram os maiores índices estacionais em 2014, este fator acaba influenciando de forma direta na perda de solo e na propensão às erosões.

Durante a primavera, a Erosividade da BHCM, abrangeu classes de Suavemente Fraca à Média, porém, a classe de maior abrangência foi a Fraca. Contudo, houve uma redução considerável da classe Moderadamente Fraca, elevando a Erosividade para as classes Fraca e Suavemente Média, mostrando não só a influência das precipitações, como também no aumento da energia erosiva do transporte de sedimentos em suspensão.

A classe Suavemente Fraca abrangeu 2,12km², principalmente nos locais de menor declive e uma área que ficou caracterizada nesta estação, pelo baixo valor de transporte de sedimentos em suspensão, como a porção leste do córrego Granada, que impõe poucas limitações de uso das terras. Até por isto é um local, quase que na sua totalidade, ocupado por florestas de eucalipto. Entretanto, é necessária uma preocupação, pois na Dissecação Horizontal apresentou-se com rampas longas, que acabam aumentando o volume do escoamento superficial, principalmente em estações chuvosas.

Na classificação Moderadamente Fraca, as características encontradas nesta estação foram os declives reduzidos até 6%, mostrando um relevo plano à suave com algumas limitações, como o controle erosivo ou de melhoria na fertilidade do solo. Outro fator a ser destacado foram os reduzidos valores de transporte de sedimentos em suspensão, que favoreceram a ocorrência desta classe nas sub-bacias do córrego Querência e Granada e em alguns locais do médio curso que pertencem a sub-bacia do ponto 7 de monitoramento.

Em comparação com o inverno, esta classe apresentou uma grande redução em seus valores de abrangência, onde grande parte destas áreas, na primavera, ficaram nas classes de Erosividade Fraca e Suavemente Média.

A classe de Erosividade Fraca abrangeu áreas ao longo de toda a bacia, não obedecendo um padrão de declives e dissecções, principalmente por apresentar a maior área de abrangência nesta estação, com 127,32km², ou seja, 51,41% do total da BHCM.

A classificação Suavemente Fraca apontou 72,61km², sendo que possuiu como principal influência o transporte de sedimentos em suspensão, especialmente no baixo curso após o ponto 10. Foi possível encontrar esta classe também próxima às margens do córrego Moeda em seu alto e médio curso, e também em praticamente toda a sub-bacia do ponto 7 de monitoramento das águas.

Estas áreas ficaram caracterizadas pelas altas nas precipitações que se sobressaíram nesta classe, pois o transporte de sedimentos no ponto 7 (médio curso) apontou 34,09518 toneladas e nos pontos 10 e 11 alcançaram 23,97403 toneladas e 189,23916 toneladas respectivamente, que acabou elevando sua erosividade.

A classe Moderadamente Média abrangeu 9,58km², ou seja, 3,91%, especialmente no antigo canal do córrego Moeda no alto curso, antes do açude (ponto 1 de monitoramento das águas), principalmente pelo fato de possuir uma dissecção vertical elevada (acima de 100m), que eleva a erosividade, pois o nível de base está em uma altimetria mais distante, ocorrendo assim um escoamento gravitacional mais forte.

Outro local constatado nesta classe é ao sul do ponto 6 de monitoramento das águas, que possui uma declividade elevada, restringindo o uso de suas terras, e uma dissecção vertical acima de 100m, juntamente com uma relativa alta no

transporte de sedimentos em suspensão (sub-bacia do ponto 7), que ocasionou na elevação da Erosividade.

Por fim, a Erosividade mais elevada nesta estação chuvosa foi a Média. Porém, foi encontrada em pequenas áreas (0,12km²) no alto curso, no antigo canal do córrego Moeda, à montante do ponto 1 e no baixo curso, próximo ao ponto 11 de monitoramento. Estes locais ficaram caracterizados por um declive acentuado somado ao transporte de sedimentos em suspensão. Com isto elevou-se os índices de Erosividade.

Durante a primavera foi notável a influência que as precipitações ocasionam sobre a perda de solo, com o aumento das chuvas, juntamente com a energia erosiva do transporte de sedimentos em suspensão. A Erosividade da BHCM ficou mais elevada do que nas estações anteriores.

5.4.5. Erosividade Média da BHCM, no ano de 2014

Durante o ano de 2014, a Erosividade na BHCM se apresentou de maneira bem definida, com o mapa de declividade interferindo de forma direta nos produtos finais. A precipitação exerceu papel importante na análise, variando conforme sua intensidade, oferecendo pesos mais elevados na primavera, verão, inverno e outono respectivamente.

As Mapas de Erosividade da BHCM tanto estacionais como a média de 2014, ofereceu dados relevantes, buscou auxiliar na utilização das terras e impôs limites para seu uso, não só pelos proprietários das terras utilizadas para a pecuária, mas também à Fibria MS Celulose Ltda., que utiliza grande parte de suas propriedades para plantio de eucalipto comercial, que mesmo com manejo florestal acaba trazendo alguns desequilíbrios ao ambiente, principalmente em um local com erosividade elevada.

Nesta análise é possível a visualização da Erosividade Média da BHCM em 2014 (**Figura 85 e 86**), apresentando os dados da evolução ao longo de 2014, mostrando alguns fatores de influência, como estações chuvosas e secas e a energia erosiva do transporte de sedimentos em suspensão. As variações destes elementos proporcionaram uma modificação nas classes de maior abrangência de Erosividade.

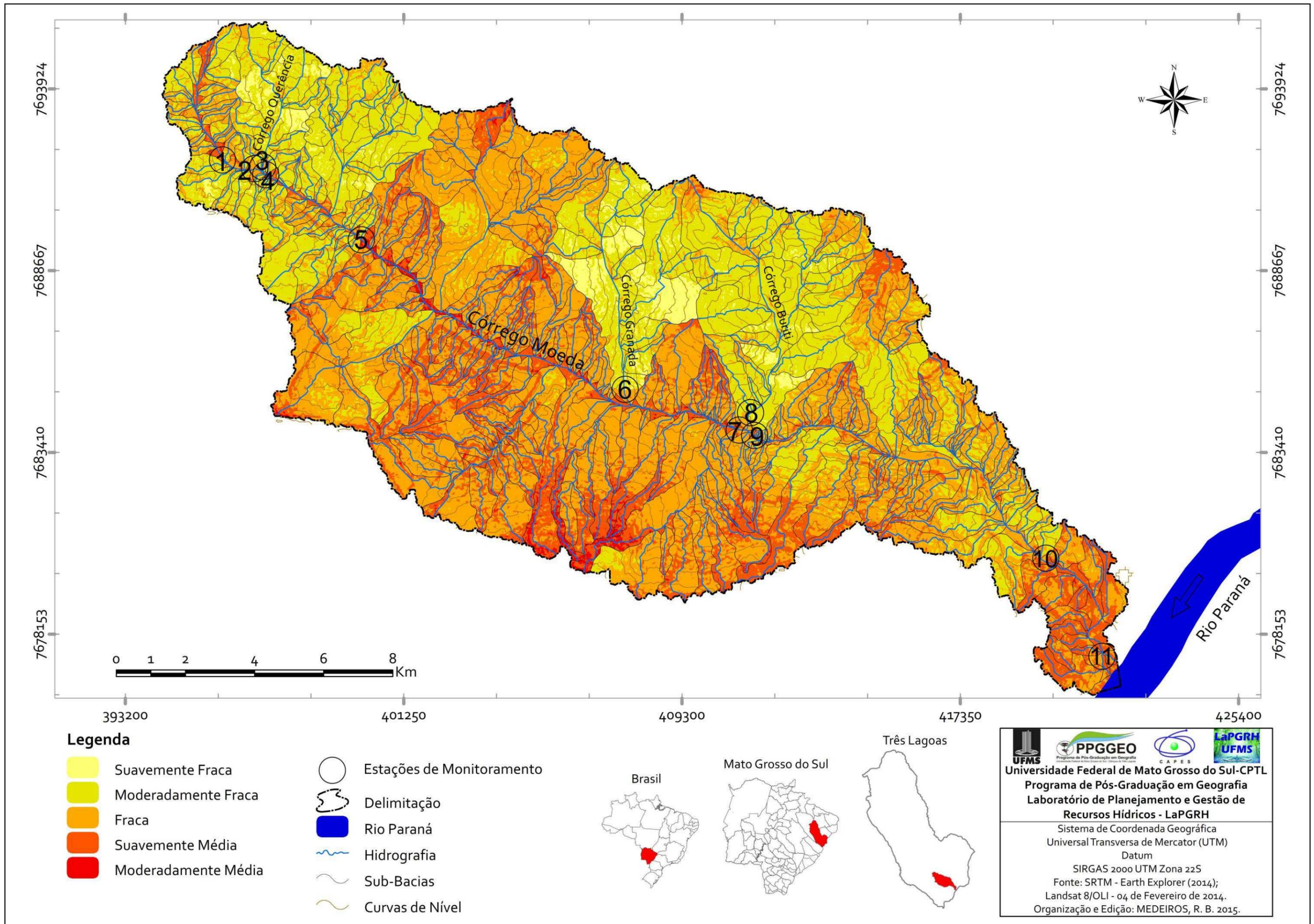


Figura 85: Mapa de erosividade média da BHCM, Três Lagoas/MS, em 2014.

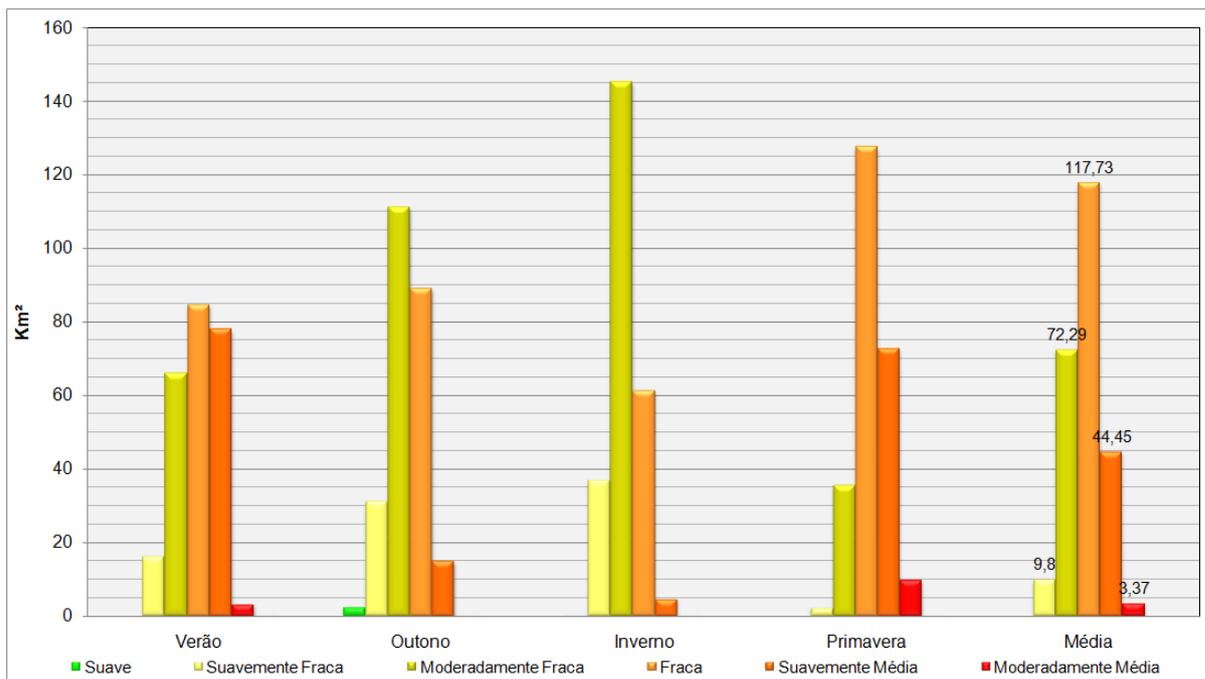


Figura 86: Evolução da erosividade ao longo das estações do ano de 2014, na BHCM, Três Lagoas, MS.

Na visualização do mapa de Erosividade é possível a identificação dos declives mais acentuados, e a relação das sub-bacias, pois os córregos Querência, Granada e Buriti apresentam Erosividade reduzida. Entretanto, as sub-bacias do ponto 1, 7, 9, 10 e 11 apresentam altas Erosividades, sobretudo pela alta na energia erosiva do transporte de sedimentos em suspensão.

Com a evolução é possível identificar a influência das precipitações, principalmente pelo fato de que nas estações secas a classe de Erosividade de maior abrangência foi a Moderadamente Fraca, com o aumento das precipitações no verão e primavera. A classe Fraca apontou as maiores áreas.

A fazenda Querência foi um local que apresentou alta erosividade ao longo do ano de 2014 devido a alteração no relevo para que possa haver a retenção da água, para a implantação da represa (**Figura 87**). Com isto, elevou-se a declividade do local que, mesmo sendo uma área reduzida, provoca um escoamento elevado, podendo ocasionar erosões, principalmente, pelo fato de não possuir uma vegetação consistente de raízes profundas que retenham o solo e proteja-o contra possíveis deslizamentos de terra.



Figura 87: Alto curso da BHCM, vertente íngreme do aterro da barragem da fazenda Querência no córrego Querencia, a montante do ponto 3, em vegetação de Cerrado úmido.

Outro local que chamou a atenção pelas feições erosivas existentes, mesmo sendo classificado por Erosividade Fraca na maioria das estações, foi nas margens da rodovia MS-395, sendo possível constatar algumas erosões avançando em direção à rodovia, sendo possível visualizar a perda de solos, fator este prejudicado pela falta de manejo em seu entorno.

Estas áreas foram classificadas como declive de aproximadamente 5%, e que possui rampas alongadas que vão até o córrego Moeda, elevando seu escoamento superficial e que, somados à rodovia, acabam intensificando estas feições erosivas, como pode ser visualizado na **Figura 88**



Figura 88: Médio/baixo curso da BHCM, feições erosivas às margens da rodovia MS-395.

Principalmente nas estações chuvosas é possível a constatação, por meio das informações contidas nestes mapeamentos, da importância da manutenção de estradas que estão localizadas nesta classe, como também nas demais classes de erosividade que necessitam de algumas formas de conservação, sobretudo no alto e médio curso da bacia hidrográfica, e que poderão ocorrer problemas erosivos se não for realizada a manutenção e implantação de caixas de retenção ao longo das estradas, como mostra a **Figura 89 e 90**.

Estas caixas de retenção, ao redor das estradas vicinais, são obras realizadas com a principal finalidade, de ser um reservatório, assim, a captação de água e sedimentos é constante durante as chuvas, favorecendo a manutenção destas estradas, que em grande maioria da BHCM, não apresentam asfalto. Dessa forma, a água não transcorre pelo leito da via, reduzindo as ocorrências das erosões.



Figura 89: Alto curso da BHCM, caixas de retenção na estrada vicinal municipal, próximo à entrada da fazenda Querência, para controle da ação das águas correntes e redução dos processos erosivos.



Figura 90: Médio curso da BHCM, caixas de retenção na estrada vicinal municipal, após grandes chuvas da primavera.

Apontando assim, para um diagnóstico da atual situação da área de estudo, utilizando-se destas informações para correlacionar com o uso, ocupação e manejo da terra e a qualidade e enquadramento das águas superficiais, analisando não só a erosividade e suas restrições, mas também o grau de vulnerabilidade ambiental que está submetida a BHCM perante sua utilização e que, por sua vez, tem como consequência a influência sobre a qualidade das águas superficiais.

C A P Í T U L O 6

6. EVOLUÇÃO DO USO, COBERTURA E MANEJO DA TERRA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO MOEDA, NAS ESTAÇÕES DO ANO DE 2014

Para a análise do uso, cobertura e manejo da terra na BHCM, foi realizada a interpretação das imagens de satélite estacionalmente ao longo do verão, outono, inverno e primavera de 2014, apontando os locais que podem ocorrer cortes de talhões de eucalipto, a dinâmica proveniente das formas de utilização destas terras, informações estas, importantes no auxílio à um diagnóstico da vulnerabilidade ambiental da BHCM.

6.1. Uso, Cobertura e Manejo da Terra da BHCM, no Verão de 2014

Na estação do verão de 2014, foi constatado, por meio da **Figura 91**, alguns cortes de talhões nas proximidades da rodovia MS-395, no horto chamado Dobrão, bem como, próximo ao ponto 10 e 11. É importante a constatação do local em que foi realizado o corte dos talhões, pois influencia nas demais análises feitas, por ter a capacidade de aumentar o escoamento superficial, se as precipitações forem elevadas.

Outro fator prejudicial é que, também eleva o potencial erosivo e conseqüente perda de solos, ocasionando na elevação do transporte de sedimentos e prejudicando a qualidade das águas superficiais dos recursos hídricos, localizados próximos aos talhões cortados.

Por estes motivos, o corte dos talhões deverá ser realizado nas estações que, segundo a média, são menos chuvosas. O que tornou este ano atípico foram as grandes precipitações ocorridas no inverno, por outro lado, as demais estações ficaram com precipitações abaixo da prévia, prejudicando um possível planejamento do corte destes talhões para a época mais seca.

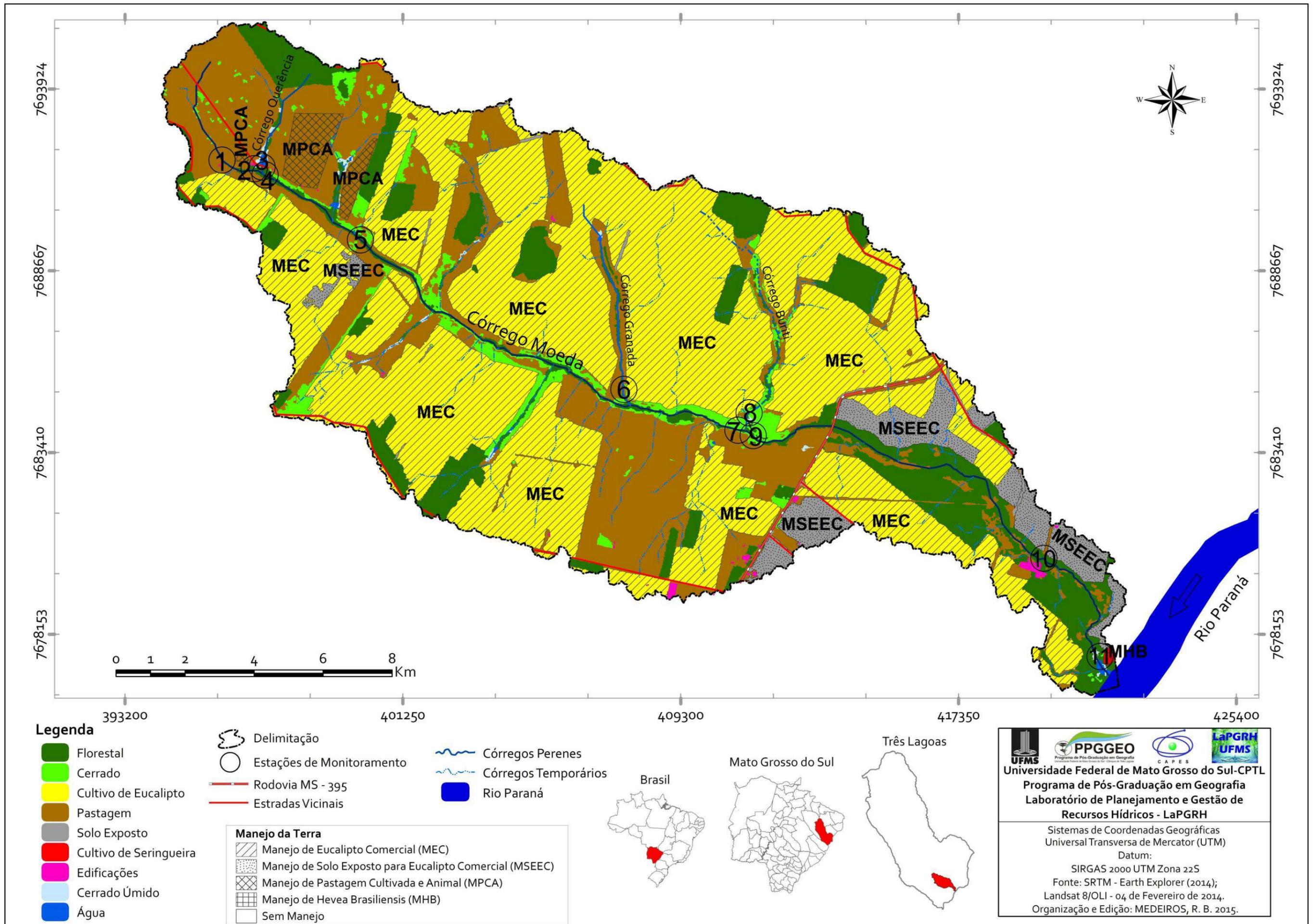


Figura 91: Mapa de uso, cobertura e manejo da terra da BHCM, no verão de 2014.

Na **Tabela 40** e **Figura 92**, são demonstrados os valores que cada classe temática de uso, cobertura e manejo da terra abrange na BHCM, visualizando assim, as possíveis relações destas informações com as demais análises realizadas durante a pesquisa.

Tabela 40: Classes de uso, cobertura e manejo da terra da BHCM, no verão de 2014.

Classes	Uso e Cobertura da Terra		Manejo da Terra		Pesos sobre o mapa de Vulnerabilidade Ambiental
	Área (km ²)	Área (%)	Área (km ²)	Área (%)	
Água	1,44	0,59	0,00	0,00	5
Cerrado	8,48	3,42	0,00	0,00	2
Cerrado Úmido	1,46	0,59	0,00	0,00	3
Cultivo de Eucalipto	126,51	51,09	126,51	51,09	3
Cultivo de Seringueira	0,13	0,05	0,13	0,05	4
Edificações	1,18	0,48	0,00	0,00	5
Florestal	33,84	13,66	0,00	0,00	1
Pastagem	61,59	24,87	3,55	1,43	3
Solo Exposto	13,01	5,25	12,07	4,87	5
TOTAL	247,64	100,00	142,26	57,44	--

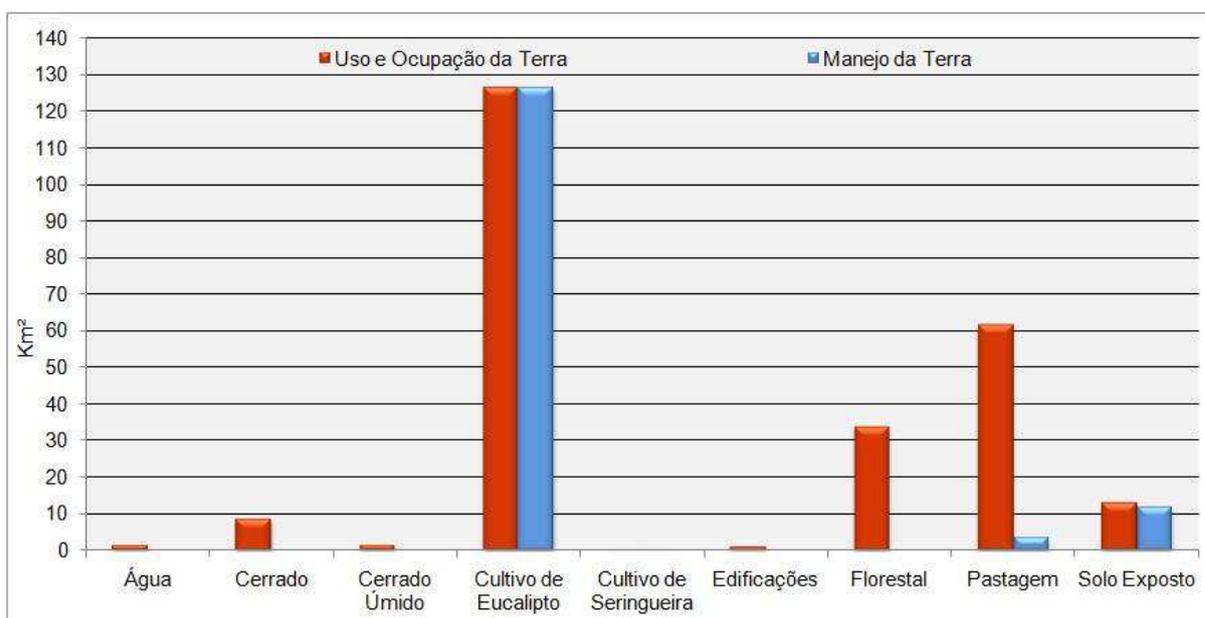


Figura 92: Uso, cobertura e manejo da terra da BHCM, no verão de 2014.

Nota-se durante o verão de 2014, que as áreas destinadas ao Cultivo de Eucalipto abrangeram 126,51km² do total, que corresponde a 51,09% do total, todas estas áreas possuem Manejo de Eucalipto Comercial (MEC) e são de propriedade da Fibria-MS Celulose Ltda; sendo terrenos com curvas de nível e com a realização

de espaçamento entre as linhas de plantio, bem como, a implantação de caixas de retenção, fazendo a água escoar para estas caixas, reduzindo o escoamento superficial e possíveis ações erosivas.

A segunda classe que mais foi encontrada na BHCM, foi Pastagem, que abrangeu 61,59km² ou 24,87% do total da área, sendo encontrada no alto curso e também no médio curso, em toda a margem direita nos pontos 7 e 9. Esta classe ficou caracterizada por grande parte de suas terras não apresentarem manejo, apenas na fazenda Querência, **Figura 93**, que foi constatado Manejo de Pastagem Cultivada e Animal (MPCA), na qual é realizado rodízio de pastagens com os animais, preservando os piquetes em todas as épocas do ano, entretanto, as áreas que abrangem este tipo de manejo alcançaram apenas 3,55km².



Figura 93: Alto curso da BHCM, pastagem não manejada, esquerda, e pastagem manejada, direita, na fazenda querência e na parte baixa, a mata ripária.

As áreas destinadas às pastagens possuem extrema necessidade de possuir manejo em suas terras, pois, não só a agricultura, mas também a pecuária são atividades que carecem de amplas áreas, apontando o desmatamento e assoreamento dos solos como as principais conseqüências negativas. Com isso, o solo exposto à lixiviação favorece a perda de sua fertilidade e conseqüente carreamento para os recursos hídricos, facilitando o desequilíbrio do ambiente (CARVALHO, 2000).

Outra classe que abrangeu áreas relevantes na BHCM foi Florestal, não possuindo manejo em suas terras e são caracterizadas desde mata ciliar até áreas

de reserva legal, **Figura 94**, ao longo de toda a bacia hidrográfica, compreendendo 33,84km² ou 13,66% do total. Esta classe é representada pelo equilíbrio em seu ecossistema, apresentando vegetações que recobrem o solo e diminuem os efeitos de ventos e escoamento superficial.



Figura 94: Alto curso da BHCM, áreas de reserva legal, próximo ao limite da bacia, recoberta pela classe Florestal.

A Classe Água é peculiar na análise do uso, cobertura e manejo da terra, pois, o topo das árvores próximas (mata ciliar) acaba encobrendo sua real abrangência dentro da BHCM, ocasionando a distorção dos valores, entretanto, as áreas de Água, que foi possível sua classificação, aponta 1,44km² ou 0,59% do total. Esta classe foi encontrada em maior quantidade ao longo do córrego Moeda, em sua foz (área de represamento da UHE Porto Primavera no rio Paraná) e em seus afluentes (córregos Querência e Granada). No córrego Buriti e nos outros afluentes temporários, não foi possível a identificação desta classe, devido aos canais serem estreitos e encoberto pelas matas ciliares e, em alguns casos, por encontrar-se secos.

O Cerrado apontou uma área relativamente pequena em comparação ao tamanho da BHCM, apenas 1,44km², representando 3,42% e sendo encontradas em manchas dispersas ao longo das pastagens, sobretudo no alto curso e, em sua maior quantidade, nas proximidades dos recursos hídricos no alto e médio curso da bacia hidrográfica. Esta classe é caracterizada por árvores com galhos tortuosos e

secos, que não permitem uma maior cobertura do solo contra a ação das águas pluviais e não possuem manejo da terra.

As áreas de Cerrado se encontram em sua grande maioria, em estágio de autoregeneração, entretanto, a BHCM vem sofrendo com degradações mesmo antes do plantio do eucalipto na década de 90 e toda a área foi deixada em pousio para autorregeneração, porém, devido ao passado de pecuária extensiva de corte, que acabou prejudicando todas as áreas florestais, bem como, alterou o equilíbrio deste ambiente, fez com que estas áreas não apresentem capacidade para se autorregenerar de forma rápida, sendo necessária que seja realizada uma recomposição, não só das matas ciliares, mas também destas áreas de cerrado, que possuem papel fundamental na estruturação deste sistema e seu imediato equilíbrio.

Com características próximas ao Cerrado, o Cerrado Úmido apresenta um solo diferente, pois é hidromórfico (terrenos úmidos ou alagados) e foram encontrados nas proximidades dos recursos hídricos, principalmente em áreas que não possuem mata ciliar, sobretudo, no alto e baixo curso, com exceção de uma área próxima a rodovia MS-395 no médio curso, abrangendo um total de 1,46km²

A classe destinada ao Cultivo de Seringueira apresenta pequena área próxima a foz do córrego Moeda, sendo caracterizada por uma monocultura com desenvolvimento radicular e com curvas de nível, portanto, possui manejo (MHB) em suas terras, abrangendo 0,13km².

As Edificações existentes na BHCM compreenderam as sedes das fazendas e as áreas de construções e de propriedade da Fibria MS Celulose Ltda.; abrangendo pequenas áreas nas proximidades do ponto 10 (estação meteorológica) e da rodovia MS-395 (estação de gás e galpão para guardar caminhões), apontando para um total de 1,18km².

A classe de Solo Exposto é caracterizada pela falta de cobertura vegetal, conforme **Figura 95**, podendo ser encontradas em áreas de pastagens que perderam sua vegetação devido a falta de chuvas ou outro tipo de uso e principalmente, é encontrada nas áreas que serão utilizadas para cultivo de eucalipto.



Figura 95: Alto curso da BHCM, área de solo exposto destinada ao cultivo de eucalipto pela Fibria-MS Celulose Ltda., na margem direita do córrego Moeda.

Dessa forma, esta classe abrangeu 13,01km², com suas terras encontradas em grande parte após a rodovia MS-395, no médio/baixo e baixo curso da BHCM, devido ao corte dos talhões de eucalipto que foram realizados de forma errônea, pois estes cortes foram realizados em uma estação que pela média, é chuvosa, sem contar que os talhões que apresentaram cortes, se encontram muito próximos uns aos outros, favorecendo a perda de grande quantidade de sedimentos, que acabam influenciando no ponto 10 e, sobretudo no ponto 11 que ficou constatada uma alta quantidade de sedimentos em suspensão nas águas superficiais do córrego Moeda.

6.2. Uso, Cobertura e Manejo da Terra da BHCM, no Outono de 2014

Na estação do Outono de 2014, por apresentar precipitações abaixo da prévia climatológica, ocorreu uma diminuição de áreas de Cerrado Úmido, passando a ser caracterizadas apenas como Cerrado, como também houve aumento nas áreas destinadas ao cultivo de Eucalipto, como pode ser visualizados por meio da **Figura 96, Tabela 41 e Figura 97.**

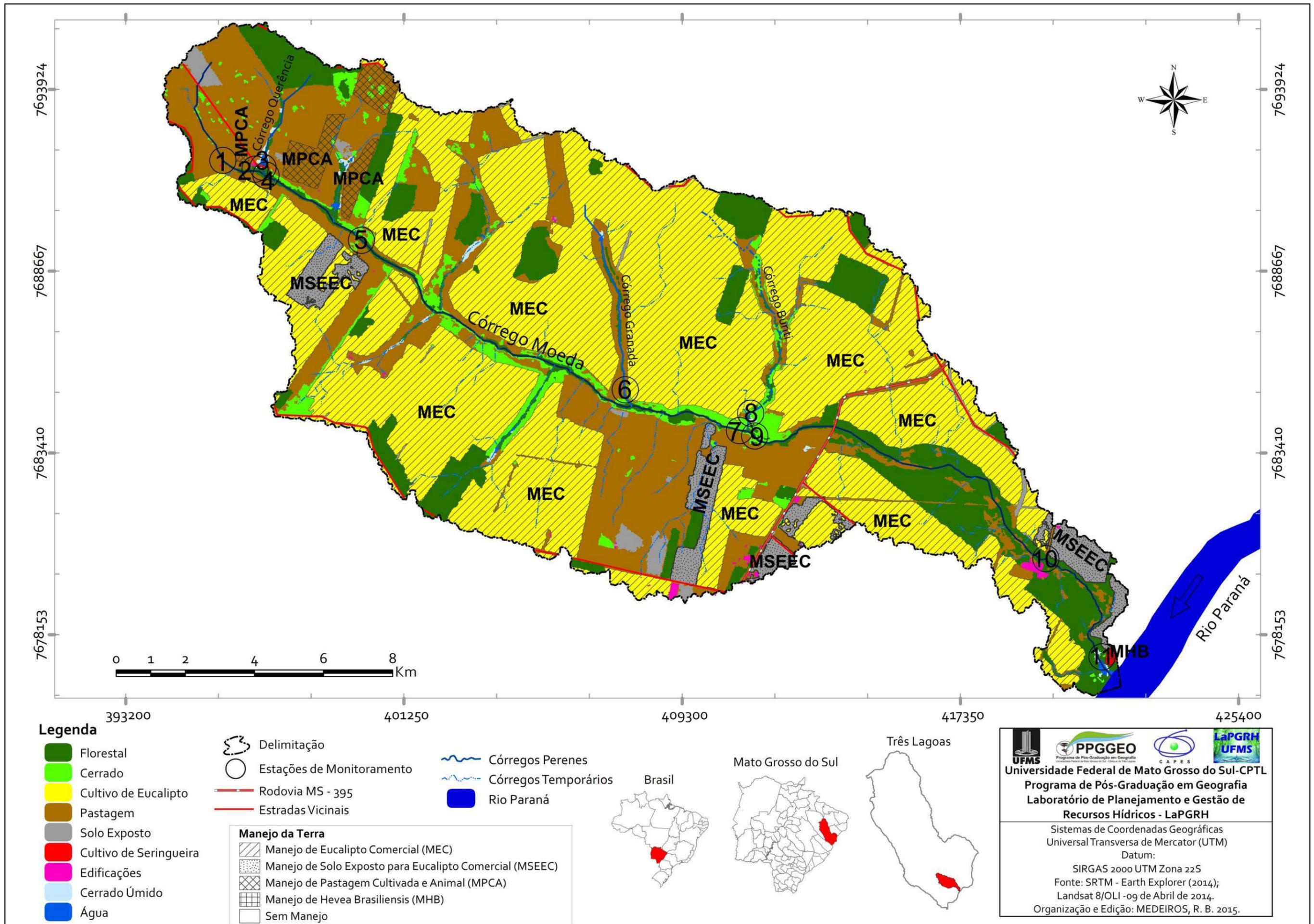


Figura 96: Mapa de uso, cobertura e manejo da terra da BHCM, no outono de 2014.

Tabela 41: Classes de uso, cobertura e manejo da terra da BHCM, no outono de 2014.

Classes	Uso e Cobertura da Terra				Manejo da Terra				Pesos sobre o mapa de Vulnerabilidade Ambiental
	Área (km ²)	Desvio (km ²)	Área (%)	Desvio (%)	Área (km ²)	Desvio (km ²)	Área (%)	Desvio (%)	
Água	1,40	-0,04	0,58	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	5
Cerrado	9,58	1,10	3,87	0,45	0,00	0,00	0,00	0,00	2
Cerrado Úmido	0,55	-0,91	0,22	-0,37	0,00	0,00	0,00	0,00	3
Cultivo de Eucalipto	131,38	4,87	53,05	1,96	131,38	4,87	53,05	1,96	3
Cultivo de Seringueira	0,13	0,00	0,05	0,00	0,13	0,00	0,05	0,00	4
Edificações	1,18	0,00	0,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5
Florestal	31,78	-2,06	12,83	-0,83	0,00	0,00	0,00	0,00	1
Pastagem	59,47	-2,12	24,01	-0,86	3,55	0,00	1,43	0,00	3
Solo Exposto	12,17	-0,84	4,91	-0,34	9,03	-3,04	3,65	-1,22	5
TOTAL	247,64	--	100,00	--	144,09	1,83	58,18	0,74	--

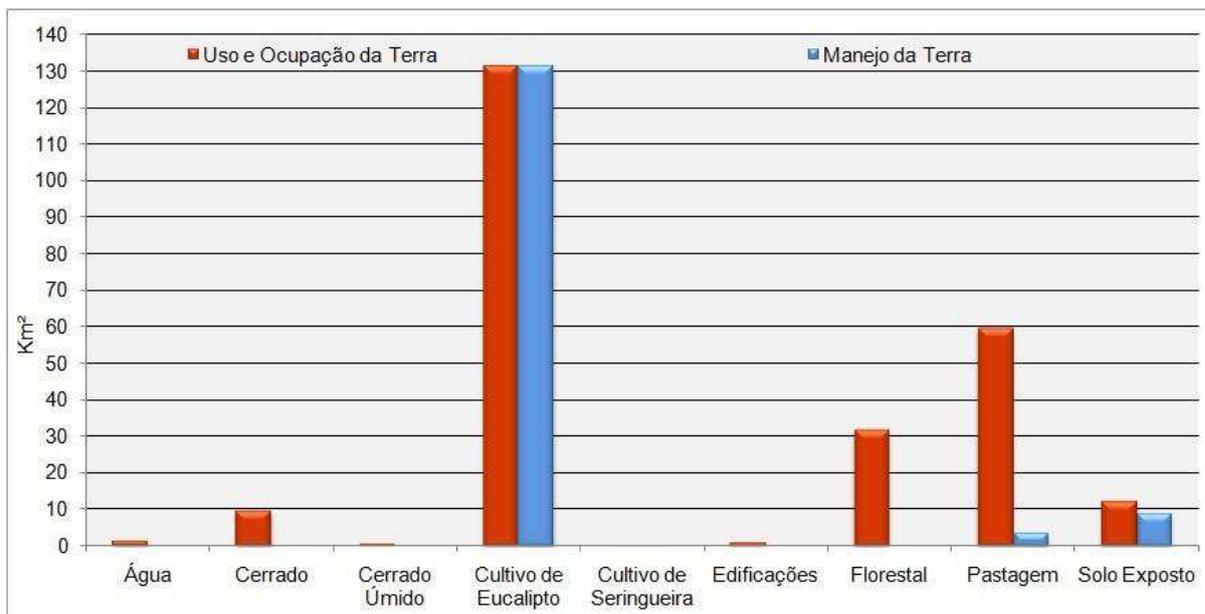


Figura 97: Uso, cobertura e manejo da terra da BHCM, no outono de 2014.

Por meio dos dados obtidos, mostra-se um contínuo predomínio de áreas destinadas ao Cultivo de Eucalipto, se mostrando a ampla maioria com 53,05% ou 131,38km², sendo encontrados ao longo de toda a BHCM, as mudanças que ocorreram em relação à estação anterior, foi o corte dos talhões ao sul do ponto 7 e 9 e o plantio dos talhões que foram retirados na estação anterior, ou seja, próximo à rodovia MS-395, no médio/baixo e baixo curso da bacia hidrográfica, no chamado Horto Dobrão. Todas as áreas de Cultivo de Eucalipto possuem Manejo de Eucalipto Comercial (MEC).

Este tipo de utilização na BHCM, segundo Vital (2007), corresponde à uma atividade que é recomendada para a conservação do solo, proteção de mananciais e a recuperação de áreas degradadas. Por estes motivos que o plantio de eucalipto e todos os cultivos perenes são indicados no uso da terra em climas tropicais, pois permanecem cobrindo o solo em grande parte dos anos, reduzindo os graves problemas com erosões que podem ocorrer por meio das intensas precipitações do verão e primavera.

O maior problema deste tipo de monocultura, com relação a parte ambiental, é a extensa área que fica sem cobertura vegetal após o corte dos talhões, estas áreas são classificadas como Solo Exposto, possuindo Manejo de Solo Exposto para Eucalipto Comercial (MSEEC), que reduz suas perdas de solo, mas ainda possui vulnerabilidade alta perante os processos erosivos.

O Solo Exposto ainda foi encontrado em algumas áreas que no verão foram classificadas como pastagens, mas devido à redução nas precipitações, este solo ficou mais seco e perdeu sua cobertura vegetal, estas áreas, por sua vez, não possuem manejo. Todas as áreas classificadas como Solo Exposto abrangeram um número menor do que no verão, apenas 12,17km², destes, 9,03km² possuem manejo (MSEEC).

As áreas classificadas como Pastagem, foram encontradas novamente no alto e médio curso da BHCM, ao longo das fazendas existentes na bacia, que tem como característica, a “*brachiaria*”, **Figura 98**, abrangendo 59,47km², pequena redução em comparação ao verão, destas áreas, apenas 3,55km² possuem manejo (MPCA).



Figura 98: Médio curso da BHCM, pastagem em área de proteção permanente, no leito efêmero no alto curso do córrego Buriti, nota-se os buritis no traçado do leito fluvial efêmero.

A classe Água ficou caracterizada nesta estação, pela pequena redução de 0,04km² em suas áreas, lembrando sempre que não é possível a quantificação exata destas áreas, pelos motivos já citados, contudo, é possível uma constatação por meio da interpretação das imagens de satélite desta estação. A redução das águas no outono se mostrou influenciada pela queda na quantidade de precipitação desta estação.

O cerrado apontou um pequeno aumento de 1,10km², que pode ser explicado também pela queda das precipitações, pois todas as áreas de Cerrado Úmido, que foi notável a redução de água em suas terras, obteve a classificação de Cerrado, como é o caso da **Figura 99**, localizada no alto curso, durante o verão foi perceptível

o solo hidromórfico dessa área, contudo, durante o outono, esta área já foi classificada como Cerrado, por não apresentar solo úmido.



Figura 99: Alto Curso da BHCM, área classificada como Cerrado Úmido no verão e primavera, e Cerrado durante o outono e o inverno de 2014.

As áreas classificadas como Edificações e Cultivo de Seringueira não apresentaram alteração em relação a estação anterior. Já a classe Florestal apresentou pequena redução de 2,06km², ocasionados principalmente pela redução de vegetação na copa das árvores, com a diminuição das precipitações nesta estação. As vegetações se apresentaram mais secas e reduziram sua área de abrangência.

6.3. Uso, Cobertura e Manejo da Terra da BHCM, no Inverno de 2014

Durante o inverno, ocorreram algumas alterações no uso, cobertura e manejo da terra, principalmente nas áreas destinadas ao Cultivo de Eucalipto, por meio do corte de alguns talhões, como mostra a **Figura 100, Tabela 42 e Figura 101.**

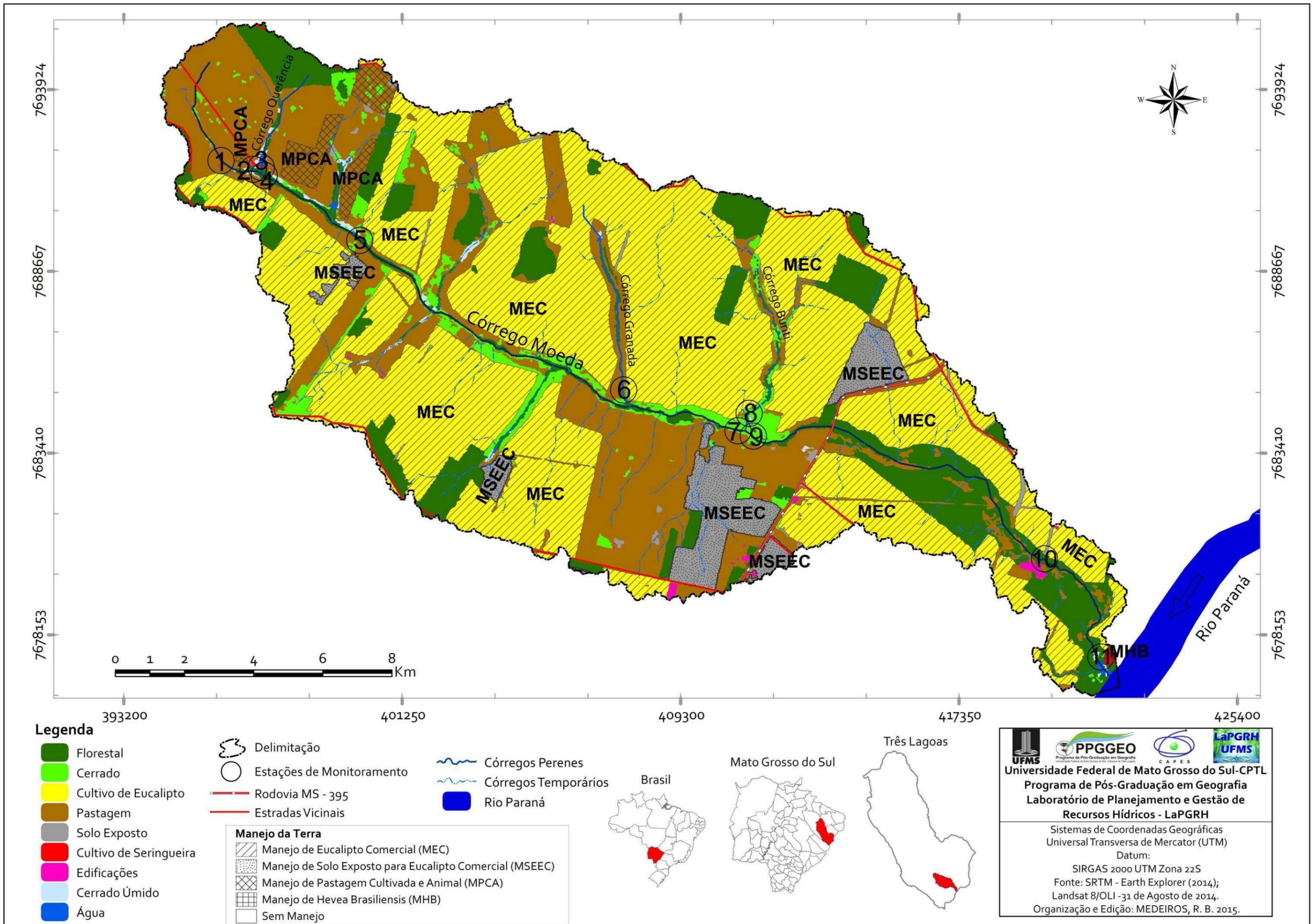


Figura 100: Mapa de uso, cobertura e manejo da terra da BHCM, no inverno de 2014.

Tabela 42: Classes de uso, cobertura e manejo da terra da BHCM, no inverno de 2014.

Classes	Uso e Cobertura da Terra				Manejo da Terra				Pesos sobre o mapa de Vulnerabilidade Ambiental
	Área (km ²)	Desvio (km ²)	Área (%)	Desvio (%)	Área (km ²)	Desvio (km ²)	Área (%)	Desvio (%)	
Água	1,40	0,00	0,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5
Cerrado	8,28	-1,30	3,34	-0,53	0,00	0,00	0,00	0,00	2
Cerrado Úmido	1,79	1,24	0,72	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	3
Cultivo de Eucalipto	128,21	-3,17	51,77	-1,28	128,21	-3,17	51,77	-1,28	3
Cultivo de Seringueira	0,13	0,00	0,05	0,00	0,13	0,00	0,05	0,00	4
Edificações	1,18	0,00	0,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5
Florestal	31,31	-0,47	12,64	-0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	1
Pastagem	61,27	1,80	24,74	0,73	3,55	0,00	1,43	0,00	3
Solo Exposto	14,07	1,90	5,68	0,77	11,31	-2,28	4,57	-0,92	5
TOTAL	247,64	--	100,00	--	143,20	-5,45	57,82	-2,20	--

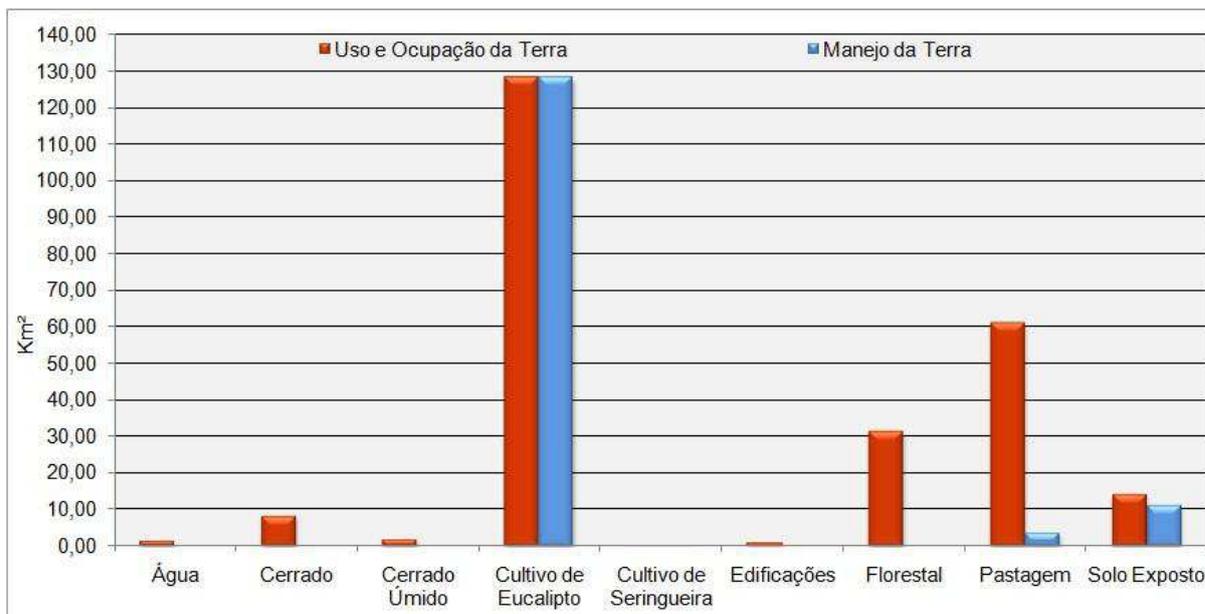


Figura 101: Uso, cobertura e manejo da terra da BHCM, no inverno de 2014.

Com a análise dos dados obtidos do inverno de 2014, nota-se a modificação do Cultivo de Eucalipto, principalmente com o corte de talhões ao sul dos pontos 7 e 9 de monitoramento das águas superficiais e nas proximidades da rodovia MS-395, é notório também o começo de plantio em áreas que pertenciam a classe de Solo Exposto no outono, como no caso das áreas próximas ao ponto 10 de monitoramento.

Ao todo, estas áreas ocuparam 128,21km², ou seja, uma redução de 3,17km² em relação à estação anterior, este ocorrido se deve às áreas ocupadas por plantio de eucalipto que acabaram sendo cortadas, auxiliando a alavancar as áreas destinadas ao Solo Exposto, que ocupou 14,07km², representando um aumento de 1,90km² na área total. Lembrando que as áreas de Solo Exposto que possuem manejo abrangem apenas as que são utilizadas para plantio de eucalipto (11,31km²).

A classe destinada a Florestal representou no inverno cerca de 31,31km², esta classe obteve uma pequena redução em sua área de abrangência de 0,47km, um exemplo do que vem ocorrendo na BHCM que acaba sempre reduzindo essa área de Florestal, é o caso da **Figura 102**, que foi realizada a abertura da mata ripária usada no passado por uma ponte, ficando, após sua desativação, como bebedouro para o gado bovino e equino. Atualmente é cercado, porém, sem sua manutenção, a cerca acaba permitindo a passagem do gado até o córrego Moeda, em sua margem direita, no médio curso, a montante do ponto 9.



Figura 102: Médio Curso da BHCM, abertura da mata ripária usada no passado por uma ponte, ficando após sua desativação como bebedouro para o gado bovino e equino.

Ao longo do córrego Moeda e dos principais afluentes, existem passagens e pontes que chegam até as margens dos canais fluviais, com isso, o gado que existe naquela região acaba adentrando estas passagens e utilizando os córregos como bebedouros, elevando sua degradação, causando pisoteio na margem e como consequência, elevam o transporte de sedimentos em suspensão nas águas superficiais, prejudicando sua quantidade e qualidade.

Neste caso, **Figura 102**, existe uma abertura que atinge até as margens, local onde ia ser construída uma ponte, entretanto, o que pode-se observar são apenas entulhos e concretos jogados em suas margens, sendo que é possível ver pegadas de animais chegando até as margens.

As classes Água, Cultivo de Seringueira e Edificações não apresentaram alterações em suas áreas de abrangência. Esta primeira, mesmo com a elevação das precipitações em relação a prévia climatológica desta estação acabou não ficando evidenciada alterações em suas áreas.

As áreas destinadas ao Cerrado apresentaram ligeiro aumento de 1,30km², chegando a 8,28km² no total desta estação. Praticamente na mesma proporção, ocorreu uma elevação dos valores de Cerrado Úmido na BHCM, estes dados

evidenciam o mesmo ocorrido no outono, ou seja, o inverno neste ano foi caracterizado por grandes precipitações, fazendo com que a área de Cerrado fosse alterada por estas precipitações, obtendo assim um solo mais úmido, já alterando sua classificação para Cerrado Úmido.

6.4. Uso, Cobertura e Manejo da Terra da BHCM, na Primavera de 2014

Na análise do uso, cobertura e manejo da terra na BHCM, na primavera foi possível notar que houve alguns cortes de talhões no médio curso e também no baixo curso, próximo ao ponto 11 de monitoramento, mas que de forma geral, a classe Cultivo de Eucalipto obteve novamente a ampla maioria do uso desta bacia hidrográfica, conforme **Figura 103, Tabela 43 e Figura 104.**

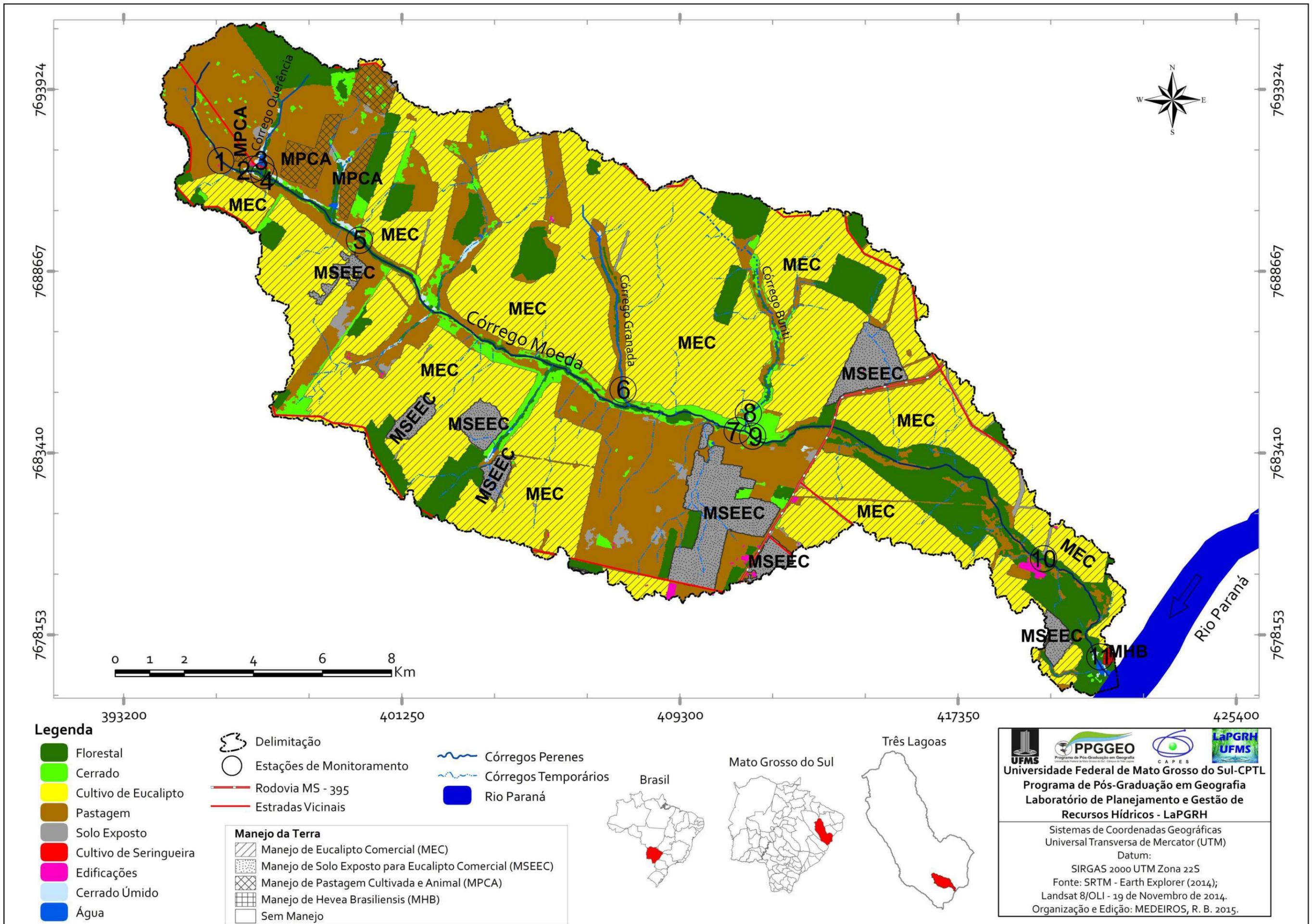


Figura 103: Mapa de uso, cobertura e manejo da terra da BHCM, na primavera de 2014.

Tabela 43: Classes de uso, cobertura e manejo da terra da BHCM, na primavera de 2014.

Classes	Uso e Cobertura da Terra				Manejo da Terra				Pesos sobre o mapa de Vulnerabilidade Ambiental
	Área (km ²)	Desvio (km ²)	Área (%)	Desvio (%)	Área (km ²)	Desvio (km ²)	Área (%)	Desvio (%)	
Água	1,32	-0,08	0,53	-0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	5
Cerrado	6,51	-1,77	2,63	-0,71	0,00	0,00	0,00	0,00	2
Cerrado Úmido	3,79	2,00	1,53	0,81	0,00	0,00	0,00	0,00	3
Cultivo de Eucalipto	127,30	-0,91	51,41	-0,36	127,30	-0,91	51,41	-0,36	3
Cultivo de Seringueira	0,13	0,00	0,05	0,00	0,13	0,00	0,05	0,00	4
Edificações	1,18	0,00	0,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5
Florestal	30,72	-0,59	12,41	-0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	1
Pastagem	58,87	-2,40	23,77	-0,97	3,55	0,00	1,43	0,00	3
Solo Exposto	17,82	3,75	7,20	1,52	14,21	2,90	5,74	1,17	5
TOTAL	247,64	--	100,00	--	145,19	1,99	58,63	0,81	--

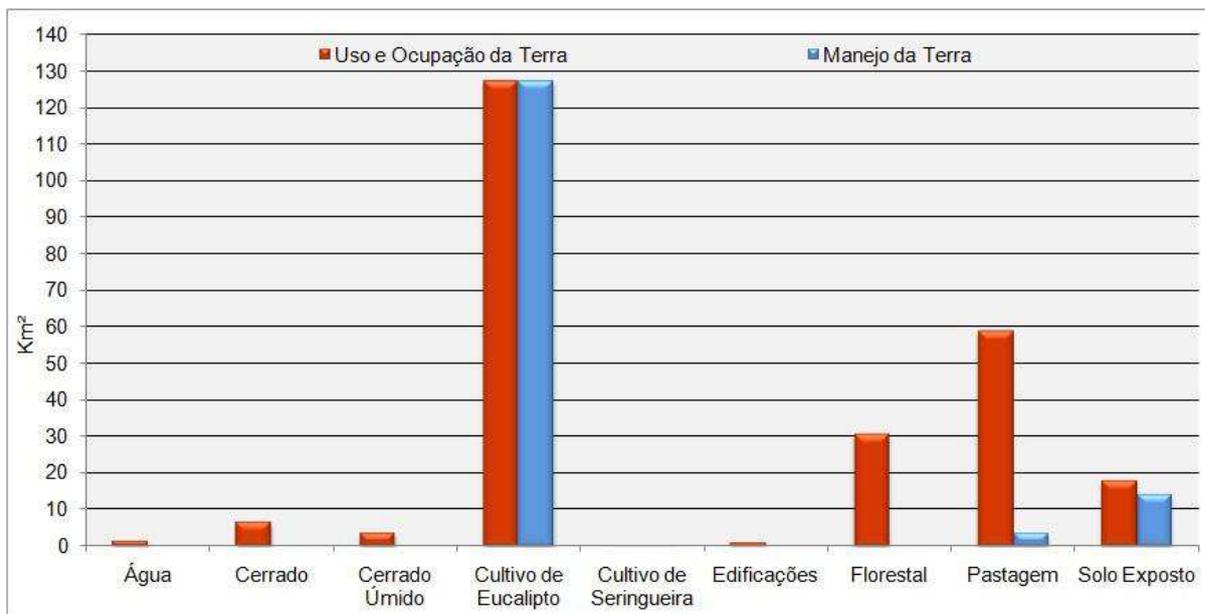


Figura 104: Uso, cobertura e manejo da terra da BHCM, na primavera de 2014.

Nesta ampla maioria de Cultivo de Eucalipto, destaca-se uma pequena redução em relação ao inverno, mas alcançando 127,30km² ou 51,41%, segundo Bueno *et. al.* (2005), este tipo de monocultura é capaz de introduzir impactos à biodiversidade e ao meio ambiente como um todo, entretanto, promove a formação de novas estruturas e o restabelecimento das funções dos ecossistemas mais degradados, podendo ser utilizadas como formas de reflorestamento.

A classe que representa Pastagem abrangeu 58,87km², que corresponde a uma redução de 2,40km², destas áreas, apenas 3,55km² existem manejo (MPCA), nas áreas onde existe este manejo, pode-se notar a existência de curvas de nível e um rodízio de gado, como visualizado na **Figura 105**, área localizada na Fazenda Querência, no alto curso da BHCM, em uma estrada construída sem caixas de retenção ou outra técnica de controle da ação das águas correntes.



Figura 105: Alto Curso da BHCM pastagem cultivada sem curva de nível, sem manejo da terra, à esquerda e pastagem plantada com curva de nível à direita.

Estas áreas de pastagens do alto curso abrangem grande parte do total desta classe, e nesta fazenda está localizada a atual nascente do córrego Moeda, **Figura 106**, é considerada atual nascente, pois a antiga nascente acabou secando, devido a pouca preservação dos recursos hídricos deste local, portanto, é uma área sem qualquer tipo de vegetação ciliar ou cerca que busque proteger os cursos fluviais.

É constatado nesta área, a grande quantidade de gado que acaba adentrando o açude (ponto 1 de monitoramento das águas), trazendo sedimentos e suas fezes acabam alterando todos os parâmetros analisados de qualidade das águas superficiais, como poderá ser visto no próximo capítulo.



Figura 106: Alto Curso da BHCM, açude localizado no alto curso, totalmente desprotegido pela ausência de vegetação ripária e submetida a pastagem cultivada sem curvas de nível.

Na classe que corresponde à Água, houve pequena queda nos valores registrados, com 1,32km², redução de apenas 0,08km². As Edificações não apresentaram alteração, assim como o Cultivo de Seringueira.

Com a elevação das precipitações ocorridas durante a primavera, ocorreu a diminuição do Cerrado (1,77km²) e o aumento do Cerrado Úmido (2,00km²), principalmente nas áreas próximas aos recursos hídricos, no alto e médio curso da BHCM.

As áreas correspondentes a classe Florestal apresentaram pequena redução de 0,59km², alcançando 30,72, esta classe foi encontrada principalmente nas matas ciliares ao longo de todos os cursos fluviais e nas reservas legais, como a **Figura 107**, localizada no alto curso da BHCM.



Figura 107: Alto Curso da BHCM, pastagem sem manejo em primeiro plano e a classe Florestal em segundo plano, próximo ao limite da bacia em seu alto curso.

6.5. Evolução do Uso, Cobertura e Manejo da Terra da BHCM, no ano de 2014.

Não ocorreu grandes variações no uso, cobertura e manejo da terra da BHCM, durante as quatro estações do ano de 2014, como mostra a **Figura 108**. Com exceção do corte de talhões ao longo das estações, sobretudo no Horto Dobrão, que por não ter sido escalonado o corte, para evitar a ação das águas correntes e por não ter-se considerado a relação declividade/precipitações, gerou-se forte potencial erosivo. Sendo considerado, um manejo não sustentável e que mostrou uma vulnerabilidade ambiental e consequente perda de solo, que acaba influenciando na quantidade e qualidade das águas superficiais. Levando-se em conta que, por meio do corte dos talhões, o solo fica exposto, favorecendo as ações erosivas, principalmente por este corte ter sido realizado no verão chuvoso de 2014.

Entretanto, o ano de 2014 foi atípico na questão pluviométrica, com inverno chuvoso e as demais estações secas em relação à prévia, prejudicando um possível planejamento do corte destes talhões, ficando constatado que houve corte e rebrotas em todas as estações, sobretudo no médio e baixo curso da BHCM.

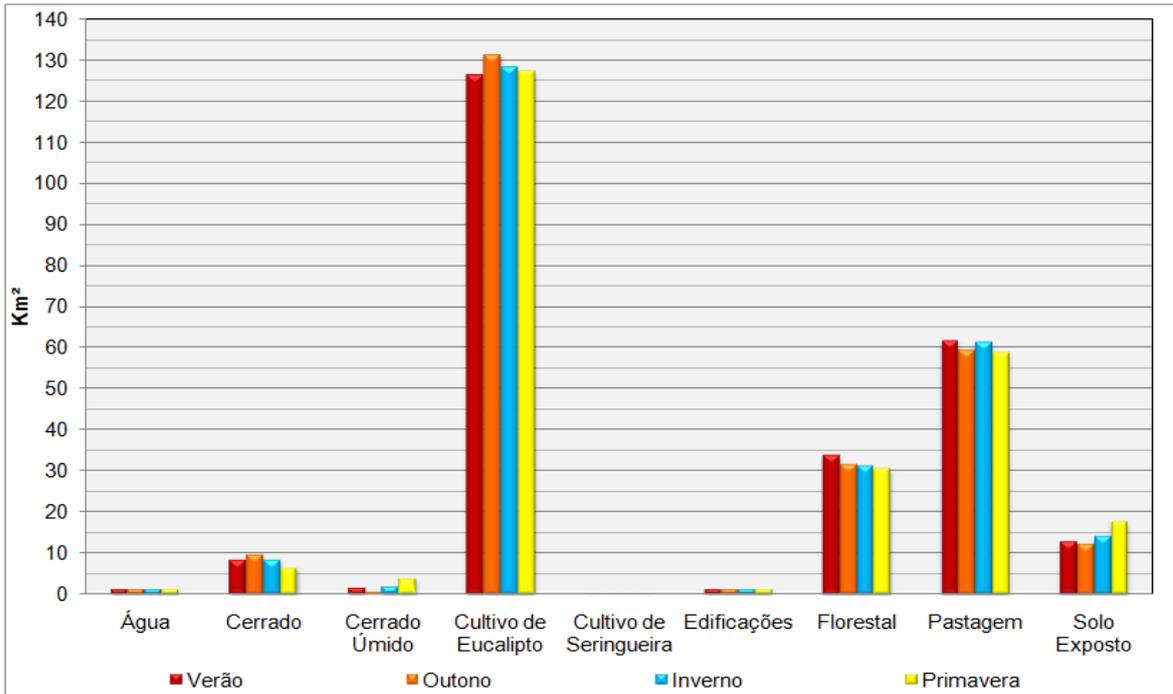


Figura 108: Evolução do uso e cobertura da terra durante o ano de 2014.

Por meio das informações obtidas, nota-se uma que o Cultivo de Eucalipto é mais relevante em todas as estações do ano, um agravante desta classe, sendo constatada por meio da reflectância dos pixels, são alguns talhões que foram tomados por doença, principalmente, devido ao manejo inadequado, que acabou secando suas folhas e alterando suas características, como mostra a **Figura 109**.



Figura 109: Alto curso da BHCM, eucalipto jovem, “sadio”, à esquerda e eucalipto adulto, média 5 anos, “doente”, à direita.

Outro tipo de monocultura existente na BHCM é o Cultivo de Seringueira, que mesmo não apresentando alterações em suas terras e por abranger poucas áreas, sua análise se mostra importante quando é levado em consideração o tipo de plantio, com linhas de espaçamento maiores entre as árvores, elevando sua vulnerabilidade ambiental, pois não oferece grande proteção ao solo, deixando uma terra batida com grande potencial erosivo.

Uma constatação com a análise da evolução do uso, cobertura e manejo da terra ao longo das quatro estações do ano de 2014, foi a falta de mata ciliar em alguns pontos, principalmente nos afluentes, córrego Granada e Buriti. Uma característica deste primeiro afluente, é que foi realizado um projeto para recomposição de sua mata ciliar no médio/baixo curso do córrego Granada, conforme **Figuras 110 e 111**.



Figura 110: Médio curso da BHCM, propaganda da restauração que foi realizada pela Fibria MS Celulose Ltda.; porém sem molha, limpeza e controle de pragas e doenças, boa parte das mudas morreram.

Figura 111: Médio curso da BHCM, local onde seria realizada a recomposição da mata ripária ciliar, no ponto 6.

O maior problema desta área, é que sua restauração acabou sendo deixada para autoregenerar, contudo, isto vem ocorrendo de maneira muito lenta devido às intensas degradações do passado e atualmente, por meio dos caminhões que adentram este local para coleta das águas para regar os eucaliptos contra incêndios. Esta restauração buscava a preservação deste ambiente com espécies nativas de cerrado, porém esta dificuldade em recuperar de forma natural as matas ciliares, ocorre ao longo de toda a BHCM.

A classe Edificações não apresentou alteração ao longo das estações de 2014. Já a Água apresentou pequenas reduções e elevação de acordo com as precipitações que ocorreram nestas estações, lembrando que esta classe não é possível à constatação do valor real de abrangência.

Em algumas áreas, as classes de Cerrado e Cerrado Úmido, acabaram se alternando de acordo com as precipitações, pois a florística destas áreas permaneciam iguais, contudo, no período seco do inverno perdiam as folhas, sendo classificadas como Cerrado e na estação chuvosa, no caso a primavera e o verão de 2014, passaram a ser classificadas como Cerrado Úmido, pois o solo já se encontrava mais úmido, modificando a vegetação rasteira. Fato este que ocorreu, sobretudo no baixo curso do córrego Buriti e do córrego Moeda.

Desta forma, o monitoramento destas áreas, como também, o emprego de práticas conservacionistas são essenciais para manter o solo fértil, oferecendo ao mesmo, condições pra que se torne produtivo. Dentro destas práticas necessárias, sobretudo em áreas com grande quantidade de eucalipto em escala comercial, são realizados controles das ações erosivas e adubações periódicas, que por sua vez, podem causar alterações nos parâmetros físicos e químicos das águas superficiais.

Com isso, o monitoramento se torna essencial, buscando aferir os elementos que compõe este sistema, retratando de que forma o ambiente está alterando e onde ele influencia de forma mais consistente.

C A P Í T U L O 7

7. MONITORAMENTO E ENQUADRAMENTO ESTACIONAL DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO MOEDA, NAS ESTAÇÕES DO ANO DE 2014

Para a análise da qualidade das águas superficiais da BHCM, foram utilizados alguns parâmetros físicos e químicos como: Oxigênio Dissolvido – OD, Condutividade Elétrica – CE, Turbidez, Potencial Hidrogeniônico – pH, Temperatura do Ar e Água, Potencial Redox – ORP, Sólidos Totais Dissolvidos – TDS e Salinidade. Apenas no verão, não foi aferido os dados de ORP, TDS e Salinidade, pois o equipamento se encontrava em manutenção durante esta estação.

O monitoramento foi realizado durante as estações do verão, outono, inverno e primavera de 2014, sendo todos os dados enquadrados de acordo com a resolução 430/2011 do CONAMA, avaliando assim, a balneabilidade de suas águas, propondo pesos de acordo com a vulnerabilidade que determinada classe impõe ao ambiente.

Para facilitar o entendimento dos resultados obtidos de qualidade das águas superficiais da BHCM, foram geradas tabelas que qualificam e enquadram os resultados em cada estação do ano de 2014 e para sua melhor visualização na disposição da BHCM, foi realizado o mapeamento dos recursos hídricos da BHCM de acordo com seu enquadramento, juntamente ao mapeamento médio de todas as estações analisadas, com a análise das variações dos parâmetros aferidos de qualidade das águas superficiais.

7.1. Monitoramento e Enquadramento da Qualidade das Águas Superficiais da BHCM, no Verão de 2014

No monitoramento da qualidade das águas na estação do verão, **Tabela 44** e **Figura 112**, foi possível o enquadramento de grande parte dos pontos de coleta (2, 3, 5, 6, 7, 9 e 10) na Classe I, que preconiza seu uso para consumo humano desde que seja realizado um tratamento simplificado, podendo ser utilizadas para recreação de contato primário e proteção das comunidades aquáticas.

Tabela 44: Parâmetros de qualidade das águas superficiais da BHCM, no verão de 2014.

Pontos	CE. ($\mu\text{S/cm}$)	OD. (mg/L)	Temp. Ar ($^{\circ}\text{C}$)	Temp. H ₂ O ($^{\circ}\text{C}$)	pH	Turbidez (NTU)	Classes de Enquadramento	Pesos sobre o mapa de Vulnerabilidade Ambiental
1	53,00	4,00	28,9	29,0	7,00	28,00	III	4
2	19,00	8,10	26,7	24,7	6,70	9,85	I	2
3	22,00	8,20	27,1	26,1	6,80	5,30	I	2
4	22,00	5,70	29,9	27,8	7,40	7,16	II	3
5	17,00	7,60	30,8	23,4	7,10	10,10	I	2
6	17,00	7,70	35,6	28,7	7,50	8,74	I	2
7	17,00	7,90	35,7	25,1	7,40	8,00	I	2
8	25,00	1,70	30,8	25,6	7,10	35,20	IV	5
9	16,00	8,40	32,7	25,1	7,60	8,72	I	2
10	16,00	8,90	32,5	24,1	7,20	9,59	I	2
11	36,00	2,80	30,2	31,4	7,70	8,00	IV	5
Média	23,64	6,45	30,99	26,45	7,23	12,61	II	3

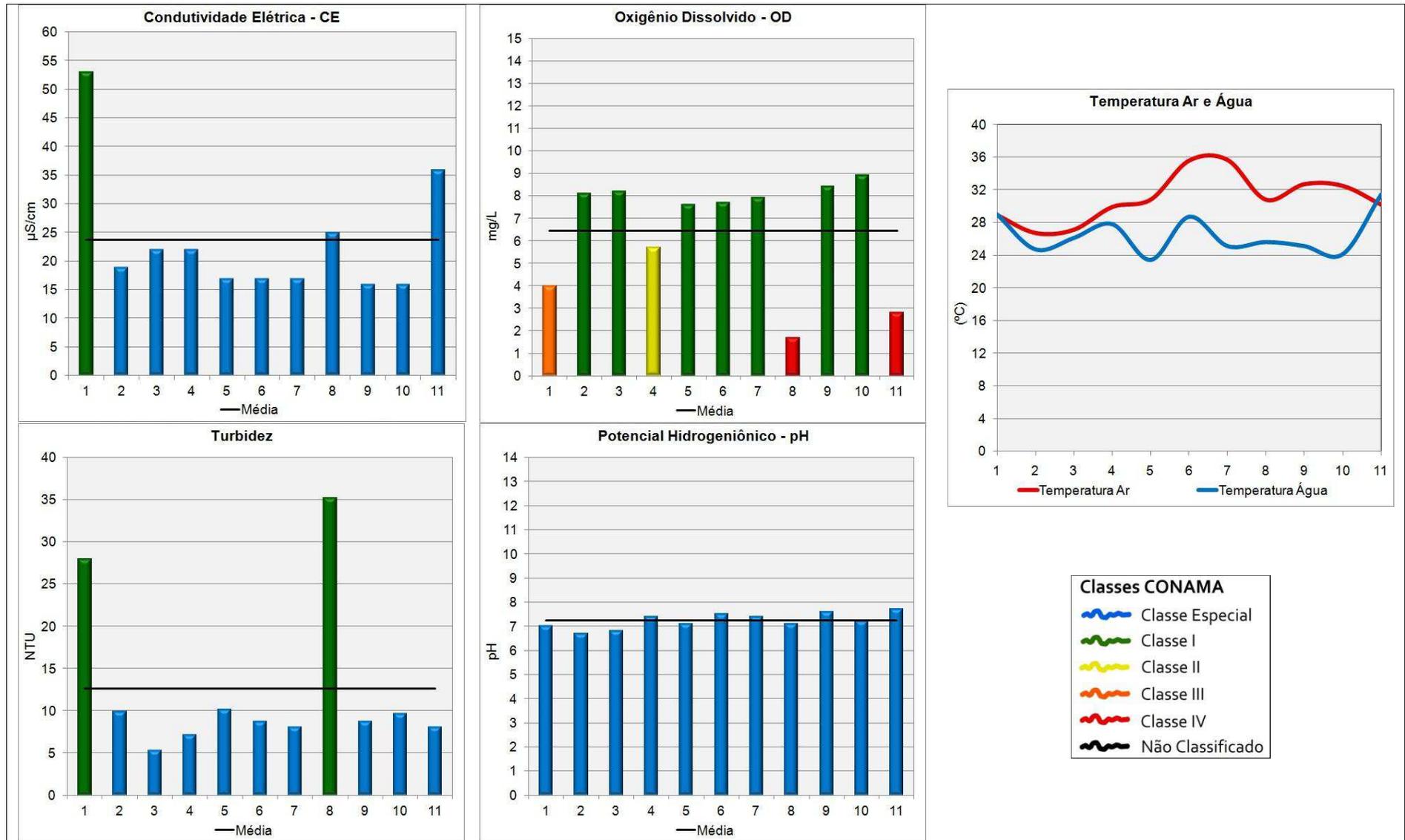


Figura 112: Variação dos parâmetros obtidos por meio do monitoramento da qualidade das águas da BHCM, no verão de 2014.

Os dados do verão, apontam baixos níveis de oxigênio dissolvido, no Ponto 1, localizado no alto curso da BHCM, quando foi mensurado apenas 4,00mg/L, esta baixa concentração pode ser explicado devido a grande quantidade de matéria orgânica e fezes bovinas existentes no local, que acabam consumindo o OD e gerando reações químicas que elevam a turbidez e condutividade elétrica. É também necessário destacar que há grande quantidade de gado que adentra este local servindo de bebedouro, gerando pisoteio, contribuindo para a elevação da turbidez.

Dos parâmetros analisados, o OD é o principal indicador de qualidade de água superficial, assim, este ponto se enquadrado na classe III, que segundo o CONAMA, resolução 430 de 2011, preconiza o uso para “Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado, à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras, à pesca amadora, à recreação de contato secundário e à dessedentação de animais”.

O ponto 4 nesta estação, foi enquadrado como Classe II, principalmente devido ao OD que chegou à 5,70mg/L, número considerado baixo para os padrões de balneabilidade, já que todos os demais parâmetros deste ponto, apontaram para Classe Especial.

O córrego Buriti, Ponto 8, é um dos maiores problemas enfrentados pela BHCM, pois é extremamente importante por se tratar de um dos maiores afluentes do córrego Moeda, entretanto, esta estação foi a única desta pesquisa em que foi possível encontrar água em seu curso fluvial e mesmo assim, com péssima qualidade, enquadradas na Classe IV, preconizando apenas sua utilização para harmonia paisagística, de acordo com resoluções do CONAMA 357/2005 e 430/2011.

Assim como o ponto 1, o ponto 11 também foi influenciado pela concentração da matéria orgânica existente na área, pois o “brejo” que existe em sua margem esquerda acaba elevando sua turbidez e reduzindo seu OD, neste caso, apenas o OD sofreu interferência, chegando à 2,80mg/L, sendo determinante para o enquadramento na Classe IV.

No ponto 10, foi obtido o maior OD, 8,90mg/L, este valor foi determinado, principalmente pelo turbilhonamento, gerado pela alta velocidade de fluxo e por seu leito, ser formado por cascalhos, elevando a oxigenação da água, **Figura 113**.



Figura 113: Baixo curso da BHCM, ponto 10, alta velocidade e rugosidade de fundo, repleto de cascalho, aumentam o turbilhonamento da água, elevando seu OD no verão de 2014.

Como o pH está ligado diretamente com as temperaturas das águas, o ponto 2 ficou caracterizado por apresentar 24,7°C de temperatura e 6,70 de potencial hidrogeniônico, ou seja, já apresenta índice de água pouco ácida, entretanto, ainda dentro do limite de 6,0 a 9,0, expresso pelas resoluções CONAMA 357/2005 e 430/2011.

De todos os valores apresentados no verão de 2014, destaca-se a influência do OD no enquadramento dos pontos de coleta das águas, sendo necessário destacar também, a influência que as precipitações têm sobre a qualidade das águas, dependendo da utilização das terras próximas aos pontos de coleta, a intensidade das chuvas poderá ocasionar na renovação das águas dos canais fluviais, elevando o oxigênio dissolvido e mantendo o pH estabilizado. Com isso, no verão é notável a predominância da Classe I.

7.2. Monitoramento e Enquadramento da Qualidade das Águas Superficiais da BHCM, no Outono de 2014

No outono de 2014, o monitoramento da qualidade das águas, **Tabela 45** e **Figura 114**, se mostrou diversificado, principalmente pela redução das

precipitações, sendo esta estação, a pior em quantidade de pluviosidade durante este ano, fazendo com que ocorresse uma piora no enquadramento das águas, alterando seus níveis de TDS, pH, OD e CE, em alguns pontos analisados.

Outro fator importante a destacar do outono, por meio da redução das precipitações, ocorreu uma diminuição do escoamento superficial reduzindo os sedimentos transportados, entretanto, não ocorre uma grande renovação nas águas dos cursos fluviais, este fator acaba alterando os níveis dos parâmetros aferidos durante a saída de campo.

Entretanto, como houve uma melhora em alguns pontos, esta estação acabou enquadrada na Classe II, que preconiza sua utilização para abastecimento para consumo humano desde que haja um tratamento convencional, podendo ser utilizadas estas águas para proteção das comunidades aquáticas, para a recreação de contato primário. Esta classe também é possível a utilização para irrigação de hortaliças, plantas frutíferas, parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto, como também à aqüicultura e à atividade de pesca, de acordo com a resolução 430/2011 do CONAMA.

Tabela 45: Parâmetros de qualidade das águas superficiais da BHCM, no outono de 2014.

Pontos	CE. (μ S/cm)	OD. (mg/L)	Temp. Ar (°C)	Temp. H2O (°C)	pH	Turbidez (NTU)	ORP (mV)	TDS (mg/L)	Salinidade (%)	Classes de Enquadramento	Pesos sobre o mapa de Vulnerabilidade Ambiental
1	559,00	7,90	32,67	34,35	6,60	>1000	148,00	355,00	0,03	IV	5
2	31,00	5,70	28,30	26,70	5,83	10,20	155,00	20,00	0,00	IV	5
3	37,00	7,35	28,56	28,00	6,04	6,00	150,00	24,00	0,00	I	2
4	38,00	7,81	27,99	27,59	6,72	12,60	82,00	25,00	0,00	I	2
5	28,00	10,04	32,52	26,32	6,05	4,10	152,00	18,00	0,00	Especial	1
6	22,00	9,97	32,85	29,17	6,76	7,50	156,00	14,00	0,00	I	2
7	46,00	10,00	33,23	26,20	6,30	41,10	154,00	16,00	0,00	II	3
8*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
9	26,00	9,00	31,54	26,54	5,86	10,10	201,00	16,00	0,00	IV	5
10	24,00	10,10	27,05	23,87	7,10	11,30	55,00	15,00	0,00	Especial	1
11	43,00	10,00	31,10	25,06	6,93	14,40	122,00	15,00	0,00	I	2
Média	85,40	8,79	30,58	27,38	6,42	13,03	137,50	51,80	0,00	II	3

*Canal Fluvial Seco.

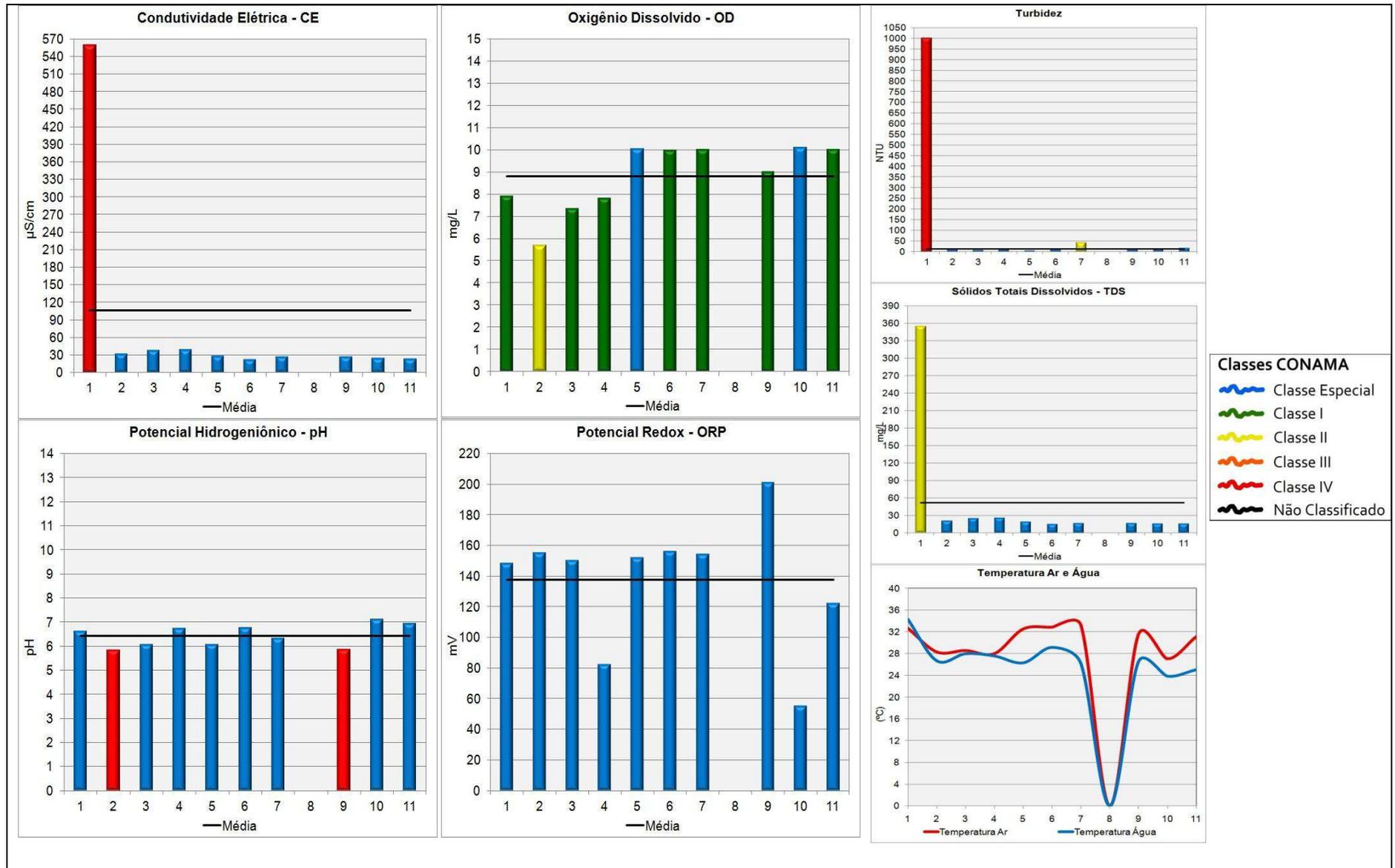


Figura 114: Variação dos parâmetros obtidos por meio do monitoramento da qualidade das águas da BHCM, no outono de 2014.

Com a análise dos dados obtidos nesta estação, foi possível a identificação de três pontos que se enquadraram na Classe IV, os pontos 1, 2 e 9. O ponto 1, é um problema para o córrego Moeda, pelo inúmeros fatores já citados, desde falta de mata ciliar até a utilização do açude para bebedouro de gado, ocasionando no aumento da condutividade elétrica (pelas fezes dos animais) que alcançou números expressivos de $559,00\mu\text{S}/\text{cm}$, maior índice encontrado de todas as estações, ainda ressaltando que neste ponto, foi encontrado 0,03% de salinidade, considerado um fator prejudicial ligado diretamente à contaminação dos mananciais hídricos.

Nestes pontos, principalmente no 2 e 9, houve uma redução nos valores de pH, 5,83 e 5,86 respectivamente, ou seja, uma água ácida que acaba saindo dos padrões de enquadramento da qualidade das águas oferecido pelo CONAMA 430/2011, por isso, foi qualificada na Classe IV.

Os pontos 5 e 10 foram as melhores classificações desta estação, principalmente pelos altos níveis de OD, maiores que $10,00\text{mg}/\text{L}$, alcançando a Classe Especial, juntamente com este fator, a redução da condutividade e também da turbidez, auxiliaram na melhora da qualidade das águas nestes pontos.

O ponto 7 foi enquadrado como Classe II, seu oxigênio dissolvido e condutividade elétrica alcançou níveis satisfatórios, por outro lado, devido à sua turbidez que alcançou $41,10\text{NTU}^4$, não foi possível seu enquadramento em classes de melhor qualidade.

De forma geral, a BHCM nesta estação ficou enquadrada na Classe II, mesmo com seu enquadramento em Classe IV ao longo de três pontos (1, 2 e 9). Durante o outono, também houve dois pontos na Classe Especial (5 e 10) que acabou mantendo uma média.

7.3. Monitoramento e Enquadramento da Qualidade das Águas Superficiais da BHCM, no Inverno de 2014

Na estação do inverno de 2014, o monitoramento e enquadramento das águas superficiais, **Tabela 46** e **Figura 115**, se mostrou preocupante no sentido de que foi a pior classificação entre todas as estações analisadas, chegando à Classe III, que preconiza seu uso para abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado, podendo ser utilizado para irrigação de

⁴Unidade Nefelométrica de Turbidez: é a unidade de medição, que caracteriza a turbidez.

culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras, à pesca amadora, à recreação de contato secundário e à dessedentação de animais, segundo resolução 430/2011 do CONAMA.

Um fator importante a destacar nesta estação, é a anomalia adquirida por meio das grandes precipitações que ocorreram durante o inverno, podendo ser classificada como Extremamente Chuvoso de acordo com IAC e que trouxe algumas ações prejudiciais para a qualidade das águas.

Todo o solo ressecado, seja pela ação da temperatura como também pelo outono mais seco em relação à prévia climatológica, foi carregado pelas altas precipitações do inverno e todos estes solos carregados acabam não sendo levados pelas águas fluviais devido a sua baixa capacidade de competência durante o inverno, ocorrendo assim uma deposição de sedimentos que acaba interferindo de forma significativa nos parâmetros aferidos de qualidade, sobretudo o pH, que apontou para alguns pontos com águas ácidas, fugindo da classificação considerada adequada pelo CONAMA 430/2011 que é de 6,0 a 9,0 de pH.

Tabela 46: Parâmetros de qualidade físico química das águas superficiais da BHCM, no inverno de 2014.

Pontos	CE. (μ S/cm)	OD. (mg/L)	Temp. Ar (°C)	Temp. H2O (°C)	pH	Turbidez (NTU)	ORP (mV)	TDS (mg/L)	Salinidade (%)	Classes de Enquadramento	Pesos sobre o mapa de Vulnerabilidade Ambiental
1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2	11,00	4,40	20,81	21,81	5,55	29,00	205,00	7,00	0,00	IV	5
3	11,00	11,65	23,17	22,05	6,35	25,70	170,00	7,00	0,00	Especial	1
4	11,00	5,70	26,61	21,71	6,20	14,90	107,00	11,00	0,00	II	3
5	9,00	8,03	23,07	21,11	5,13	14,80	217,00	6,00	0,00	IV	5
6	9,00	8,07	24,58	22,80	5,93	22,50	174,00	6,00	0,00	IV	5
7	9,00	9,98	27,08	23,21	6,46	15,40	162,00	6,00	0,00	I	2
8	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
9	10,00	8,69	27,92	23,35	5,49	19,10	151,00	6,00	0,00	IV	5
10	10,00	9,85	28,24	22,82	6,48	14,90	401,00	7,00	0,00	II	3
11	9,00	9,12	27,1	23,9	7,80	12,50	153,00	6,00	0,00	I	2
Média	9,89	8,39	25,40	22,53	6,15	18,76	182,56	6,89	0,00	III	4

*Canal Fluvial Seco.

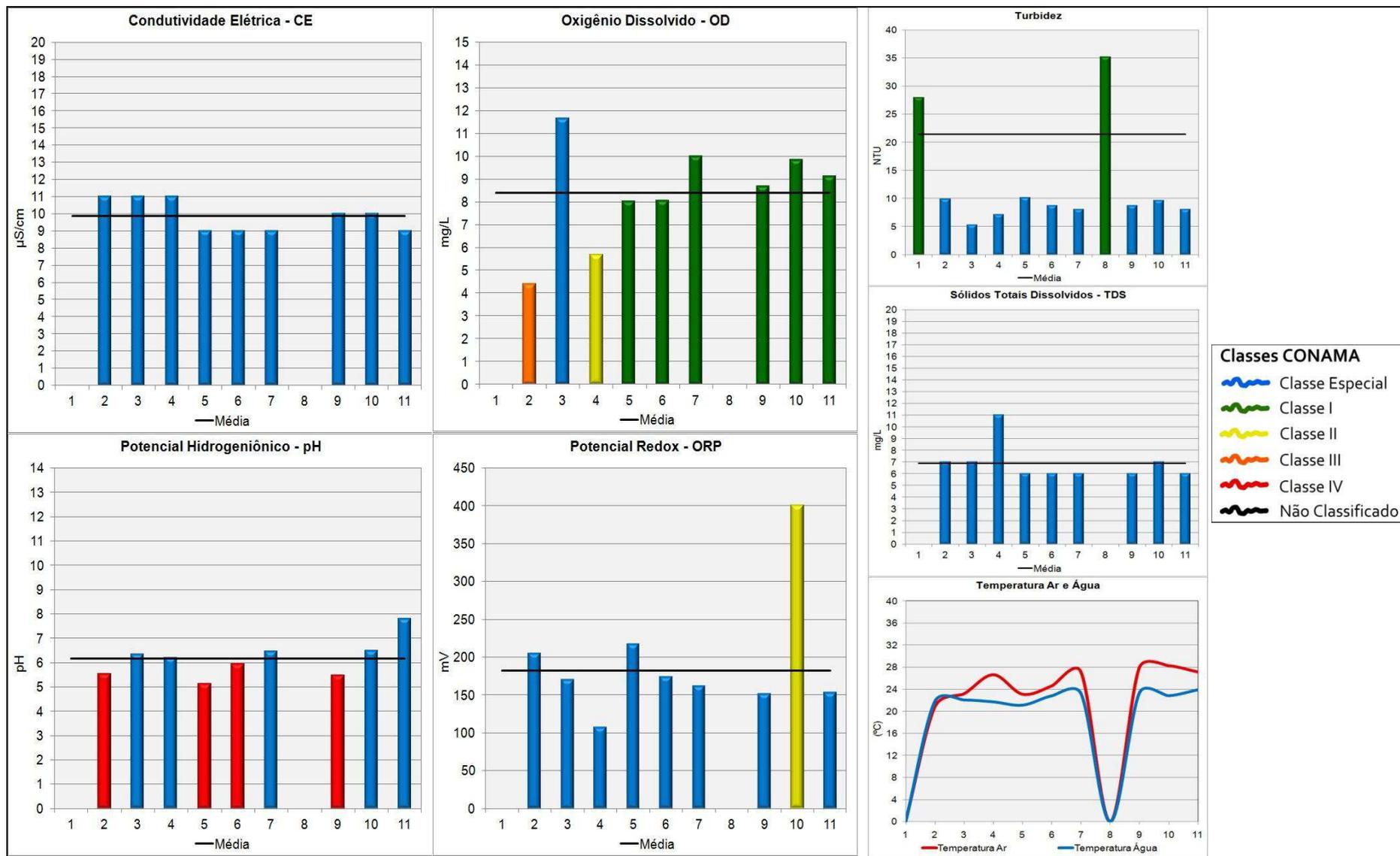


Figura 115: Variação dos parâmetros obtidos por meio do monitoramento da qualidade das águas da BHCM, no inverno de 2014.

A partir dos dados obtidos, é notável a baixa nos valores de pH, podendo ser explicado pelos solos carregados durante o inverno e temperatura como no caso do ponto 2. Estes valores de pH e de OD no inverno, ocorre também devido a maior contribuição das águas freáticas e da decomposição da matéria orgânica gerando ácidos úmicos. Outro fator a ser considerado atuante neste ponto, é a ocorrência de um certo represamento de suas águas devido sua baixa velocidade. Como consequência, não ocorre a movimentação e turbilhonamento das águas, reduzindo assim, sua oxigenação, **Figura 116**.



Figura 116: Alto curso da BHCM, ponto 2, durante o inverno de 2014.

O ponto 1 não foi possível a identificação de seu enquadramento, pois, mesmo com a elevação das precipitações em relação ao outono, foi encontrado seco.

No ponto 5, a temperatura foi o principal causador da redução nos níveis de pH, pois alcançou apenas 21,11°C. Outro fator que acaba alterando o pH, é a utilização constante de calcário e adubos, sobretudo, utilizados no cultivo do eucalipto.

Outro local enquadrado na Classe IV é o ponto 6, que possui como principal característica, a falta de mata ciliar e uma pastagem sem manejo da terra, na margem direita, enquanto na margem esquerda, possui uma pastagem com cerca

de 200 metros e após, o Cultivo de Eucalipto em estágio avançado, podendo influenciar nos parâmetros deste ponto.

Nesta estação, o principal fator para ser enquadrado nesta classe, foi o baixo índice de pH, chegando a 5,93. É necessário destacar a importancia deste ponto, que é o principal afluente do córrego Moeda em volume de água e acaba interferindo na qualidade do córrego principal, **Figura 117**.



Figura 117: Médio curso da BHCM, ponto 6, devido à grande quantidade de vegetação morta aquática, acabou reduzindo os valores de pH.

No ponto 9, só foi possível o enquadramento na classe IV, devido também aos seus valores de pH (5,49), este ponto e seu respectivo enquadramento, acaba sofrendo influência direta de suas margens, mesmo que estas possuam mata ciliar, são formadas por barrancos que acabam se erodindo com o passar das águas, carreando sedimentos e alterando suas propriedades físicas e químicas, bem como a contribuição de água freática, que promovem alterações significativas no pH, sendo que todos os demais parâmetros ficaram dentro de boas classificações do CONAMA 430/2011, Classe Especial (CE, ORP, TDS) e Classe I (OD).

O ponto 10 mostra índices de qualidade bons, contudo, apenas o OD apontou para a Classe I, mas de modo geral, este ponto foi enquadrado na Classe II nesta estação, especialmente, pelo ORP que alcançou 401,00mV. Este valor alto pode ser

explicado devido a alguma reação química por meio da entrada de determinada substância não identificada nesta pesquisa. Pois os valores deste parâmetro estão ligados diretamente ao potencial de redução das soluções aquosas, onde varia de acordo com o recebimento ou perda de elétrons por meio do recebimento de alguma forma de metal dissolvido nas águas superficiais.

O ponto 11 manteve-se na mesma classe da estação anterior, pois seus parâmetros (CE, Turbidez, ORP e TDS) apontaram para a Classe Especial, mas devido ao OD de 9,12mg/L acabou sendo possível seu enquadramento apenas na Classe I, de acordo com o CONAMA.

De modo geral, a BHCM foi enquadrada na Classe III, ou seja, uma piora em seus índices com referência à estação anterior. Obtendo alguns pontos na Classe IV e apenas o ponto 3 na Classe Especial, não mantendo a média do inverno, prejudicando seu enquadramento geral.

7.4. Monitoramento e Enquadramento da Qualidade das Águas Superficiais da BHCM, na Primavera de 2014

Durante a primavera de 2014, houve uma melhora no enquadramento das águas superficiais, **Tabela 47 e Figuras 118**, chegando, de modo geral, na Classe II, que determina a utilização das águas para consumo humano após um tratamento convencional, servindo de proteção às comunidades aquáticas e podendo ser utilizado em contato primário, segundo resolução 430/2011 do CONAMA.

Essa melhora na classificação se dá principalmente, pelo aumento das precipitações durante a primavera, mesmo que não tenha alcançado a prévia climatológica, mas já apontou um aumento em relação ao inverno, ocasionando na melhora dos níveis de OD, ORP e TDS e, sobretudo dos valores de pH, que foi preocupante na estação anterior.

Um fato que ocorreu durante essa estação, é a volta das águas no açude localizado na nascente do córrego Moeda, que durante o inverno se encontrava seco e nesta estação já foi possível a mensuração dos parâmetros físicos e químicos, contudo, seus níveis apresentaram alguns problemas como o OD e Turbidez.

Tabela 47: Parâmetros de qualidade físico química das águas superficiais da BHCM, na primavera de 2014.

Pontos	CE. (μ S/cm)	OD. (mg/L)	Temp. Ar (°C)	Temp. H2O (°C)	pH	Turbidez (NTU)	ORP (mV)	TDS (mg/L)	Salinidade (%)	Classes de Enquadramento	Pesos sobre o mapa de Vulnerabilidade Ambiental
1	38,00	5,16	25,88	28,35	6,55	41,00	185,00	25,00	0,00	II	3
2	11,00	7,08	27,03	24,95	5,92	14,00	156,00	7,00	0,00	IV	5
3	12,00	7,15	27,35	27,13	6,14	6,90	146,00	7,00	0,00	I	2
4	13,00	8,67	29,91	26,15	6,55	13,00	88,00	8,00	0,00	I	2
5	9,00	8,85	27,35	24,86	5,90	7,20	129,00	5,00	0,00	IV	5
6	9,00	6,65	27,45	25,28	6,74	12,00	44,00	6,00	0,00	I	2
7	8,00	8,70	26,50	25,21	6,10	12,20	156,00	5,00	0,00	I	2
8	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
9	8,00	8,31	27,68	25,29	6,08	7,90	179,00	5,00	0,00	I	2
10	9,00	9,35	25,64	25,45	6,44	12,90	186,00	6,00	0,00	I	2
11	9,00	8,85	27,98	25,60	6,40	41,30	161,00	6,00	0,00	II	3
Média	12,60	7,88	27,28	25,83	6,28	14,84	143,00	8,00	0,00	II	3

*Canal Fluvial Seco.

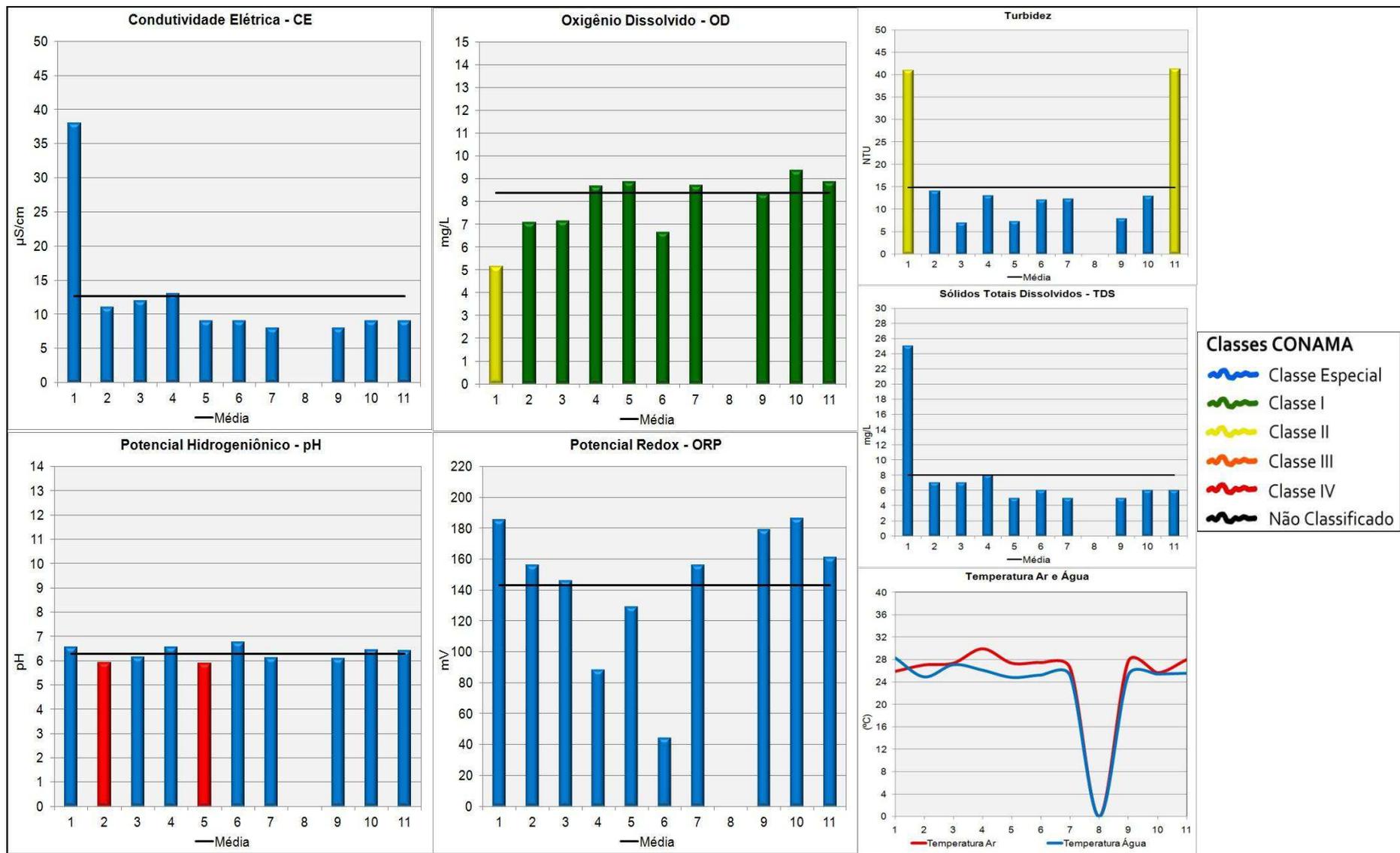


Figura 118: Variação dos parâmetros obtidos por meio do monitoramento da qualidade das águas da BHCM, na primavera de 2014.

O ponto 1 voltou a acumular água pluvial, apontando para o CE, ORP, TDS e Salinidade, que os enquadraram na Classe Especial, com exceção do OD que foi mensurado 5,16mg/L e turbidez de 41,00 NTU, por isso, este ponto foi enquadrado na Classe II.

O ponto 2 se manteve na Classe IV, mesmo com a elevação das precipitações nesta estação, principalmente pelos níveis atingidos de pH (5,92), assim como no inverno, suas águas foram encontradas ácidas e também manteve um represamento nesta estação, reduzindo sua movimentação, contudo o OD não foi reduzido, apenas o pH.

O ponto 3 apresentou pequena piora na qualidade de suas águas com relação ao inverno, chegando à classe I, devido aos níveis de OD que foram encontrados (7,08mg/L). Um fator importante neste ponto, foi a baixa turbidez em um canal que possui mata ciliar bem recomposta.

Dentro de uma tendência, onde o ponto 2 apresentou Classe IV e o ponto 3 com Classe I, o ponto 4 que está localizado a jusante do córrego Querência, foi enquadrada na Classe I, podendo ser constatada a importância e influência que o ponto 3 (Querência) exerce sobre o córrego Moeda, oferecendo-lhe uma melhora na qualidade de suas águas, sendo enquadrado nesta classe devido aos níveis de OD (8,87mg/L).

Nota-se que, apesar do transporte de sedimentos arenosos, visíveis no fundo do canal fluvial, **Figura 119**, os valores de TDS foram baixos, pois estes se encontravam transportados por rolamento, saltitação⁵ e em suspensão, não dissolvidos na água, possibilitando assim, sua relativa transparência e baixa turbidez.

⁵Deslocamento do material pela ação horizontal da água, acima de velocidade média.



Figura 119: Alto curso da BHCM, ponto 3, córrego Querência, devido a sua velocidade, transportou maior quantidade de sedimentos para o córrego Moeda, gerando maior oxigenação.

O ponto 5 se manteve na classe IV, apesar de possuir altos valores de OD e baixa turbidez, ocorreu uma redução do pH, alcançando níveis ácidos de 5,90, fugindo da normalidade exigida pelo CONAMA 430/2011. Este valor pode ser explicado devido ao desmoronamento da ponte à sua montante, que acaba criando quedas d'água, justamente, elevando OD, mas por outro lado, a entrada do concreto e das terras deste desmoronamento nas águas, reduz os valores de pH.

Houve uma melhora considerável no ponto 6, que saiu da Classe IV do inverno, especialmente pela aumento nos valores de pH, chegando à 6,74, já entrando dentro dos padrões recomendados, obtendo pouca condutividade elétrica ($9,0\mu\text{S}/\text{cm}$) e turbidez ($12,00\text{NTU}$), mas devido ao OD de $6,65\text{mg}/\text{L}$, acabou enquadrado na Classe I nesta estação.

Juntamente com este ponto, houve uma melhora considerável nas águas do ponto 9, que era classificado como Classe IV e foi para Classe I nesta estação, devido ao aumento nos valores de pH e foram constatados valores muito baixos de turbidez.

Dentro de uma normalidade, o ponto 7 acabou se mantendo na Classe I, mesmo com a elevação das precipitações, este ponto conseguiu manter seus níveis

de OD elevados e os demais parâmetros reduzidos. Contudo, há a necessidade de destacar o pH deste local, que chegou a 6,10 número muito próximo do limite exigido pelo CONAMA 430/2011.

O fato ocorrendo neste ponto, mostra a influência que um pequeno afloramento de água existente na margem direita do córrego Moeda, **Figura 120 e 121**, exercendo alterações na qualidade deste ponto, pois é uma água de coloração avermelhada que acaba adentrando ao canal principal em dois locais à montante de onde é realizada a mensuração, interferindo nos índices monitorados.

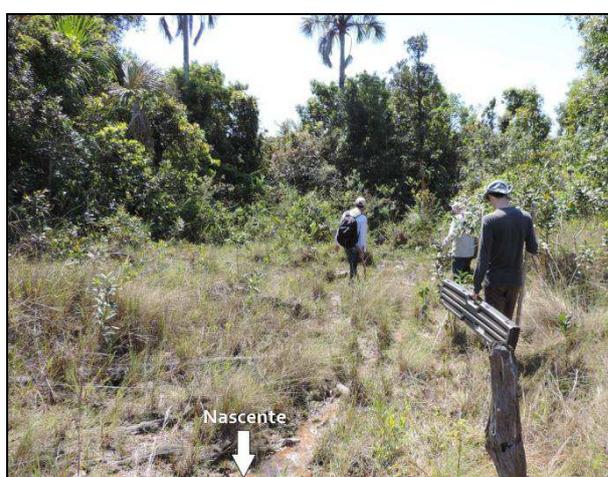


Figura 120: Médio curso da BHCM, ponto 7, afloramento de água freática alimentando este ponto.



Figura 121: Médio curso da BHCM, ponto 7, dois locais onde o córrego Moeda recebe afloramento de água freática.

O ponto 9 melhorou significativamente sua qualidade de água, pois se encontrou na Classe I por meio dos níveis de OD obtidos e do aumento do pH em relação à estação anterior. Enquanto os pontos 10 e 11 foram enquadrados pela Classe I e Classe II respectivamente, este último sofreu influência direta da turbidez neste enquadramento.

A BHCM nesta estação foi enquadrada na Classe II, oferecendo valores maiores de pH em relação a estação anterior, mas ainda apresentando índices próximos aos limites estabelecidos pelo CONAMA 430/2011.

7.5. Monitoramento e Enquadramento Médio da Qualidade das Águas Superficiais da BHCM, no ano de 2014

A análise da qualidade das águas superficiais da BHCM foi realizada por meio do monitoramento estacional ao longo de onze pontos de coleta durante o ano de 2014, sendo possível comparar as estações, os pontos, os parâmetros mensurados, podendo assim, visualizar como vem sendo a dinâmica dos canais fluviais desta bacia hidrográfica.

Ao longo do monitoramento, foram mensurados nove parâmetros de qualidade das águas (Condutividade Elétrica, Oxigênio Dissolvido, Temperatura do Ar e Água, Potencial Hidrogenionico, Turbidez, Potencial Redox, Sólidos Totais Dissolvidos, Salinidade).

A Condutividade Elétrica - CE durante o ano de 2014, **Figura 122**, apontou o outono como a estação com os níveis mais elevados registrados. A única exceção ocorreu no ponto 8, onde não foi possível realizar a mensuração pelo mesmo se encontrar seco.

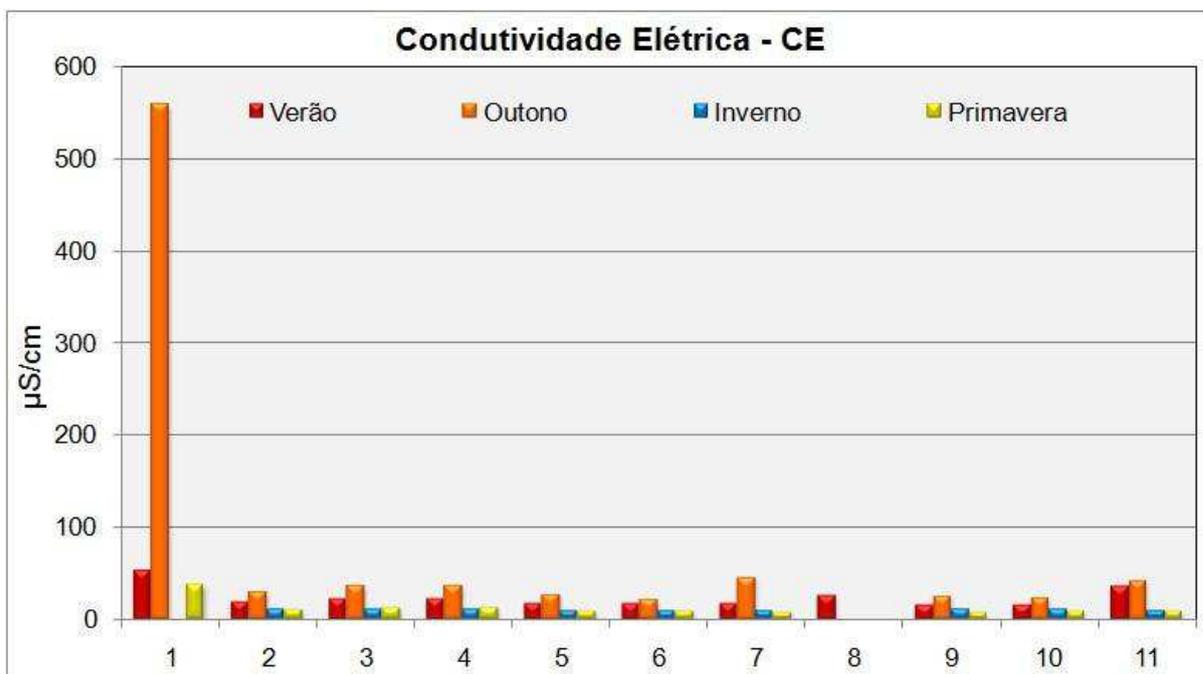


Figura 122: Valores de condutividade elétrica nos onze pontos de coleta das águas, durante as estações de 2014.

O maior índice de $\mu\text{S/cm}$ foi encontrado no ponto 1, chegando à 559,00, ocasionado principalmente pelo pisoteio do gado, somados à decomposição de

matéria orgânica advinda das fezes dos animais que adentram aquele local, que não possui qualquer proteção e sem mata ciliar.

Com a diminuição das precipitações do outono, reduz o poder de diluição das águas superficiais, aumentando a concentração de materiais dissolvidos, elevando sua condutividade e prejudicando todo aquele ambiente, por se tratar da nascente do córrego Moeda.

As concentrações obtidas de Oxigênio Dissolvido – OD, **Figura 123**, apontaram a grande variação de seus valores, não obtendo-se uma predominância como no caso da CE. O maior valor obtido entre todos os pontos e estações, foi o ponto 3 no inverno, que alcançou alta oxigenação com 11,65mg/L.

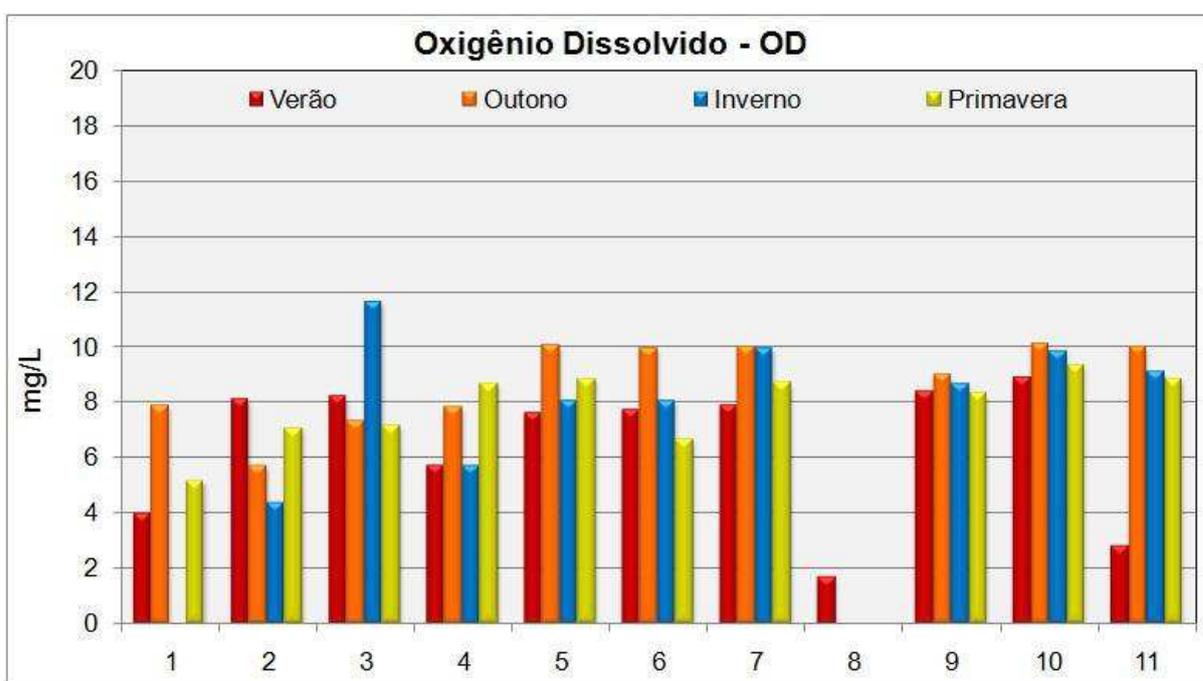


Figura 123: Valores de oxigênio dissolvido nos onze pontos de coleta das águas, durante as estações de 2014.

As menores concentrações de OD, foram no ponto 8 que já possui uma problemática por se encontrar seco nas demais estações, no verão alcançou apenas 1,70mg/L, número considerado crítico de acordo com o CONAMA 430/2011. Os pontos apresentam alterações nos níveis de OD ao longo das estações, o único que alcançou números menores de variação, foi o ponto 9, que no outono chegou à 8,31mg/L na primavera e 9,00mg/L no outono.

Com relação ao Potencial Hidrogeniônico - pH, ocorreram variações ao longo dos pontos e estações, mas ainda manteve um padrão percebido por meio da

Figura 124, onde os maiores índices de pH foram obtidos no verão e os menores no inverno, com exceção do ponto 11. Este fator tem relação com as chuvas, pois como o outono foi uma estação com poucas chuvas em relação a prévia climatológica, o aumento das precipitações no inverno ocasionou um arraste de material particulado e mesmo que não tenha obtido grandes índices de transporte de sedimentos em suspensão nas águas, acaba alterando seus valores de pH.

Como o verão é precedido pela chuvosa primavera, acaba renovando as águas, elevando os valores de pH e de oxigenação das águas superficiais. O maior valor encontrado foi no ponto 11 no inverno, com 7,80 e o menor índice encontrado (água mais ácida) foi no ponto 5 no inverno, alcançando apenas 5,13.

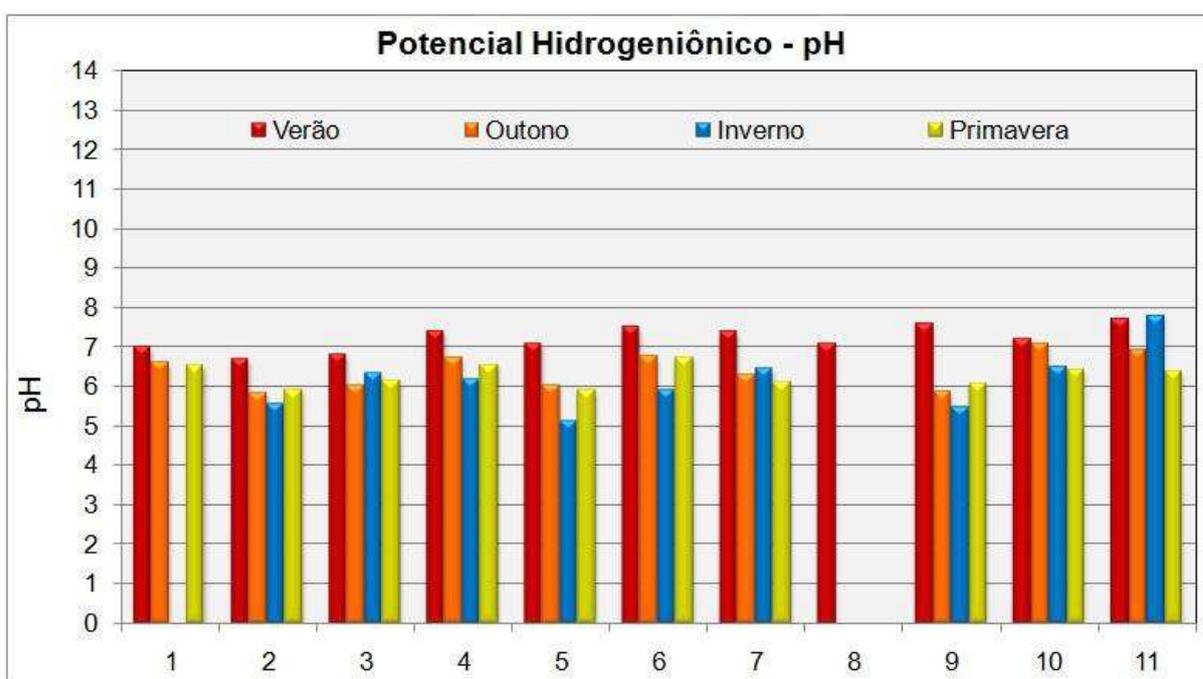


Figura 124: Valores de potencial hidrogeniônico nos onze pontos de coleta das águas, durante as estações de 2014.

Com relação aos valores de turbidez, **Figura 125**, este se manteve baixo em grande maioria dos pontos, apenas o ponto 1 no outono, obteve altos valores de turbidez, chegando ao máximo que pode ser cadastrado pelo Horiba U-50 Series Multiparameter water Quality Unit's, alcançando números maiores que 1000.

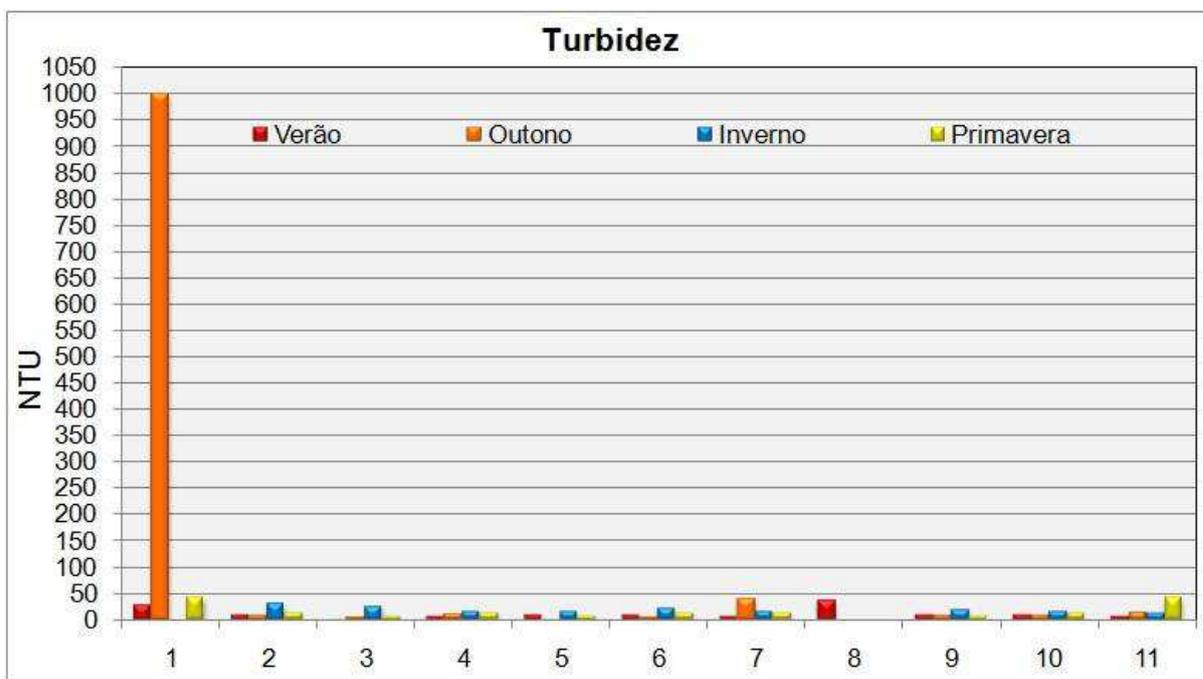


Figura 125: Valores de turbidez nos onze pontos de coleta das águas, durante as estações de 2014.

Em sua predominância, os valores mais altos foram no inverno, pontos 2, 3, 4, 5, 6, 9 e 10, principalmente, pela redução da renovação das águas, que devido às chuvas, o poder de diluição das águas é reduzido, elevando sua turbidez.

O valor mais baixo de turbidez foi encontrado no ponto 5, no outono, alcançando apenas 4,10 NTU e o maior, como já foi citado, foi no outono, no ponto 1 que alcançou número mais elevados do que 1000,00 NTU.

Os índices de Potencial Redox – ORP, **Figura 126**, apontaram grandes variações, registrando os maiores valores no inverno, com exceção dos pontos 1 (primavera), 9 (outono) e 11 (primavera).

Estes índices apontam o potencial de redução das oxidações nas águas superficiais, variando de acordo com o recebimento de alguma substância que altera as características físicas e químicas das águas. Portanto, os valores encontrados no inverno, mostram que pode ter havido algum tipo de alteração na BHCM, seja por adubação, agroquímicos ou até mesmo, a própria ação erosiva da bacia, em uma estação que houve altas precipitações.

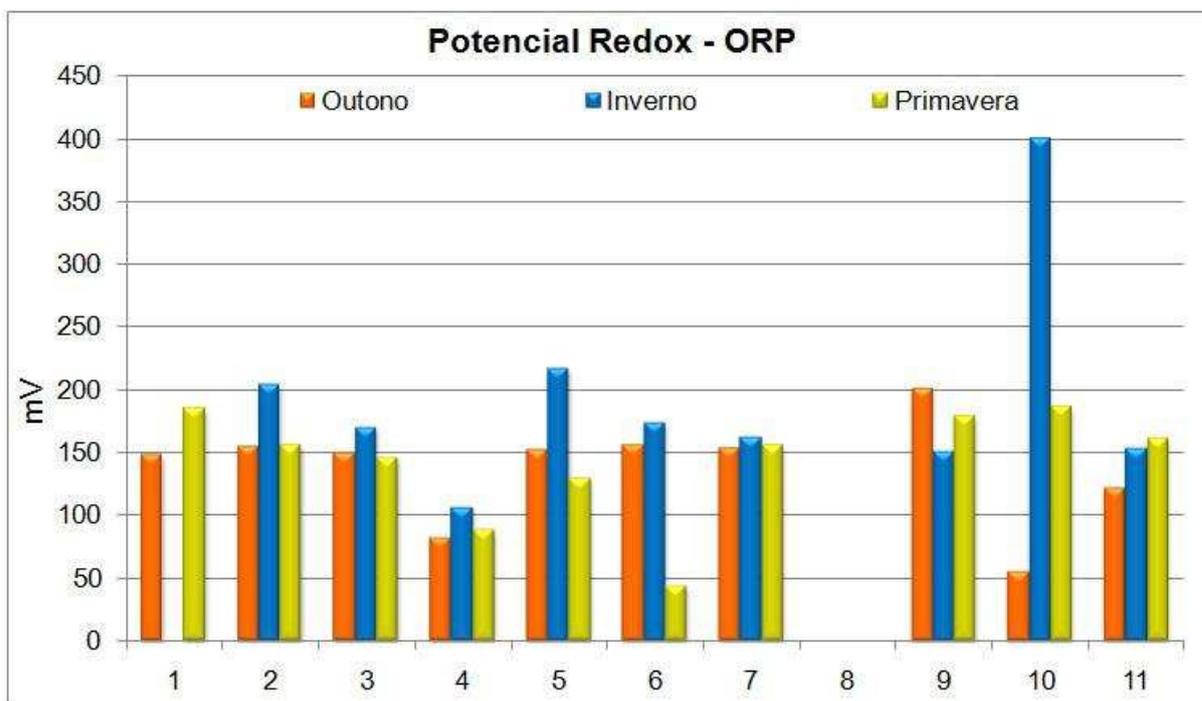


Figura 126: Valores de potencial redox nos onze pontos de coleta das águas, durante as estações de 2014.

Observa-se o maior valor encontrado, no inverno no ponto 10, com 401,00mV, sendo o único ponto que alcançou padrões de enquadramento na Classe II. Todos os demais apontaram para Classe Especial, sendo o menor valor encontrado, na primavera no ponto 6, com 44,00mV. Estes valores não foram realizados no verão, devido a problemas com o equipamento Horiba U-50 Series Multiparameter water Quality Unit's, que já foi restabelecido nas demais estações.

Não foi possível a análise durante o inverno no ponto 1 (açude se encontrava seco) e também no ponto 8 (apenas no verão foi encontrada água no córrego Buriti).

Com relação aos Sólidos Totais Dissolvidos – TDS, **Figura 127**, os índices alcançados permaneceram em um padrão notável, sendo os maiores valores encontrados durante o outono, depois inverno e os menores na primavera. Estes números têm influência direta do tipo de solo que a água drenada atravessa, antes de alcançar o canal fluvial, transportando sólidos dissolvidos na água. Pode estar ligada diretamente ainda, com a quantidade de chuvas que ocorreram na BHCM, pois quanto menor a precipitação, menos vai ser a renovação desta água, elevando sua turbidez e principalmente eleva a quantidade de TDS, dessa forma, o padrão que foi estabelecido na BHCM com relação a estes índices, obedece criteriosamente à incidência de chuvas na área.

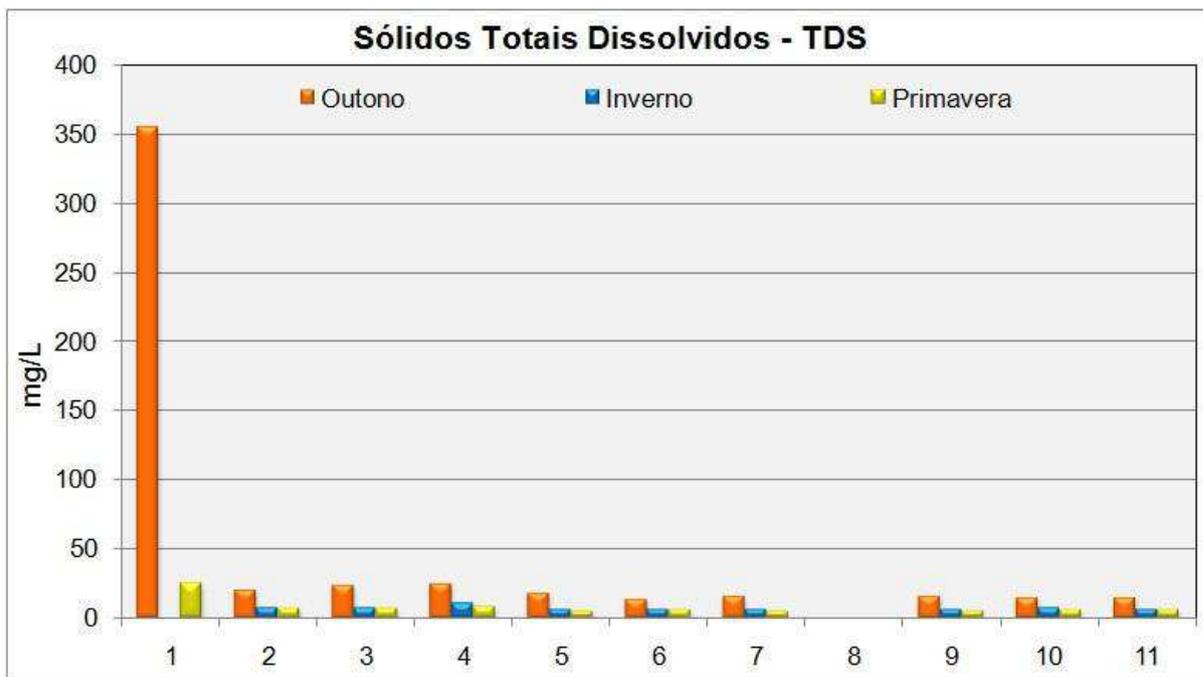


Figura 127: Valores de sólidos totais dissolvidos nos onze pontos de coleta das águas, durante as estações de 2014.

Sendo os maiores valores encontrados no outono, obedece praticamente o mesmo que houve em outros parâmetros, onde o ponto 1 apontou os maiores valores com 355,00mg/L, caracterizado como o único ponto em que foi possível o enquadramento na Classe II, todos os demais pontos e estações foram considerados Classes Especial e I. Assim, os menores valores encontrados, foram nos pontos 5, 7 e 9 na primavera.

Outro parâmetro em que foi realizada a classificação, mas que não obteve variações, foi a salinidade, sendo que sua análise foi breve, mas que possui papel extremamente importante dentro do enquadramento de corpos hídricos, pois seus valores indicam claramente a poluição por algum tipo de contaminante.

O ponto 1 foi o único local em que foi constatada a presença de salinidade, em índices de 0,03%, indicando a contaminação deste local, principalmente por fezes de animais, já que é um local em que não possui proteção e é utilizado como bebedouro para o gado.

Com a análise destes fatores, assim como suas variações, analisando a influência que as precipitações, erosões, uso, cobertura e manejo da terra, dentre outros elementos, exercem influência sobre a qualidade das águas, é possível entender a dinâmica dos corpos hídricos, assim como o peso que cada elemento

exerce sobre o outro, podendo constatar as possíveis contaminações e problemas encontrados na BHCM.

Com isso, o enquadramento dos corpos hídricos possui papel fundamental no entendimento de uma bacia hidrográfica, pois sua classificação impõe condições de utilização e padrões de contaminações, oferecendo diretrizes ambientais, em que as águas tenham qualidade compatível com determinada utilização que for destinada, assegurando seu melhor aproveitamento.

Diante desta afirmação, o enquadramento acaba definindo possíveis ações de planejamento, principalmente para uma área como a BHCM, que é utilizada de maneira antrópica, seja pelo intenso cultivo de eucalipto, como também pela pecuária que ainda existe no local e que proporciona graves problemas ambientais, principalmente na nascente do córrego Moeda, ponto 1. Sendo possível, por meio deste monitoramento estacional em 2014, visualizar que as maiores anomalias nas classes, ocorreram neste ponto com altos valores de TDS, CE, Turbidez, baixos índices de OD.

Visando o melhor entendimento de todo o enquadramento realizado ao longo dos onze pontos de monitoramento das águas superficiais durante 2014, foi elaborada a **Tabela 48**, com todas as classificações realizadas, sendo possível a visualização da qualidade de forma estacional, nas médias gerais e como ficaram distribuídas ao longo dos pontos da BHCM, **Figuras 128 e 129**.

Tabela 48: Enquadramento estacional e médio dos pontos monitorados da qualidade físico química das águas superficiais da BHCM, em 2014.

Pontos	Verão 2014		Outono 2014		Inverno 2014		Primavera 2014		Médio	
	Classe CONAMA	Pesos de Vulnerabilidade Ambiental	Classe CONAMA	Pesos de Vulnerabilidade Ambiental	Classe CONAMA	Pesos de Vulnerabilidade Ambiental	Classe CONAMA	Pesos de Vulnerabilidade Ambiental	Classe CONAMA	Pesos de Vulnerabilidade Ambiental
1	III	4	IV	5	*	*	II	3	III	4
2	I	2	IV	5	IV	5	IV	5	III	4
3	I	2	I	2	Especial	1	I	2	I	2
4	II	3	I	2	II	3	I	2	II	3
5	I	2	Especial	1	IV	5	IV	5	II	3
6	I	2	I	2	IV	5	I	2	II	3
7	I	2	II	3	I	2	I	2	I	2
8	IV	5	**	**	**	**	**	**	IV	5
9	I	2	IV	5	IV	5	I	2	III	4
10	I	2	Especial	1	II	3	I	2	I	2
11	IV	5	I	2	I	2	II	3	II	3
Média	II	3	II	3	III	4	II	3	II	3

*Canal Fluvial Seco

**Açude Seco

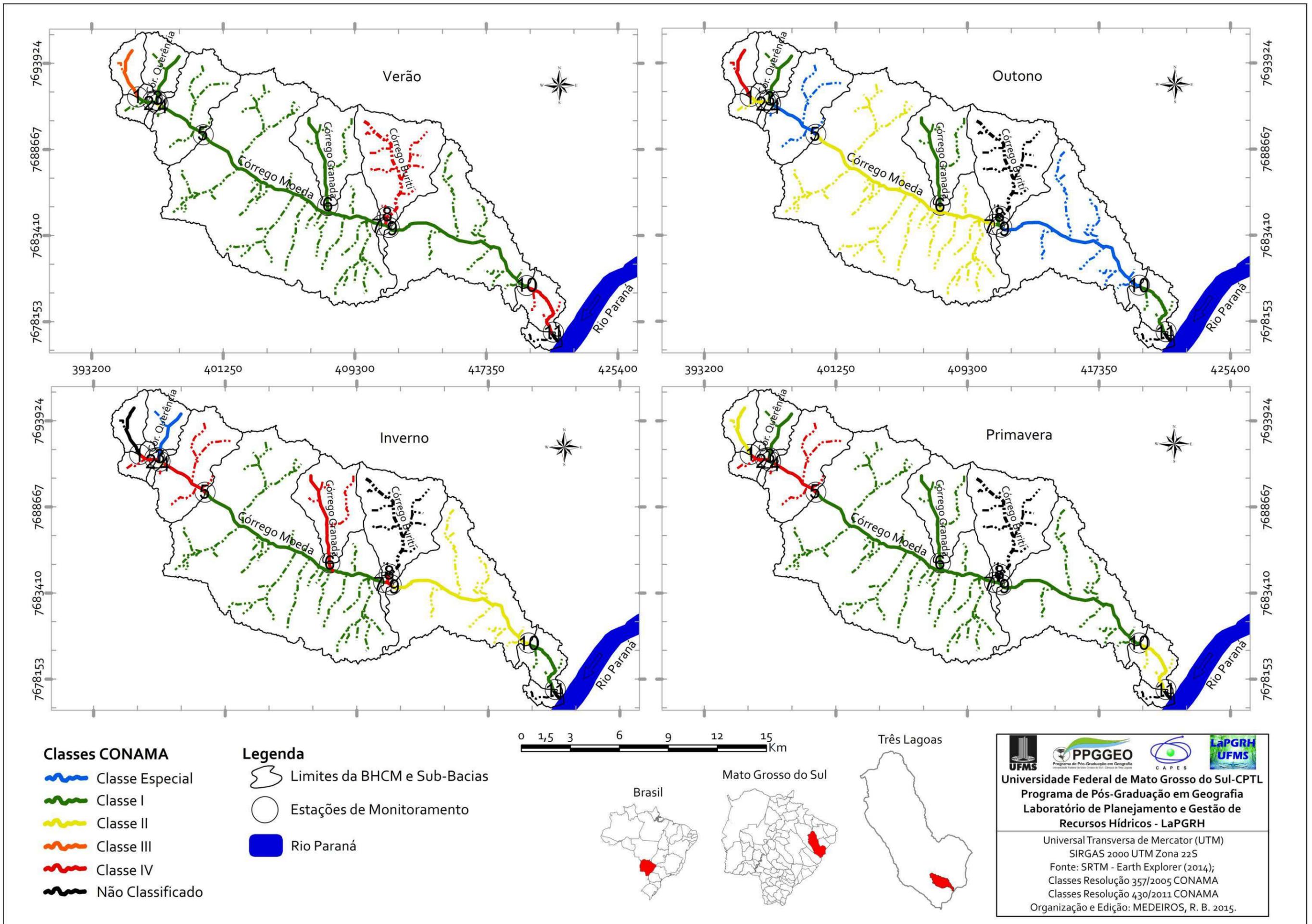


Figura 128: Mapa de enquadramento da qualidade das águas superficiais da BHCM, ao longo das estações do ano de 2014.

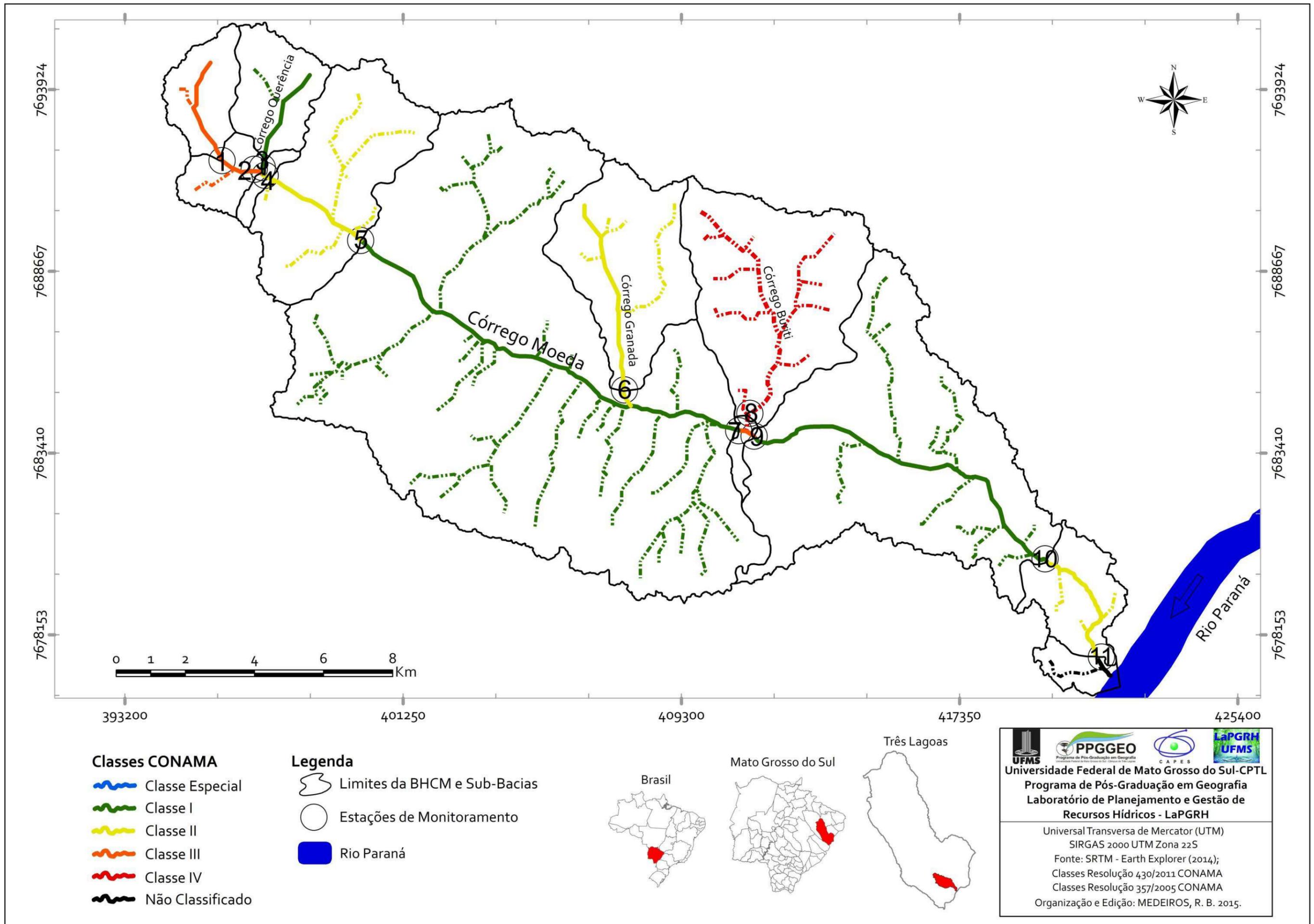


Figura 129: Mapa de enquadramento médio da qualidade das águas superficiais da BHCM, em 2014.

Analisando as classificações realizadas, o ponto 1 foi enquadrado de forma geral na Classe III, principalmente pelo fato da primavera melhorar seu enquadramento, mas é necessário destacar a falta de água encontrada no inverno, que impossibilitou sua classificação.

O ponto 3, foi outro que acabou enquadrado na Classe III, devido ao represamento que houve neste ponto de forma natural, que diminuiu sua velocidade e, sem movimentação, acaba reduzindo sua oxigenação e piorando sua classificação.

Muito próximo, o ponto 3, já obteve uma melhora significativa, apontando para Classe I, pois é um córrego que possui relativa velocidade (aumenta OD) e também não é influenciável pela contaminação do ponto 1, tanto é que, após a confluência do córrego Querência com o córrego Moeda, ocorre uma melhora no ponto 4, sendo enquadrado como Classe II.

Relativamente distantes destes pontos anteriores, o ponto 5 sofre influência direta da ponte que está localizada a alguns metros à sua montante, pois além de servir de captação de água pela Fibria-MS Celulose Ltda; acabou influenciada pelo dermoronamento de suas margens e deixou alguns canos de cimento em seu leito, introduzindo ao local algumas quedas d'água, que acabam elevando o turbilhonamento das águas e eleva seu OD, sem contar com a sua mata ciliar é bem composta e com copas altas, facilitando na proteção à este ambiente. Com isso, seu enquadramento ficou na Classe II no geral, obtendo números distintos como Classe Especial no outono e Classe IV no inverno e primavera, principalmente devido ao baixo pH da área, explicado pela introdução ao ambiente destes citados.

O ponto 6 (córrego Granada) exerce forte influência sobre o córrego Moeda, por ser seu maior afluente em volume de água, sendo que seu enquadramento ficou na Classe II no geral, principalmente devido ao inverno que foi a sua pior classificação (Classe IV), todas as demais estações ficou enquadrada na Classe I.

O ponto 7 apontou para uma boa classificação, ficando na Classe I, este local teve poucas variações ao longo das estações de 2014. Este ponto acaba exercendo uma influência sobre sua jusante (ponto 9), pois possui uma alta deposição de sedimentos, pouco depois do local de coleta das águas, fazendo com que ocorra alterações nos parâmetros físicos e químicos da água. Juntamente a este fator, entre estes pontos, é o córrego Buriti (ponto 8), que foi classificado como Classe IV,

e também interfere neste ambiente, pois é um córrego que vem sofrendo com a quantidade das águas ao longo das estações.

Entretanto, acabou não alterando o ponto 9 no verão, pois sua alta velocidade e vazão favorecem a oxigenação das águas, havendo problemas durante o outono e inverno, principalmente pela influência das margens (barrancos) sobre a qualidade das águas, por meio do constante desprendimento de solo destes barrancos, alterando seu pH e possibilitando seu enquadramento apenas na Classe III.

O ponto 10 apresenta baixa turbidez em todas as estações, e uma alta oxigenação devido a sua velocidade e seu leito formado por cascalho, que acaba facilitando seu enquadramento em classes melhores para utilização, como a Classe I.

Por fim, o ponto 11 de monitoramento apresenta como característica, um “brejo” em sua margem esquerda, que acaba alterando os parâmetros mensurados, por meio da decomposição da matéria orgânica existente, entretanto, possui apenas um enquadramento na Classe IV (verão), mas de maneira geral foi enquadrado na Classe II.

A BHCM teve sua pior classificação no Inverno, quando chegou a Classe III, mas de forma geral, foi enquadrada na Classe II, que segundo a resolução 430 do CONAMA de 2011, limita o seu uso para “Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional, à proteção das comunidades aquáticas, à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, Resolução CONAMA n. 274, de 2000, à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto e à aqüicultura e à atividade de pesca”.

C A P Í T U L O 8

8. VULNERABILIDADE AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO MOEDA, NAS ESTAÇÕES DO ANO DE 2014

A elaboração e avaliação dos mapas de Vulnerabilidade Ambiental da BHCM foram realizadas com base na abordagem sistêmica, analisando diversas variáveis que compõem o sistema Bacia Hidrográfica e oferecendo-lhes pesos de influência sobre os demais elementos, analisando todos de maneira interativa, buscando um retrato fiel deste ambiente como um todo.

Os mapas sínteses apresentam os graus de vulnerabilidade que estes ambientes oferecem perante aos processos erosivos, às atividades antrópicas e aos recursos hídricos, permitindo apontar as fragilidades e determinar possíveis ações que busquem melhorar o aproveitamento deste território.

Para isso, os dados levantados de pedologia, geologia, precipitações, erosividade, uso, cobertura e manejo da terra e qualidade das águas superficiais passaram por um processo de definição dos pesos através de diversos critérios, com isso, foram apontadas as classificações de acordo com os mapeamentos elaborados da BHCM e com as metodologias de Ross (1994) e Crepani *et. al.* (2001).

Por meio destas classificações, foram elaborados mapeamentos para cada estação do ano de 2014, oferecendo assim, informações que podem variar através de seu uso, cobertura e manejo da terra e também da qualidade das águas superficiais, sempre levando em conta, as classificações temáticas de Muito Fraca (1), Fraca (2), Média (3), Forte (4) e Muito Forte (5); de acordo com seu grau de vulnerabilidade ambiental.

8.1. Vulnerabilidade Ambiental da BHCM, no Verão de 2014

Na estação do verão de 2014, a Vulnerabilidade Ambiental da BHCM apresentou como principal influência, o uso, cobertura e manejo da terra, que acabou alterando a dinâmica desta bacia hidrográfica durante esta estação, levando em conta que a precipitação, segundo Crepani *et. al.* (2001), não é um fator que eleva ou diminui a vulnerabilidade em escalas menores de análise e em valores de chuvas pouco elevados.

Acaba influenciando somente quando ocorre algum corte de talhão, que acaba deixando o solo exposto ou locais que foram constatadas baixa qualidade das

águas superficiais (classes 3 ou 4), acabam favorecendo uma pior classificação da vulnerabilidade deste ambiente, podendo ocasionar em um desequilíbrio deste local.

Na elaboração do mapa de Vulnerabilidade, **Figura 130**, foi possível a visualização das áreas que compreenderam cada classificação e de que forma ficaram dispostas ao longo da BHCM. A **Tabela 49** mostra os valores que cada classe de Vulnerabilidade abrangeu na BHCM, buscando analisar a correlação de todas as variáveis utilizadas neste mapeamento, oferecendo retrato de como este ambiente se encontra perante aos processos naturais e antrópicos existentes na bacia hidrográfica.

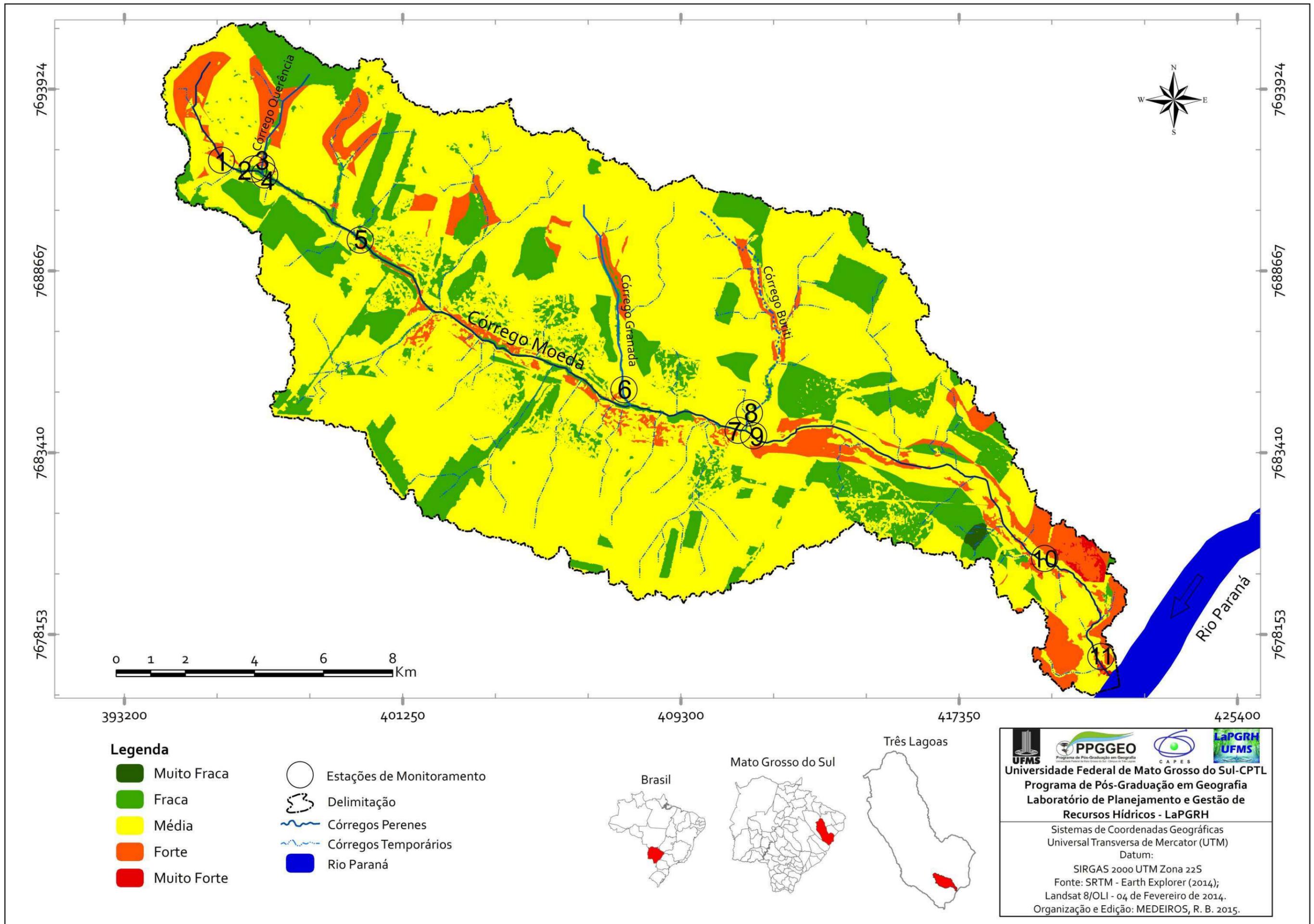


Figura 130: Mapa de vulnerabilidade ambiental da BHCM, no verão de 2014.

Tabela 49: Parâmetros encontrados com seus respectivos pesos de vulnerabilidade ambiental da BHCM, no verão de 2014.

Categoria Hierárquica	Geologia	Pedologia	Erosividade	Uso, Cobertura e Manejo da Terra	Qualidade e Enquadramento das Águas Superficiais	Área (km²)	Área (%)
Muito Fraca	--	Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico Argissolo Amarelo Distrófico	--	Florestal	--	0,34	0,14
Fraca	Formação Santo Anastácio	Latossolo Vermelho Distrófico Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico	Suavemente Fraca Moderadamente Fraca Fraca	Cerrado	Classe I	49,73	20,08
Média	Formação Caiuá	--	Suavemente Média Moderadamente Média Média	Cerrado Úmido Cultivo de Eucalipto Pastagem	Classe II	176,04	71,09
Forte	--	--	--	Cultivo de Seringueira	Classe III	20,61	8,32
Muito Forte	Depósitos Aluvionares Holocênicos Depósitos Aluvionares Quaternários	Planossolo Álico Neossolo Quartzarênico Órtico Cambissolo Háplico Distrófico Plintossolo Háplico Distrófico	--	Água Solo Exposto Edificações	Classe IV	0,92	0,37

Fonte: Adaptado de Ross (1994).

No verão de 2014, constatou-se a predominância da classificação Média, abrangendo 71,09% do total da BHCM, estas áreas caracterizam-se pelos Latossolos, que estão sobrepostos na Formação Santo Anastácio, em relevo relativamente plano, que oferece erosividade variada, submetida a uma precipitação classificada como Fraca.

Portanto, a Vulnerabilidade Ambiental é influenciada diretamente pelo uso, cobertura e manejo da terra. Estas áreas classificadas como Média, ficaram dispostas ao longo de toda a BHCM, portanto, abrangem áreas de cultivo de eucalipto comercial e pastagens, por possuírem pesos de vulnerabilidade diferentes.

A classe de vulnerabilidade Fraca alcançou índice de 20,08% do total da área, sendo encontrada em sua maioria com áreas de Latossolos e Formação Santo Anastácio, porém, foi caracterizada por uma erosividade Fraca que possui como utilização das terras, algumas pastagens, mas, sobretudo áreas de cerrado e florestal, principalmente por possuir uma cobertura vegetal maior, que acaba não deixando o solo desprotegido.

A vulnerabilidade ambiental Muito Fraca alcançou pequenas áreas, apenas 0,14km², sendo encontrada próxima ao ponto 10, em um local caracterizado pela classe Florestal e com declividades reduzidas, que acaba reduzindo sua vulnerabilidade.

A classe Forte (Peso 4) ficou disposta em 8,32km², sendo encontrada nas proximidades do ponto 1, seguindo seu curso fluvial, ao longo do córrego Buriti e também próximo ao ponto 9, 10 e 11, devido ao aumento do transporte de sedimentos em suspensão, sendo caracterizada por Planossolos e nestes últimos pontos, a geologia do local é de Depósitos Aluvionares que possuem um grau de vulnerabilidade Muito Forte, que auxiliou na classificação final. Outras áreas que foram caracterizadas por essa vulnerabilidade, são algumas pastagens no alto e médio curso e principalmente em locais de solo exposto, derivados do corte de talhões de eucalipto nas proximidades do ponto 10.

A classificação Muito Forte foi encontrada em pequenas áreas que alcançaram 0,37km², principalmente no baixo curso do córrego Moeda em locais de solo exposto e com declive mais acentuado, que acabou elevando sua erosividade e conseqüentemente aumenta a vulnerabilidade deste ambiente, levando sempre em consideração que nesta estação as águas nestes locais da BHCM ficaram enquadradas na classe IV, elevando um possível desequilíbrio deste ambiente.

8.2. Vulnerabilidade Ambiental da BHCM, no Outono de 2014

No outono de 2014, com a vulnerabilidade ambiental da BHCM foi possível notar algumas diferenças em relação à estação anterior, mesmo com a redução das chuvas, não foi constatado mudanças nestas escalas menores, contudo, o uso, cobertura e manejo apresentaram alterações, principalmente com o corte de alguns talhões e em outros locais foi realizado o replantio de eucalipto, causando mudanças na vulnerabilidade.

O mapa de Vulnerabilidade Ambiental do outono, **Figura 131** e **Tabela 50**, mostra de que forma as classes ficaram dispostas na BHCM, obedecendo as variáveis levantadas, sendo possível a análise de suas correlações e a influência destas sobre a vulnerabilidade.

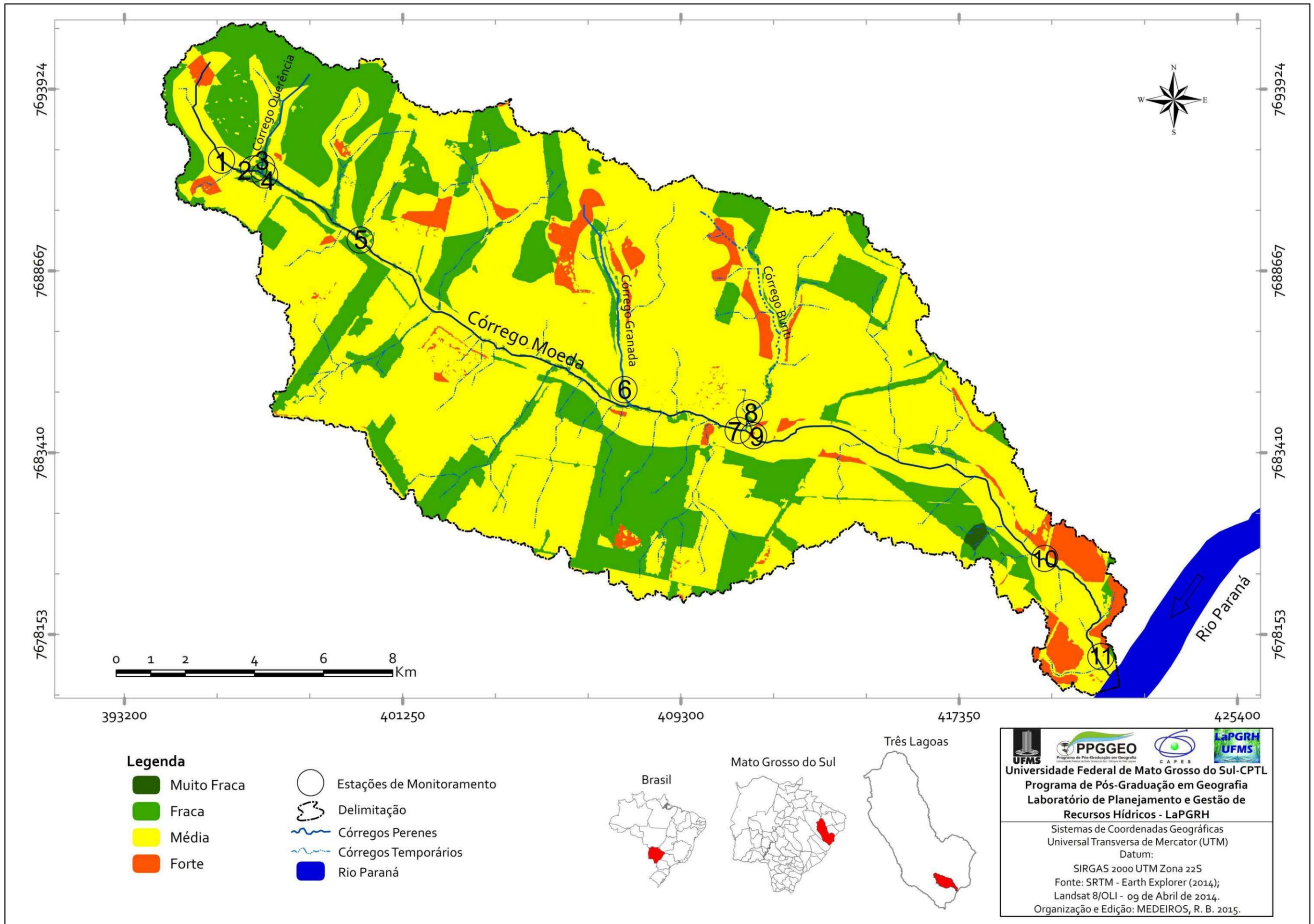


Figura 131: Mapa de vulnerabilidade ambiental da BHCM, no outono de 2014.

Tabela 50: Parâmetros encontrados com seus respectivos pesos de vulnerabilidade ambiental da BHCM, no outono de 2014.

Categoria Hierárquica	Geologia	Pedologia	Erosividade	Uso Cobertura e Manejo da Terra	Qualidade e Enquadramento das Águas Superficiais	Área (km²)	Desvio (km²)	Área (%)	Desvio (%)
Muito Fraca	--	Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico Argissolo Amarelo Distrófico	Suave	Florestal	Classe Especial	0,94	0,60	0,38	0,24
Fraca	Formação Santo Anastácio	Latossolo Vermelho Distrófico Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico	Suavemente Fraca Moderadamente Fraca Fraca	Cerrado	Classe I	63,95	14,22	25,82	5,74
Média	Formação Caiuá	--	Suavemente Média Moderadamente Média	Cerrado Úmido Cultivo de Eucalipto Pastagem	Classe II	170,09	-5,95	68,68	-2,40
Forte	--	--	--	Cultivo de Seringueira	--	12,66	-7,95	5,11	-3,21
Muito Forte	Depósitos Aluvionares Holocênicos Depósitos Aluvionares Quaternários	Planossolo Álico Neossolo Quartzarênico Órtico Cambissolo Háplico Distrófico Plintossolo Háplico Distrófico	--	Água Solo Exposto Edificações	Classe IV	0,00	-0,92	0,00	-0,37

Fonte: Adaptado de Ross (1994).

A análise do outono mostrou a predominância da classe Média, com uma redução em relação a estação anterior de 5,95km², sendo encontrada ao longo de toda a BHCM, sobretudo em locais de Latossolos com erosividade Suavemente Média até Média, sobressaindo-se o uso, cobertura e manejo da silvicultura comercial de eucalipto.

A segunda classe de maior abrangência foi a Vulnerabilidade Ambiental Fraca, que compreende algumas áreas florestais e de cerrado ao longo de toda a BHCM, mostrando a influência maior do uso, cobertura e manejo da terra do que de outras variáveis, sobre a vulnerabilidade ambiental. Assim, esta classe alcançou 63,95km² ou 25,82% do total da área, representando um aumento de 14,22km² com relação à estação anterior.

A classe Muito Fraca apresentou um ligeiro aumento nas áreas de abrangência, chegando à 0,94km², sendo encontrada em um local Florestal próximo ao ponto 10, que possui pouca declividade, ou seja, sua erosividade é reduzida, não oferecendo ao ambiente uma vulnerabilidade elevada.

A Vulnerabilidade Ambiental Forte foi identificada em locais de Planossolos próximos aos recursos hídricos, em manchas dispersas no alto, médio e principalmente, no baixo curso e também em locais de solo exposto, servindo para plantio de eucalipto, apontando uma pequena redução de 7,95km² com relação ao verão, chegando a um total de 12,66km².

Alguns locais merecem destaque, como o médio curso, entre o ponto 5 e 6, apresentando-se uma área com Vulnerabilidade Forte e que foi gerada basicamente de forma antrópica, pois o corte das estradas que circundam os talhões do eucalipto, acabam formando um relevo com um desnível acentuado de declividade, favorecendo o escoamento superficial e por serem estradas (solo exposto), a perda de solo se torna maior e constante, favorecendo a ocorrência de erosões e, conseqüentemente, eleva a vulnerabilidade ambiental desta área.

A classe Muito Forte não foi encontrada na BHCM nesta estação, mostrando uma ligeira melhora na vulnerabilidade, ocorrendo uma alteração em áreas que anteriormente eram ocupadas por classe Média que passou a abranger a classe Fraca, apontando uma influência das precipitações, que nesta estação do outono não ofereceu grandes índices de chuvas.

8.3. Vulnerabilidade Ambiental da BHCM, no Inverno de 2014

A Vulnerabilidade Ambiental analisada na estação do inverno de 2014 apresentou algumas alterações com relação à estação anterior, sempre levando em conta, que estas mudanças são ocorridas em sua grande maioria devido ao uso, cobertura e manejo da terra, que possui poucas variações, mas devido à BHCM ser dinâmica através do corte de talhões e replantio de eucalipto comercial, acaba causando alguns transtornos, como mostra a **Figura 132**, auxiliando-se dos dados obtidos, **Tabela 51**, é possível constatar as alterações ocorridas durante esta estação.

O inverno, por apresentar altas precipitações em 2014, fez com que ocorressem algumas alterações na BHCM, como o aumento da classe Forte, algumas áreas foram mais prejudicadas e elevaram sua vulnerabilidade, como áreas de solo exposto e pastagens.

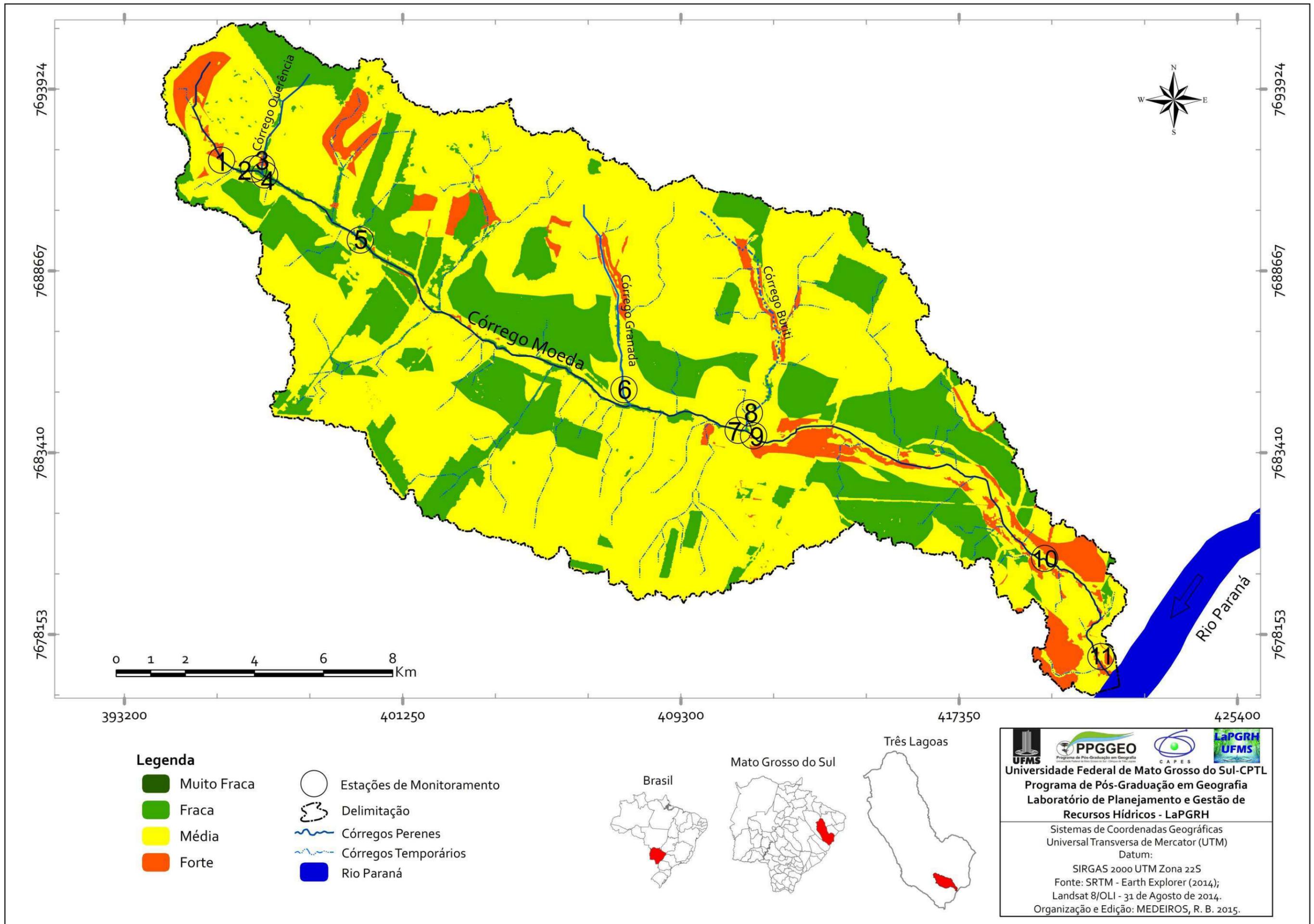


Figura 132: Mapa de vulnerabilidade ambiental da BHCM, no inverno de 2014.

Tabela 51: Parâmetros encontrados com seus respectivos pesos de vulnerabilidade ambiental da BHCM, no inverno de 2014.

Categoria Hierárquica	Geologia	Pedologia	Erosividade	Uso Cobertura e Manejo da Terra	Qualidade e Enquadramento das Águas Superficiais	Área (km ²)	Desvio (km ²)	Área (%)	Desvio (%)
Muito Fraca	--	Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico Argissolo Amarelo Distrófico	Suave	Florestal	Classe Especial	0,02	-0,92	0,01	-0,37
Fraca	Formação Santo Anastácio	Latossolo Vermelho Distrófico Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico	Suavemente Fraca Moderadamente Fraca Fraca	Cerrado	Classe I	65,76	1,81	26,55	0,73
Média	Formação Caiuá	--	Suavemente Média Moderadamente Média	Cerrado Úmido Cultivo de Eucalipto Pastagem	Classe II	166,82	-3,27	67,36	-1,32
Forte	--	--	--	Cultivo de Seringueira	Classe III	15,04	2,38	6,07	0,96
Muito Forte	Depósitos Aluvionares Holocênicos Depósitos Aluvionares Quaternários	Planossolo Álico Neossolo Quartzarênico Órtico Cambissolo Háplico Distrófico Plintossolo Háplico Distrófico	--	Água Solo Exposto Edificações	Classe IV	0,00	0,00	0,00	0,00

Fonte: Adaptado de Ross (1994).

No inverno, predominou a classe de vulnerabilidade Média com 166,82km², declínio de 3,27km² em relação ao outono, sendo encontrada em locais de Latossolos com plantio de Eucalipto Comercial, áreas estas, que possuem práticas conservacionistas da terra e manejo, favorecendo a menor vulnerabilidade, pois o plantio acaba protegendo o solo contra a ação das águas pluviais.

A classe Fraca foi à segunda de maior abrangência na área com 65,76km², apresentando um ligeiro aumento com relação ao outono, sendo encontrada nas pastagens, e algumas áreas de plantio de eucalipto no médio curso, que na interpolação, levou em conta os Latossolos Vermelho Distrófico, Latossolos Vermelho Amarelo Distrófico, principalmente pela redução da cobertura vegetal, que auxilia no escoamento superficial, obtendo um poder maior de desagregação do solo e consecutivo aumento na vulnerabilidade ambiental.

A classe Muito Fraca foi encontrada no alto curso, nas áreas próximas à nascente do córrego Querência, área de reserva que foi classificada como Florestal, possuindo assim, uma vulnerabilidade reduzida que acabou influenciando na classificação final da vulnerabilidade. Com isso, esta classe compreendeu 0,02km², representando uma redução de 0,92km² em relação ao outono.

Durante o inverno não foi possível a identificação da classe Muito Forte. Já a classe Forte foi encontrada em 15,04km², representando assim, um ligeiro aumento, ocasionado principalmente pelas altas classificações de qualidade das águas superficiais e aumento nas precipitações, sendo encontrada nas proximidades dos recursos hídricos, o ponto 1, **Figura 133**, e nos principais afluentes, principalmente devido ao Planossólos Álicos, que interferem de forma negativa na vulnerabilidade, e proporcionam maior perda de solo, devido à sua característica arenosa.

Este local próximo ao ponto 1, é classificado como Vulnerabilidade Ambiental Forte, principalmente pela falta de cobertura vegetal, ocasionado em sua grande maioria, pela ausência de manejo e ao gado existente no local, que comem a raiz das gramíneas, deixando o pasto totalmente degradado e desprotegido para as primeiras chuvas da primavera, propiciando elevada perda de solo.



Figura 133: Alto curso da BHCM, local próximo ao ponto 1, classificada como vulnerabilidade forte, devido à falta de maior cobertura vegetal.

Fonte: Medeiros (2014).

Outro local que ficou caracterizado pela Vulnerabilidade Ambiental Forte, foi próximo ao ponto 10 e 11 no baixo curso do córrego Moeda, apresentando uma área de solo exposto que, devido a falta de cobertura vegetal, reduz a proteção ao solo, deixando-o vulnerável às perdas de solo.

8.4. Vulnerabilidade Ambiental da BHCM, na Primavera de 2014

Na primavera de 2014, o mapa síntese de vulnerabilidade ambiental continuou apontando a influência do uso, cobertura e manejo da terra, podendo ser visualizada na **Figura 134** e **Tabela 52**, principalmente com o corte de talhões de eucalipto no médio curso, oferecendo a estes locais uma vulnerabilidade mais elevada. Contudo, a primavera ficou marcada pela influência das precipitações, que alcançaram peso maior de erosividade, e conseqüentemente, eleva os valores de Vulnerabilidade Ambiental.

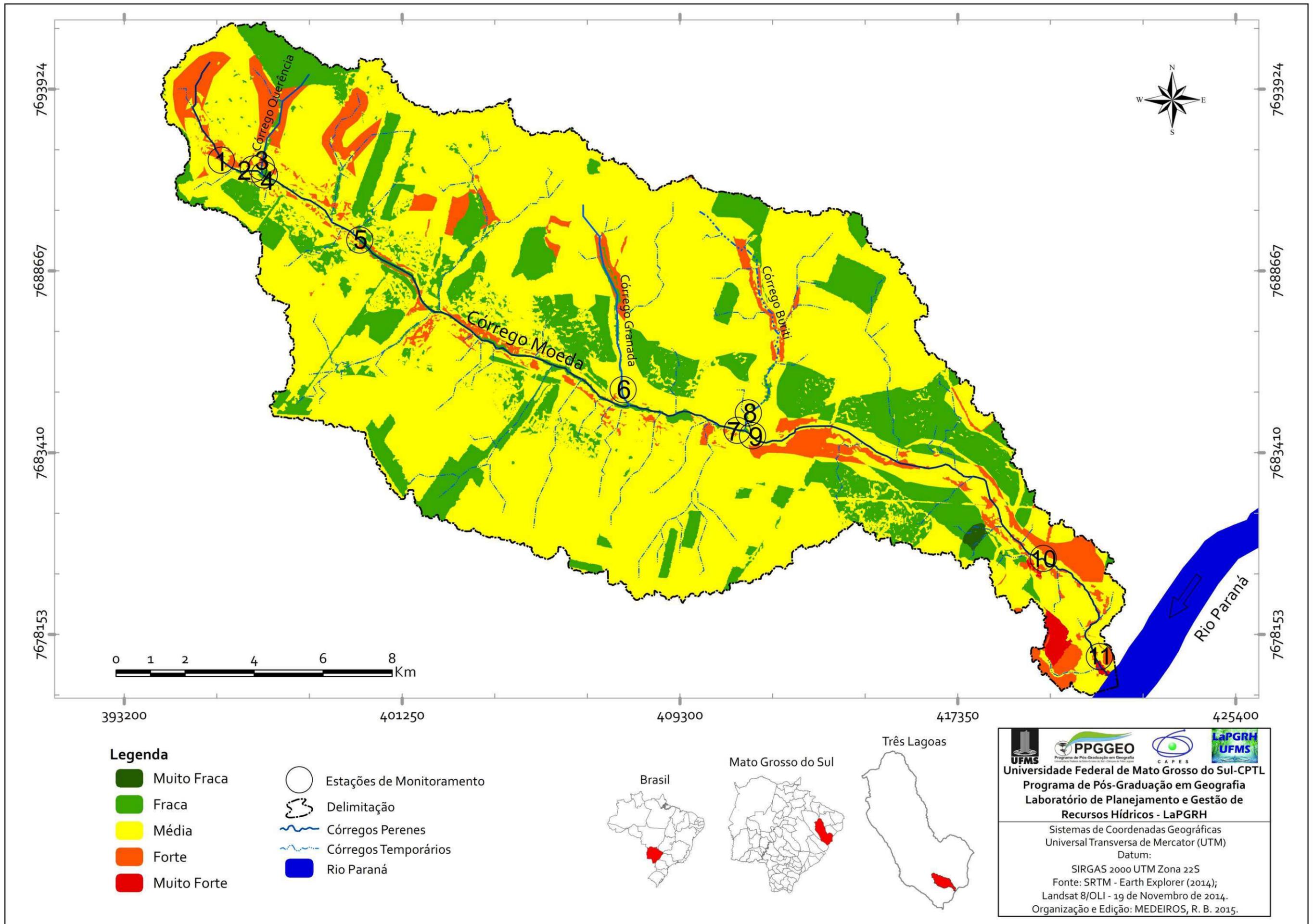


Figura 134: Mapa de vulnerabilidade ambiental da BHCM, na primavera de 2014.

Tabela 52: Parâmetros encontrados com seus respectivos pesos de vulnerabilidade ambiental da BHCM, na primavera de 2014.

Categoria Hierárquica	Geologia	Pedologia	Erosividade	Uso Cobertura e Manejo da Terra	Qualidade e Enquadramento das Águas Superficiais	Área (km²)	Desvio (km²)	Área (%)	Desvio (%)
Muito Fraca	--	Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico Argissolo Amarelo Distrófico	--	Florestal	--	0,24	0,22	0,10	0,09
Fraca	Formação Santo Anastácio	Latossolo Vermelho Distrófico Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico	Suavemente Fraca Moderadamente Fraca Fraca	Cerrado	Classe I	52,26	-13,50	21,10	-5,45
Média	Formação Caiuá	--	Suavemente Média Moderadamente Média Média	Cerrado Úmido Cultivo de Eucalipto Pastagem	Classe II	175,34	8,52	70,80	3,44
Forte	--	--	--	Cultivo de Seringueira	--	18,58	3,54	7,50	1,43
Muito Forte	Depósitos Aluvionares Holocênicos Depósitos Aluvionares Quaternários	Planossolo Álico Neossolo Quartzarênico Órtico Cambissolo Háplico Distrófico Plintossolo Háplico Distrófico	--	Água Solo Exposto Edificações	Classe IV	1,22	1,22	0,49	0,49

Fonte: Adaptado de Ross (1994).

Na primavera, é possível constatar que a classe Média, manteve-se com a predominância de abrangência, pois locais que sofreram a interpolação, principalmente, dos dados de Latossolos, Argissolos, Pastagem, Plantio de Eucalipto Comercial, acabaram ficando nesta classe, alcançando um total de 175,34km², um pequeno aumento com relação ao inverno, como por exemplo, a **Figura 135**, localizada no médio curso da BHCM e que possui suas terras, além do predomínio de plantio de eucalipto, o solo se encontra protegido por uma vegetação de baixo porte, mas que já auxilia na proteção ao solo e reduz o escoamento superficial destas áreas manejadas.



Figura 135: Médio curso da BHCM, área classificada como vulnerabilidade ambiental média, plantio de eucalipto com mais de 2,5 anos, cultivado em curvas de nível e com manejo adequado.

A classe Fraca, que também abrangeu grandes áreas da BHCM (52,26km²), ficou caracterizada por locais de áreas florestais e de cerrado, assim como áreas pertencentes aos Latossolos que acabam reduzindo sua vulnerabilidade. Algumas áreas de plantio de eucalipto comercial foram classificadas como vulnerabilidade Fraca, sobretudo em áreas com declive reduzido, que apresenta pouca erosividade e a qualidade das águas superficiais proporcionou melhoras com o decorrer deste ano.

A Vulnerabilidade Ambiental Muito Fraca apontou uma pequena redução na quantidade de suas áreas de abrangência, chegando à 0,24km², sendo encontrada apenas em algumas áreas florestais no médio curso, sobretudo próximo ao ponto 10, apenas esta última foi possível sua visualização no mapeamento, mas que possuem como característica de baixa erosividade e declividade.

A classe Forte abrangeu 18,58km², sendo encontrada nas proximidades das margens do córrego Moeda, em locais de Planossolos, de pouca porosidade que acaba reduzindo sua permeabilidade, aumentando seu escoamento superficial no alto curso e no baixo curso representando locais de Depósitos Aluvionares e áreas de Solo Exposto, que acabam elevando sua vulnerabilidade ambiental.

Com as precipitações ocorridas na primavera, os pesos de influência foram mais altos nesta estação, com isso, já foi possível constatar que algumas áreas foram classificadas como Muito Forte (1,22km²), principalmente no baixo curso, uma área de solo exposto que, através das precipitações, por se encontrar em uma área de Planossolos e Depósitos Aluvionares, sua vulnerabilidade Ambiental é mais elevada.

8.5. Vulnerabilidade Ambiental da BHCM, no ano de 2014

Através dos dados apontados, é possível analisar a evolução das classes de Vulnerabilidade Ambiental, apontando assim, de que forma a BHCM se alterou nas estações do ano de 2014, **Figura 136 e Tabela 53**, auxiliando em futuros planejamentos desta área, não só visando uma melhora na qualidade e quantidade das águas superficiais, mas também buscando adquirir conhecimento para futuros cortes de talhões, que necessitam ser realizados em estações secas e de maneira intercalada, para que não ocasionem em grandes áreas de solo exposto.

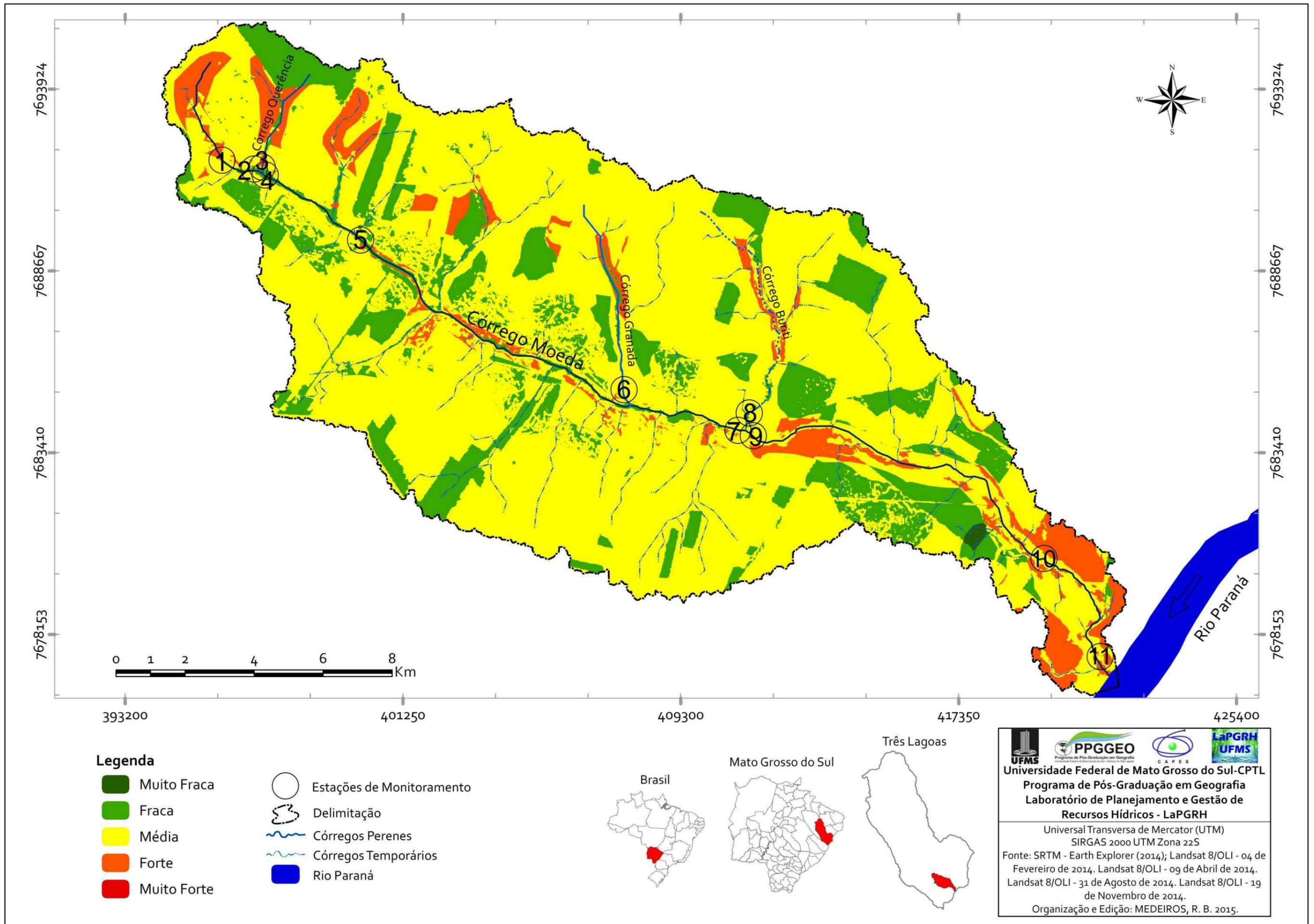


Figura 136: Mapa de vulnerabilidade ambiental média da BHCM, em 2014.

Tabela 53: Parâmetros encontrados com seus respectivos pesos de vulnerabilidade ambiental média da BHCM, em 2014.

Categoria Hierárquica	Geologia	Pedologia	Erosividade	Uso Cobertura e Manejo da Terra	Qualidade e Enquadramento das Águas Superficiais	Área (km²)	Área (%)
Muito Fraca	--	Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico Argissolo Amarelo Distrófico	Suave	Florestal	Classe Especial	0,38	0,16
Fraca	Formação Santo Anastácio	Latossolo Vermelho Distrófico Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico	Suavemente Fraca Moderadamente Fraca Fraca	Cerrado	Classe I	57,93	23,39
Média	Formação Caiuá	--	Suavemente Média Moderadamente Média Média	Cerrado Úmido Cultivo de Eucalipto Pastagem	Classe II	172,07	69,48
Forte	--	--	--	Cultivo de Seringueira	Classe III	16,72	6,75
Muito Forte	Depósitos Aluvionares Holocênicos Depósitos Aluvionares Quaternários	Planossolo Álico Neossolo Quartzarênico Órtico Cambissolo Háplico Distrófico Plintossolo Háplico Distrófico	--	Água Solo Exposto Edificações	Classe IV	0,54	0,22

Fonte: Adaptado de Ross (1994).

A **Figura 137** mostra a evolução da Vulnerabilidade Ambiental da BHCM, analisando as classes obtidas, mostrando a grande predominância das classes Fraca e Média, que foram variando conforma as estações do ano de 2014, mas que não deixaram de ser as maiores áreas de abrangência neste ano.

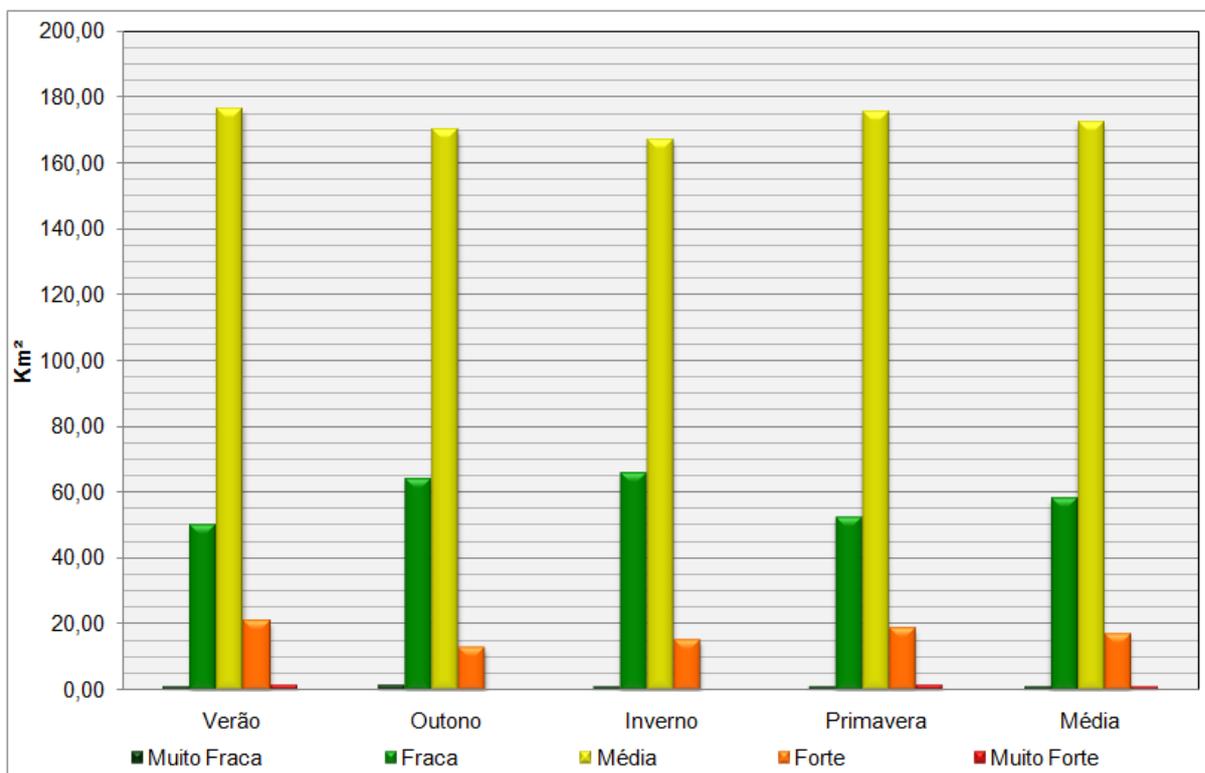


Figura 137: Evolução da vulnerabilidade ambiental da BHCM durante o ano de 2014.

A classe Muito Fraca apresentou índices baixos em relação às demais classes, apontando seu maior índice durante o inverno com 0,38km², esta classe ficou caracterizada por apresentar Latossolos, formações Caiuá e Santo Anastásio, possuindo uma reduzida erosividade e áreas florestais, como pode ser visualizado na **Figura 138**, em alguns locais foi possível encontrar Cerrado, mas que na interpolação acabou classificado como classe Muito Fraca.



Figura 138: Alto Curso da BHCM, próximo aos pontos 2, 3 e 4, exemplo de área classificada, no verão, como vulnerabilidade ambiental Muito Fraca.

A classe Fraca representou índices altos, chegando ao máximo de 65,76km² durante o inverno, esta variação foi significativa devido às mudanças no uso, cobertura e manejo da terra e também da qualidade das águas superficiais, causando alterações significativas em seus valores, no verão, por exemplo, ocorreu o menor índice encontrado com 49,73km², mostrando que esta classe, assim como a Média, alcançou elevados valores em todas as estações analisadas.

A classe Média representou índices altos, chegando ao máximo de 172,07km² durante o inverno, esta variação foi significativa devido às mudanças no uso, cobertura e manejo da terra e também da qualidade das águas superficiais, causando alterações significativas em seus valores, no inverno, por exemplo, ocorreu o menor índice encontrado com 166,82km², durante as estações de 2014.

A vulnerabilidade Forte em nenhuma estação abrangeu áreas muito significativas na BHCM, a estação que mais apontou esta classe foi no verão, com 20,61km², sendo encontrada principalmente em locais próximos aos recursos hídricos e áreas de solo exposto, principalmente no baixo curso, mas obedecem as áreas de Planossolos, devido a sua vulnerabilidade.

A classe Muito Forte foi constatada apenas no verão e na primavera de 2014, devido às altas nas precipitações e seu consecutivo aumento da erosividade, sendo encontrada somente em áreas de solo exposto e também próximo à foz do córrego Moeda (local de represamento com o rio Paraná), ambas no baixo curso, esta

última, mesmo possuindo áreas florestais, seu declive acentuado e sua alta erosividade acabaram auxiliando pra que ocorra esta classificação.

De forma geral, a BHCM apresentou uma Vulnerabilidade Ambiental Média com maior predominância, apontando variação de acordo com as precipitações, sendo o verão e primavera as maiores áreas de abrangência desta classe. Também elevaram-se as áreas Forte e Muito Forte, porém, no outono e inverno, ocorreu a redução destas classes e seu consecutivo aumento de áreas de vulnerabilidade Fraca.

Ao longo das saídas de campo, foi possível a identificação das áreas apontadas por vulnerabilidades com índices elevados, estas áreas, principalmente em locais próximos aos cursos principais, estão sobrepostos em terrenos suscetíveis tanto à ação das águas pluviais (natural) como também de maneira antrópica.

Um destes locais se encontra no alto curso do córrego Buriti, que foi apontado como vulnerabilidade Forte, pois se encontra sobrepostos em terrenos de Planossolos, com declividade reduzida, mas que possuem rampas longas, que foram apontadas, por meio das dissecções Horizontal e Vertical e da qualidade de suas águas, na classe IV durante o verão e que nas demais estações não foi possível seu monitoramento por se encontrar seco.

Por estas áreas apontarem uma vulnerabilidade elevada, é necessária uma mudança nos traçados de algumas estradas, como por exemplo, as **Figuras 139 e 140**, visando à melhora na qualidade e quantidade de suas águas superficiais, visto que, o córrego Buriti, vem sofrendo influência direta do uso não sustentável e a falta das matas ciliares esta quebrando a temporalidade de regime fluvial.

As estradas são utilizadas para o manejo do eucalipto, e por mais de 40 anos, as áreas de pastagens desrespeitam a Área de Preservação Permanente (APP), não deixando esta área com a facilidade de autoregenerar, mesmo se apresentando, segundo a Fibria MS Celulose Ltda.; como área de reserva legal, sendo destinada à este fim a mais de 9 anos, necessitando de uma recomposição com ajuda antrópica.



Figura 139: Médio curso da BHCM, estrada cortando o alto curso de córrego Buriti, que deveria ser abandonada e a área recomposta a sua mata riparia.

Figura 140: Médio curso da BHCM, pastagens foram plantadas sem manejo e desrespeitando a APP, não ocorrendo uma autorregeneração nesta área classificada pela Fibria MS Celulose Ltda.; como reserva legal.

Outras estradas apresentam problemas, tanto em termos de erosividade, como também em vulnerabilidade ambiental, as caixas de retenção foram realizadas de forma errada e a manutenção das margens da rodovia MS-395, não está sendo realizada, principalmente na ponte que atravessa o córrego Moeda.

O local da **Figura 141** apresenta declividade muito elevada em função do alicerce da ponte, sem proteção ou orientação de drenagem, gerando forte erosividade, que acaba elevando a vulnerabilidade ambiental deste local e colocando a estrutura da ponte em risco. Sendo necessária uma recomposição das matas ciliares e uma mudança na forma de escoamento das águas destas estradas, que estão elevando esta erosão e provoca alterações no córrego Moeda.

A manutenção de estradas é primordial para a redução do escoamento superficial e da perda de solo ao longo da BHCM. Em todas as áreas compostas por eucalipto comercial e solo exposto da Fibria MS Celulose Ltda.; possuem caixas de retenção nas estradas, conforme **Figura 142**.



Figura 141: Médio/Baixo curso da BHCM, falta de manutenção da rodovia MS-395 acabou intensificando a erosão na margem esquerda do córrego Moeda.

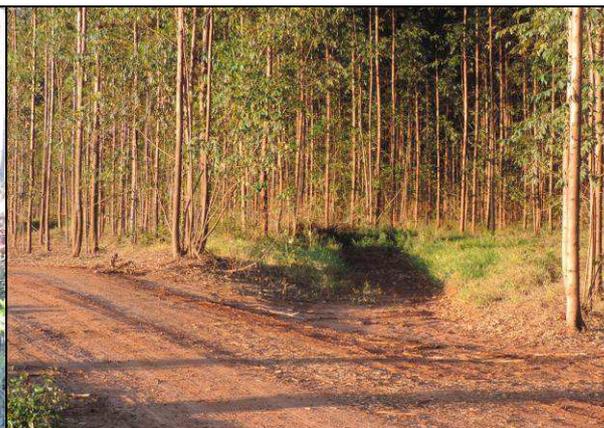


Figura 142: Médio curso da BHCM, caixas de retenção em estradas utilizadas no plantio de eucalipto comercial.

Entretanto, os cortes de talhões, **Figura 143**, nas estações chuvosas do verão e da primavera, elevam o potencial erosivo e perda de solos, influenciando não só a erosividade, mas também a qualidade das águas e vulnerabilidade ambiental, pois sem a proteção da cobertura vegetal, o solo, mesmo com as curvas de nível, fica desprotegido contra a ação das águas pluviais, sobretudo os localizados em declividades mais elevadas. Por isso, o corte dos talhões em determinadas áreas, pode aumentar o escoamento, sobretudo se for realizado em meses onde o potencial erosivo é maior e também se for realizado, sem ser intercalado, deixando grandes áreas da BHCM sem proteção, sendo refletido nos demais elementos analisados, sobretudo no transporte de sedimentos, na qualidade das águas e vulnerabilidade.

As áreas que apresentaram os maiores índices de erosividade e vulnerabilidade ambiental, foram no baixo curso, devido ao transporte e principalmente à declividade próximo à foz do córrego Moeda, **Figura 144**, e ao sul do ponto 6, próximo ao limite da BHCM, sobretudo pelas rampas alongadas (dissecação horizontal) e por apresentar uma escoamento gravitacional mais forte, fornecido por altos valores de dissecação vertical. Estas áreas são pequenas clareiras, em área florestal, utilizada como trilhas pelos pescadores, que propiciam sulcamentos e elevado transporte de sedimentos.

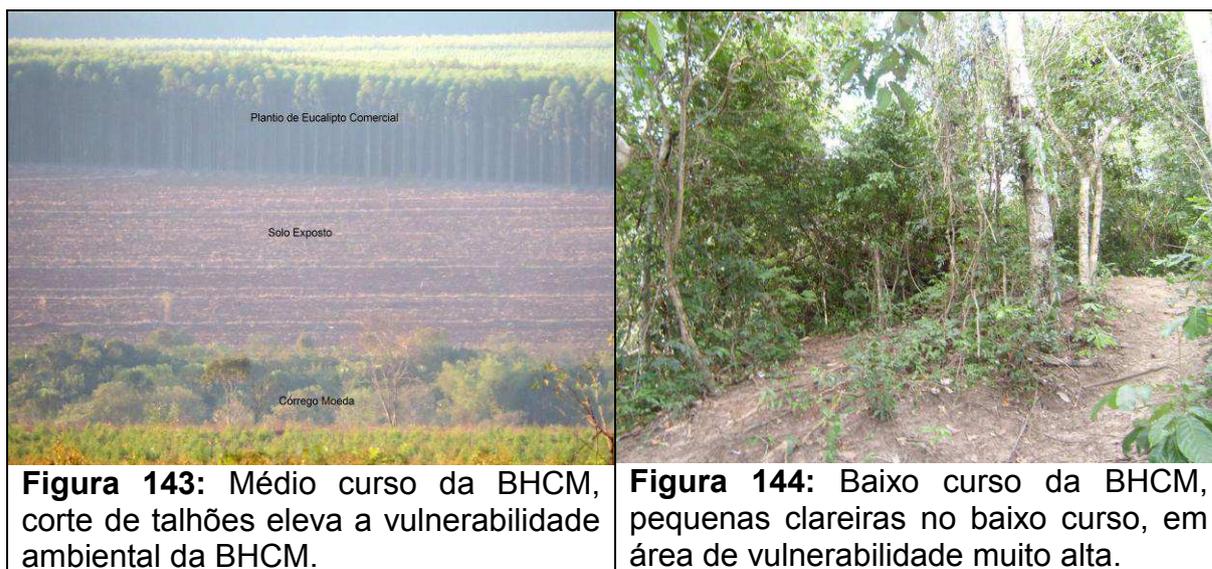


Figura 143: Médio curso da BHCM, corte de talhões eleva a vulnerabilidade ambiental da BHCM.

Figura 144: Baixo curso da BHCM, pequenas clareiras no baixo curso, em área de vulnerabilidade muito alta.

Estas áreas sem cobertura vegetal, segundo Bertoni e Lombardi Neto (1990), são defesas naturais do solo contra os processos erosivos. Destacando-se a proteção contra impactos das gotas das chuvas; dispersão e interceptação das gotas de chuva antes que cheguem à superfície; atuação das raízes das plantas desenvolvendo poros e canais que elevam a infiltração de água da chuva; ação da matéria orgânica aliada ao solo melhorando sua estrutura e elevando a competência de retenção de umidade; redução da energia do escoamento superficial devido ao atrito na superfície.

Nas estações mais secas, como mostradas nas análises climatológicas e de energia potencial erosiva pluviométrica de Bertoni e Lombardi Neto (1999), as práticas de conservação, devem ser realizadas buscando a análise de todos os elementos que compõem o sistema, no caso da BHCM, pastagens apresentam-se sem manejo ou curvas de nível em sua maioria, elevando a perda de solo e a competência do escoamento superficial, causando feições erosivas que podem ser vistas, sobretudo em maior intensidade nestas estações chuvosas.

Neste contexto, é importante destacar que o escoamento superficial carrea sedimentos da superfície e transporta aos recursos hídricos, alterando a qualidade e quantidade de seus recursos hídricos, elevando sua vulnerabilidade ambiental, levando em conta que esta vulnerabilidade, não corresponde apenas aos processos erosivos, mas também, integrando nesta análise a qualidade das águas superficiais, buscando uma vulnerabilidade do ambiente como um todo.

Nas **Figuras 145 e 146**, a ação das águas pluviais acabou causando algumas feições erosivas, ocasionando uma maior quantidade de sedimentos depositados e menos água que infiltra, sendo que suas pastagens compactadas sem manejo acabam deixando o solo desprotegido ao transporte de sedimentos, mais propício ao transporte laminar causando processos erosivos, elevando a vulnerabilidade, causando desequilíbrios neste ambiente.

Desta forma, a análise do potencial erosivo é necessária quando utilizada juntamente com as demais unidades consideradas, principalmente ao quantitativo de sedimentos transportados nas águas fluviais e precipitação, obtendo dados importantes que podem ser utilizados em futuros planejamentos ambientais.



Figura 145: Médio/baixo curso da BHCM, área de dissecação e retirada de sedimentos, com erosividade suavemente média e vulnerabilidade ambiental forte.



Figura 146: Médio/baixo curso da BHCM, ravina ocasionada pela ação das águas pluviais.

Ao longo das análises de vulnerabilidade ambiental, observam-se diversas variações, mas que não alcançam a classe Média na maior predominância, contudo, com essa variação admite-se uma tendência, de que as classes mais altas durante as estações mais secas, vão reduzir e as classes baixas acabam elevando.

Nas estações chuvosas ocorre o inverso, apresentando-se uma tendência e mostrando a influência que as precipitações acabam acarretando, não só na perda de solo, escoamento superficial, mas também na vulnerabilidade ambiental. Estas variáveis, somadas à intensa influência da qualidade das águas superficiais, proporcionam um desequilíbrio, principalmente em locais de solos e geologia vulneráveis e que apresentem uma cobertura vegetal reduzida com uma utilização e manejo equivocado da terra.

Com isso, sua vulnerabilidade ambiental é elevada e a utilização da BHCM de maneira não sustentável acaba reduzindo as potencialidades da bacia hidrográfica, prejudicando a sua utilização e manutenção dos recursos hídricos tanto para usos urbanos como rurais.

CAPÍTULO 9

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os elementos analisados ao longo desta pesquisa foram estudados com base no conceito sistêmico, identificando e constituindo correlações existentes entre si e com as demais unidades que compõem o sistema BHCM, buscando um equilíbrio dos subsistemas.

Estas unidades do sistema estão em constantes transformações por meio dos aspectos dinâmicos dos elementos físicos e biogeográficos atuantes na BHCM, proporcionando a estas áreas, uma instabilidade que pode ser verificada por meio dos mapeamentos realizados.

Os documentos cartográficos gerados proporcionaram a identificação das características dos subsistemas presentes na BHCM, identificando os locais propensos às erosões, por meio das características da geologia, solos, clima, relevo, transporte de sedimentos em suspensão, uso, cobertura e manejo da terra e qualidade e quantidade das águas superficiais, oferecendo informações essenciais para o mapeamento da vulnerabilidade ambiental, retratando a atual situação dos recursos ambientais existentes na BHCM.

Por meio do mapeamento da geologia e solos, é possível afirmar que o relevo é constituído, em sua grande maioria, por Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico e uma geologia que consiste de Formações Santo Anastácio e Caiuá e próximos dos cursos fluviais do médio/baixo e baixo curso é composto pelos Depósitos Aluvionares Holocênicos e Quaternários.

O comportamento das precipitações da BHCM apontou uma média anual de 1.296,90mm, contudo o ano de 2014 foi atípico, mostrando algumas anomalias negativas das precipitações nos meses de janeiro, fevereiro, março, maio, junho, agosto e dezembro, com isso, a média anual durante este ano ficou em 1.060,67mm.

Assim, a energia potencial erosiva pluviométrica ficou mais elevada na primavera, devido principalmente às chuvas ocorridas em outubro e novembro, chegando à 53,75 milhões de MJ.mm/bacia e sendo classificada como Peso 6 de Erosividade. Por outro lado, de acordo com a prévia climatológica, o inverno é a estação com menor potencial erosivo, entretanto, em 2014 o outono obteve esta classificação, chegando à 17,17 milhões de MJ.mm na BHCM.

Assim como a precipitação ocasiona a erosividade, o relevo por si só oferece um potencial erosivo extremamente alto, dependendo de seu declive e comprimento de rampas (dissecações horizontal e vertical). Com isso, foi possível constatar que a BHCM possui 77,85% de suas áreas com relevo plano a suave, com declives de 0 a 6%, que impõem pequenas limitações de uso de suas terras para declives de 3 a 6, pois será preciso ações de controle erosivo ou de melhoria na fertilidade do solo.

As rampas encontradas ao longo da BHCM, com as dissecações horizontal e vertical, mostraram a maior presença das classes de 100 a 500 metros (horizontal) e das classes de 0 a 50 metros (vertical), levando em conta que, na dissecação horizontal, quanto mais próximo do índice zero, maior será seu potencial erosivo do relevo, e na dissecação vertical é o inverso. Portanto, foi possível analisar por meio destes valores, que a energia potencial erosiva do relevo foi maior nas áreas próximas ao ponto 1, devido aos declives mais acentuados e dissecação vertical com altos valores.

De maneira geral, o mapeamento do potencial erosivo do relevo ofereceu informações que podem confirmar a influência notável que as declividades oferecem, pois seu potencial ficou mais elevado onde declives mais acentuados são encontrados, este fato não ocorreu de forma mais consistente no que diz respeito às dissecações.

Com isso, apresentou-se como maior classe de abrangência, a Energia Potencial Erosiva do Relevo Fraca, que ficou disposta ao longo de toda a BHCM, obedecendo sempre uma ordem constatada de influência, com a declividade mais atuante sobre estes valores obtidos.

Nesta pesquisa é realizada uma análise do potencial erosivo do relevo e das precipitações, contudo, é necessária uma análise do que realmente ocorre de perda de solo na BHCM, para isto, faz-se necessário o monitoramento da velocidade, vazão e transporte de sedimentos em suspensão ao longo dos onze pontos de coleta das águas, nas estações do ano de 2014, proporcionando a erosividade real da bacia hidrográfica.

Mesmo o verão de 2014 apresentando índices reduzidos de precipitação em relação a prévia climatológica, a vazão e velocidade ao longo dos pontos se mostraram altas, isso ficou refletido no transporte de sedimentos em suspensão, que alcançou um total de 267,8251 toneladas. Com a redução das precipitações ao longo do outono, os valores do transporte de sedimentos em suspensão obtiveram

uma queda não muito significativa, pois as vazões ainda permaneceram altas, sobretudo nos pontos 9 e 11 que possuem também uma alta velocidade, o que acaba elevando o transporte de sedimentos em mais de 18 toneladas cada ponto, com relação à estação anterior, que acabou aumentando o transporte de maneira geral nesta estação, chegando à 261,38247 toneladas.

Com a chegada do inverno e as baixas precipitações desta estação, não aconteceram no ano de 2014, contudo, devido à saída de campo ser realizada no começo de setembro, acabou obtendo influência direta do mês de agosto, que não foi constatada precipitação em nenhum de seus dias. Com isso, o transporte de sedimentos em suspensão ocorreu uma queda considerável, chegando à 120,97065 toneladas, registrando queda nos valores em quase todos os pontos analisados (exceção ao ponto 3), este ocorrido, foi influenciado além das precipitações, também pela redução velocidade e vazão das águas.

No final do inverno (setembro) ocorreu chuvas intensas e estas precipitações continuaram a ocorrer, ainda com mais veemência com a chegada da primavera, portanto, é um período que deixa solo ressecado, aerado e com cobertura vegetal escassa, favorecendo o carreamento dos sedimentos com a chegada de intensas e concentradas chuvas. Desta forma, todo este solo é carregado até os recursos hídricos, elevando o transporte de sedimentos em suspensão, ficando evidente nos índices analisados da primavera, alcançando um total de 288,04771 toneladas, o maior índice do ano de 2014.

A energia erosiva de transporte de sedimentos em suspensão da BHCM acabou não oferecendo grandes valores de forma pontual, sendo apontada na maioria dos onze pontos de coleta das águas, a Classe I, que atinge apenas de 0,00 a 1,00g/m³/s de sedimentos transportados. Alcançando apenas valores altos, quando ocorre alguma anomalia de vazão, velocidade, ou alguma ocorrência antrópica.

Os valores alcançados pela energia potencial erosiva pluviometria, energia potencial erosiva do relevo e a energia erosiva do transporte de sedimentos em suspensão, tornaram-se possíveis os mapeamentos da Erosividade da BHCM e buscando sua interação ao longo de todo o ano de 2014, foi realizada de forma estacional. Assim, foi possível indicar os elementos mais atuantes sobre o sistema, apontando a precipitação, declividade e o transporte de sedimentos, como os principais elementos que interferem de forma mais significativa nos índices obtidos.

A erosividade ao longo de 2014 variou, sobretudo nas classes intermediárias, mas foi possível visualizar que as classes alternaram conforme as chuvas e transporte de sedimentos, por serem estacionais, favoreceram esta variação e apontaram que no verão e primavera, a classe de maior abrangência foi Fraca. Contudo, com a redução do transporte de sedimentos e precipitações, o outono e inverno apresentaram a classe Moderadamente Fraca como a mais abrangente, estas áreas foram encontradas em sua grande maioria, na sub-bacia do ponto 7 (médio curso).

Algumas áreas ficaram com fortes erosividades devido à declividade, contudo, obtendo influência antrópica nestes locais, como a barragem na fazenda Querência no baixo curso do córrego Querência e em áreas de estradas traçadas com o objetivo de utilização dos caminhões da Fibria MS Celulose Ltda.; no médio curso do córrego Moeda, nas proximidades dos pontos 5 e 6.

Outra área que merece destaque, é nas proximidades do ponto 1, por possuir declividade mais elevada e por carrear grande quantidade de sedimentos, esta área merece uma relevância maior, por estar localizada nascente do córrego Moeda, em um açude sem qualquer tipo de proteção ou vegetação, sendo utilizado como bebedouro para o gado, cercado de uma pastagem sem qualquer tipo de manejo da terra, portanto há carência de práticas conservacionistas no uso destas terras, como por exemplo, a implantação das curvas de nível para a limitação do escoamento superficial.

Com estas problemáticas, é necessário levar em consideração que o controle da erosividade depende diretamente da cobertura do solo, seja com vegetações de raízes profundas, que retêm o solo impedindo que ocorra uma desagregação, ou por uma vegetação que recubra o solo contra o impacto direto das gotas de chuva sobre as partículas do solo, reduzindo as possíveis erosões e os escoamentos superficiais na área.

Estas práticas elevariam a fertilidade do solo e produziriam melhorias não só ao proprietário destas terras, mas também a toda BHCM, que necessitam destas águas, tanto em termos de quantidade como em qualidade para a manutenção do equilíbrio deste ambiente ou a melhoria dos ambientes já afetados pelas atividades humanas exercidas nesta bacia hidrográfica.

No uso, cobertura e manejo da terra são necessários apontar que as áreas de eucalipto da Fibria MS Celulose Ltda.; não adentram as matas ciliares, respeitando o

que é exigido pelo Código Florestal. Isso se mostrou importante na análise, mas as grandes áreas de cerrado e matas ciliares encontram-se em sua grande maioria em estágio de regeneração, pelo fato da BHCM vir sofrendo com degradações antes mesmo do plantio do eucalipto na década de 90, principalmente por pecuária extensiva de corte que derrubou as matas ciliares e prejudicou o equilíbrio deste ambiente. Sendo plantada "*brachiara*" até as margens dos córregos, levando todo seu alto curso a secar e os buritis existentes a morrerem, isto ainda se mostra preocupante nos pontos 1, 6, 7, 8, 9 e 10, onde as matas ciliares ainda apresentam falhas, indicando uma pastagem até as margens dos cursos fluviais, sendo que em todos estes não possuem cercas de proteção, mas apenas os pontos 1, 7 e 9 foram percebidos animais nas áreas.

O córrego Buriti (ponto 8) é um grande exemplo da importância das matas ciliares para a quantidade e qualidade das águas superficiais, pois esta intensa atividade que ocorre na BHCM, somado à estradas que cortam seu alto curso sem qualquer tipo de proteção, levaram o seu alto curso a secar no verão e os buritis existentes a morrerem, ficando ainda mais evidente com o passar das estações, pois não foi possível o monitoramento de suas águas, pelo córrego não apresentar mais águas em todo seu leito fluvial.

O grande e principal problema enfrentado por este tipo de monocultura, com base nesta pesquisa, é com relação ao corte dos talhões em áreas extensas, por essa razão, cada horto é plantado com em media um ano de diferença, para sempre terem boa parte da BHCM com vegetação consistente e que proteja o solo.

Todas estas ocupações, se não manejadas, acabam influenciando expressivamente na qualidade das águas superficiais, sobretudo na perda de solo, adubação, pesticidas, que acabam sendo escoados até os recursos hídricos, alterando os parâmetros físicos e químicos das águas. Com isso, houve algumas variações em sua composição ao longo dos pontos monitorados estacionalmente em 2014, apontando para a pior classificação no Inverno, quando chegou na Classe III mas de forma geral, a BHCM alcançou a Classe II, que preconiza seu uso, segundo resolução 430/2011 do CONAMA, para o abastecimento humano desde que haja um tratamento convencional, servindo de proteção às comunidades aquáticas, à recreação de contato primário, à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, à aquicultura e à atividade de pesca.

Portanto, a Vulnerabilidade Ambiental da BHCM ao longo de 2014, obteve algumas variações, mas ficou determinado que em todas as estações, a classe de maior abrangência é Média, porém, as influências da geologia, solos, erosividade, uso, cobertura e manejo da terra e qualidade das águas superficiais, geraram alterações, sendo perceptível que a precipitação causa uma influência pontual ao longo do ano, com a classe Forte e Muito Forte sendo encontradas em maiores áreas no verão e primavera, que são mais úmidos em relação ao outono e inverno.

Por meio dos dados obtidos, mostra-se que a identificação e mapeamento das áreas mais suscetíveis às erosões e à vulnerabilidade do ambiente como um todo, constituindo em um importante instrumento, pois a condição de cada unidade atuante no sistema BHCM, depende das demais unidades, oferecendo assim, pesos distintos de influência sobre seu produto final, ou seja, a vulnerabilidade ambiental.

Assim, esta pesquisa procurou abordar uma nova proposta metodológica, sempre levando como base, as metodologias de Crepani *et. al.* (2001) e, principalmente Ross (1994), que busca compreender a vulnerabilidade de acordo com a geologia, solos, declividade, precipitação e uso, cobertura da terra.

Por meio das adaptações realizadas, buscou-se um aprimoramento destas metodologias, com a inserção de novos parâmetros, como erosividade (declividade, dissecação horizontal e vertical e energia do transporte de sedimentos) e qualidade das águas superficiais. Parâmetros estes, que acabaram auxiliando na obtenção de um produto detalhado, que retratou de forma concreta, a atual situação da área de estudo.

Levando em conta que, esta análise foi realizada de maneira estacional, propondo assim, informações suficientemente capazes de apontar tendências deste ambiente, principalmente em uma bacia hidrográfica que possui constantes cortes de talhões, alterando de forma significativa, a erosividade e qualidade das águas superficiais, modificando assim, a vulnerabilidade ambiental em determinadas épocas do ano, propondo uma importante ferramenta para o planejamento e gestão de bacias hidrográficas, que no caso desta pesquisa, utilizou-se como estudo de caso a BHCM.

Com isso, algumas sugestões foram abordadas, visando uma utilização mais equilibrada da BHCM e um melhor e mais sustentável aproveitamento destas áreas:

- Utilização das terras levando em conta sua limitação de uso, expressada pelo solo, declividades, erosividade e vulnerabilidade;
- Recomposição de todas as matas ciliares, sobretudo ao longo dos pontos 1, 6, 7, 8, 9 e 10, que possuem pastagens adentrando até o canal fluvial, e que o açude da fazenda Querência construído no leito seco do córrego Moeda em seu alto curso seja desativado e que esta área seja reflorestada;
- Mudanças nos traçados de estradas que cortam o alto curso do córrego Buriti, que acabaram auxiliando na redução da quantidade das águas em seu leito fluvial;
- Incentivo à implementação de curvas de nível e terraços nas fazendas da BHCM, bem como, a descompactação dos pastos e seu manejo agrícola, pois grande parte das áreas destinadas às pastagens não possuem qualquer tipo de manejo das terras;
- Divisão das pastagens das fazendas em piquetes menores, sobretudo na Fazenda Querência, para ajudar no manejo animal, deixando os pastos, com declividades superiores a 6%, para uso na estação seca do inverno;
- Construção de bebedouros, para que o gado não adentre os recursos hídricos existentes na BHCM;
- Implementação de um manejo adequado nas áreas de Plantio de Eucalipto Comercial, propiciando o corte dos talhões intercalados e em estações mais secas.
- Formulação de outras práticas para a captação de água dos mananciais hídricos da BHCM pela Fibria MS Celulose Ltda.; pois essa captação para molha e controle de incêndio florestal vem causando impacto significativo aos recursos hídricos, sobretudo nos pontos 5 e 6.
- Continuação do monitoramento dos recursos ambientais desta bacia hidrográfica seja constante, sobretudo em termos de quantidade e qualidade das águas superficiais e uso e cobertura da terra, adotando sempre que possível, um manejo conservacionista ao longo de toda a BHCM.

C A P Í T U L O

10

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, M.C. de. **O Uso do solo como subsidio as cartas geotécnicas e de risco**. In: III Workshop do Projeto PiraCena. CENA. Anais... Piracicaba, 1997.

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.

ANDREOZZI, S. L. **Planejamento e Gestão em Bacias Hidrográficas: uma abordagem pelos caminhos da sustentabilidade sistêmica**. Tese (doutorado). Instituto de Geociências/Universidade Estadual Paulista – UNESP – Campus Rio Claro: Rio Claro, 2005. 105p.

ARAÚJO, S. C. de S.; SALLES, P. S. B. de A.; SAITO, C. H. **Modelos qualitativos, baseados na dinâmica do oxigênio dissolvido, para avaliação da qualidade das águas em bacias hidrográficas**. Desenvolvimento tecnológico e metodológico para medição entre usuários e comitês de bacia hidrográfica. Brasília: Departamento de Ecologia. Editora da UNB, 2004. p.9-24.

BARRETO NETO, A. A. **Modelagem dinâmica de processos ambientais**. Tese de Doutorado. 137p. Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências. Campinas, SP, 2004.

BERGAMASCHI, H. et al. **Agrometeorologia aplicada à irrigação**. 2.ed. Porto Alegre: UFRGS, 1999. 125p.

BERTONI, J. & LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 2.ed. São Paulo, Ícone, 1999. 355p.

_____. **Conservação do solo**. São Paulo: Editora Ícone, 1990. 355p.

_____. **Conservação do Solo**. 5. Ed. São Paulo: Editora Ícone, 2005.

_____. **Conservação do Solo**. 6. Ed. São Paulo: Editora Ícone, 2008.

BERTONI, J.; PASTANA, F. I.; LOMBARDI NETO, F.; BENATTI JUNIOR, R. **Conclusões gerais das pesquisas sobre conservação do solo do Instituto Agrônomo**. Campinas: IAC, 1972. 56 p.

BOTELHO, R. G. M. & SILVA, A S., 2004. **Bacias Hidrográficas e Qualidade Ambiental**. IN: Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil. Antônio Carlos Vitte & Antônio José Teixeira Guerra (Org.). Rio de Janeiro, Bertrand.

BRASIL Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA **Resolução 357/2005**, Enquadramento dos Corpos Hídricos Superficiais no Brasil.. Governo Federal, Brasília. Publicada no DOU n 92, de 13 de maio de 2011, Seção 1, 89p.

BRASIL Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA **Resolução 403/2011**, Enquadramento dos Emissários de Esgoto que são Lançados em Corpos Hídricos

Superficiais no Brasil.. Governo Federal, Brasília. Publicada no DOU n 92, de 13 de maio de 2011, Seção 1, 89p.

BRASIL, **LEI Nº 9.433**, DE 8 DE JANEIRO DE 1997 Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Produção Agropecuária. Secretaria de Recursos Naturais. Brasília, DF. **Manejo e conservação do solo e da água; informações técnicas**. Brasília, 1983. 66 p.

BROOKS, K. N.; FFOLLIOTT, P. F.; GREGERSEN, H. M. & THAMES, J. L. **Hydrology and the management of watersheds**. Ames, Iowa State University Press, 1991. 392p.

BUENO, L. F; GALBIATTI, J. A; BORGES, M. J. Monitoramento de variáveis de qualidade de água no horto Ouro Verde - Conchal - SP. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.25, n.3, p.742-748, 2005.

CÂMARA, G.; DAVIS, C. **Introdução À Ciência da Geoinformação: Por que Geoprocessamento**. São Paulo: INPE, 2001. 345 p.

CAMPOS, Y. De O. **Gestão ambiental: complexidade sistêmica em bacia hidrográfica**. Universidade Federal de Uberlândia. Tese de Doutorado. 2010. 187p.

CAPRA, F. **A Teia da Vida: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos**. São Paulo. Ed. Cultrix, 1996.

CARRIJO, Beatriz Rodrigues. Cartografia Geomorfológica com base em níveis de dissecação do relevo no médio curso do Rio Araguari-MG. **Caminhos de Geografia - Revista on-line 4(10)**. Instituto de Geografia UFU, Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal de Uberlândia, 2003 p. 41 – 59.

CARVALHO, A.R.; SCHLITLER, F.H.M.; TORNISIELO, V.L. Relações da atividade agropecuária com parâmetros físicos químicos da água. **Química Nova**. São Paulo. v.23, n.5, p.618-624, 2000.

CASSETI, V. **Ambiente e apropriação do Relevo**. São Paulo: Contexto, 1995.

CATTANIO, M. B. **Geologia e geomorfologia do município de Três Lagoas-MS**. s.d. (Manuscrito).

CETEC. Centro Tecnológico de Fundação Paulista de Tecnologia e Educação. CBH-BT – Comitê da Bacia Hidrográfica do Baixo Tietê. **Situação dos Recursos Hídricos do Baixo Tietê – UGRHI 19**. Minuta Preliminar do Relatório Técnico Final. Diretor – CTEC: Wiltevar Verati. Lins, ago. 1999.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Guia de coleta e preservação de amostras de água**. São Paulo, 1987: 150 p. (Séries guias)

_____. **Índices de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo**. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/indice.asp>>. Acesso em: 09 mar. 2015, 2006.

_____. **Relatório de qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo**. Série Relatórios. São Paulo, SP, 2008. 537p.

CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de Sistemas em Geografia**. São Paulo: Hucitec, 1979.

_____. **Conservação do solo**. 4. ed. São Paulo: Ícone, 1999.

_____. Geometria hidráulica. **Notícias Geomorfológicas**, v. 16, n. 32, p. 3-37, 1976.

_____. **Geomorfologia fluvial**. São Paulo: Edgard Bluncher, 1981.

_____. **Geomorfologia**. São Paulo, Edgard Blücher, 2ª edição, 1980.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J.S. de; HERNANDEZ FILHO, 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, Junho de 2001 (INPE 8454-RPQ/722).

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. da; MENDES, L. A.; SANCHEZ, M. C.. A Cartografia do Relevo: uma análise comparativa de técnicas para a gestão ambiental, Laboratório de Geomorfologia, Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento, UNESP, Rio Claro. **REVISTA BRASILEIRA DE GEOMORFOLOGIA**. Rio Claro, v. 04, no.01, 2003, p. 01-09.

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

DAVIDSON, J. **“Ecological aspects of eucalyptus plantation”**. Proceedings Regional Expert Consultation on Eucalyptus, v. I, 4-8, oct. 1993.

DÉSTRO, G. F. G.; CAMPOS, S. SIG-SPRING na caracterização do uso do solo a partir de imagens de satélite CBERS. **Energia na Agricultura**, v.21, n.4, p.28-35, 2006.

EITEN, G. Natural Brazilian vegetation types and their causes. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 64 p.35-65. 1992.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos**. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília, 1999. 412p.

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

ESPÍNDOLA, E. L. G; SILVA, J. S. V; MARINELLI, C. E; ABDON, M. M. **A bacia hidrográfica do rio Monjolinho**: uma abordagem ecossistêmica e a visão interdisciplinar. São Carlos, RIMA, 188p., 2000.

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

FAUSTINO, J.; JIMÉNEZ, F. **Experiencias internacionales de los organismos de cuencas**: programas focuencas II, Turrialba - Costa Rica: CATIE, 2005. p. 76.

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

GLEICK, P.H. **The world's water**: the biennial report on fresh water resources. Washington: Island Press, 1998, p. 140-142.

GOULART, H. R. et al. **Condicionantes Climáticos e degradação dos solos no Extremo Oeste Paulista: Arenização?**. Departamento de Geografia: UNESP, Presidente Prudente, 2007. Disponível em: <<http://www4.fct.unesp.br/docentes/geo/joaolima/>> Acesso em 15 Fev. de 2013.

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.

GREGORY, K. J. **A Natureza da Geografia Física**. Rio de Janeiro: Bertrand do Brasil, 1992. 367p.

GUERRA, A. J. T. & CUNHA S. B. da **Geomorfologia e Meio Ambiente**. 2 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998, 372p.

GUERRA, A. J. T; MENDONÇA, J. K. S. **Erosão dos solos e a questão ambiental**. In: Reflexões sobre a geografia física no Brasil. A. C. Vitte e A. J. T. Guerra (org.). Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

HINDI, E.C. **Caracterização hidroquímica e hidrogeológica das fontes cársticas das Bacias dos rios Tumiri, Água Comprida, Fervida e das Onças – Colombo, PR**. Curitiba: Geologia, Universidade Federal do Paraná, 1999, p.127. Dissertação (Mestrado).

IAC/SP - Instituto Agrônomo de São Paulo. **Programa Seringueira**. 31/8/2004. Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/centros/centro_cafe/seringueira/programa_seringueira.htm>. Acesso em: Jan de 2015.

IAPAR - INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **O Cultivo da Seringueira (Hevea spp.)**. Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento. 22/11/2004. Disponível em: <http://www.iapar.br/zip_pdf/cultsering.pdf>. Acesso em Mar 2015.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades**. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>> Acesso em: Fev de 2015.

INTERNATIONAL PAPER. **Estudo de impacto ambiental: fábrica de Três Lagoas**. Três Lagoas: IP, 2006. 981 p.

IPEF. **Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais**. Disponível em: <<http://www.ipef.br/>>. Acesso em: Set, de 2013.

KAWAKUBO, F. S., MORATO, R. G., CAMPOS, K. C., LUCHIARI, A., ROSS, J. L. S.. **Caracterização empírica da fragilidade ambiental utilizando geoprocessamento**. In.: Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 16-21 de Abril 2005, INPE, p. 2203-2210.

KNIGHTON, D. **Fluvial forms & processes: a new perspective**. London: Arnold, 1998. 383p.

_____. **Fluvial forms and processes**. Edward Arnold, London. 1984. 218p.

LANNA, A. E. L. **Gerenciamento de bacia hidrográfica: aspectos conceituais e metodológicos**. Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 1995. 171 p.

LEITE, F. P.; BARROS, N. F.; SANS, L. M. A.; FABRES, A. S. Regime hídrico do solo sob povoamento de eucalipto, floresta nativa e pastagem, na região de Guanhães - MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v.21, n.4, p. 455-62, 1997.

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. São Paulo: Oficina de Textos, 178 p. 2002.

LIMA, L. C.; MORAIS, J. O.; SOUZA, M. J. N. **Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará**. Fortaleza: UNECE, 2000.

LOMBARDI NETO F.; MOLDENHAUER. W. C. **Erosividade da chuva sua distribuição e relação com perda de solo em Campinas, SP**. Bragantina, Campinas V.51, n.2, p. 189 – 196, 1992.

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)

MATHEUS, C. E. et.al. BICRHEA – **Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada da USP**. USP. São Carlos, 1995: 62p.

MEDEIROS, R. B. **A Influência do Comportamento Termopluviométrico na Quantidade, Qualidade e Enquadramento das Águas Superficiais da Bacia do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS, em 2012**. 2012. (Monografia em Geografia Bacharelado) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus de Três Lagoas. 2012.

MELLO, N. A. de. Gestão em Bacias Hidrográficas Urbanas para Superação de Comprometimento Ambiental. In: **Boletim Paulista de Geografia**. N. 76. São Paulo. Dezembro/1999. p.23-66.

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.

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.

MONTEIRO, C. A. F. Clima e Excepcionalismo: **Conjecturas sobre o desempenho da atmosfera como fenômeno geográfico**. Florianópolis, UFSC. 1991.

_____. **Geossistemas: a história de uma procura**. São Paulo: Contexto, 2000.

MOTA, S. **Introdução à engenharia ambiental**. 1.ed. Rio de Janeiro: ABES/AIDIS, 1997. 280p.

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 25 de Dezembro de 2014.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações**. Ed. Edgard Blucher Ltda. São José dos Campos, 1989. 308p.

OLIVEIRA, A. M. M.; PINTO, S. A. F.; LOMBARDI NETO, F. Caracterização de indicadores da erosão do solo em bacias hidrográficas com o suporte de geotecnologias e modelo predictivo. **Estudos Geográficos**, Rio Claro, v.5, p.63-86, 2007.

OLIVEIRA, G. H. de. **A Erosividade da Bacia Hidrográfica do Córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS**. 2011. (Monografia em Geografia Bacharelado) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus Três Lagoas. 2011.

_____. **As Implicações do Uso, Cobertura e Manejo da Terra na Qualidade e Enquadramento das Águas Superficiais da Bacia Hidrográfica do Córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS**. 2014. (Dissertação Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus de Três Lagoas. 2014.

PALHARES, J. C. P; SCANDOLERA, A. J; LUCAS JÚNIOR, J; COSTA, A. J. da, **Monitoramento da qualidade da Água do Córrego Jaboticabal através de Parâmetros Químicos**. In: WORKSHOP DE INTEGRAÇÃO DE INFORMAÇÕES DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MOGI GUAÇU, 3; 2000, Porto Ferreira. Anais; Porto Ferreira: Prefeitura Municipal de Porto Ferreira, 2000. p. 43 – 4.

PALMA SILVA, G. M. **Diagnóstico ambiental, qualidade da água e índice de depuração do Rio Corumbataí – SP**; 1999. 155 f. Dissertação (Mestrado em Manejo Integrado de Recursos) – Centro de Estudos Ambientais, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1999.

PEREIRA, A. R. et al. **Evapotranspiração**. Piracicaba: FEALQ, 1997. 183p.

PEREIRA, A. R; ANGELOCCI, L. R; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba – RS: Agropecuária, 2002. 478p.

PINTO, A. L. **Saneamento Básico e suas Implicações na Qualidade das Águas Subterrâneas da Cidade de Anastácio (MS)**. 1998. 175 p. Tese (Doutorado e Geociências) – Universidade Estadual Paulista/Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 1998.

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.... Fortaleza: UFC, 2005.

PINTO, A. L.: MAURO, C. de; A importância do Ribeirão Claro para o Abastecimento de água da cidade de Rio Claro-SP. **Geografia Teórica**. Rio Claro, v. 15, 1985: p. 104-117.

PINTO, André L.; LORENZ SILVA, J. L.; FERREIRA, A. G.; BASSO, P. M. Subsidio Geológico/Geomorfológico ao ordenamento do uso, cobertura e manejo do solo, visando à redução da perda de solo e a recuperação da qualidade das águas superficiais da Bacia do Córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS. **Relatório Final FUNDECT/MS**. UFMS. Três Lagoas, 2010: 147p.

PINTO, André L.; LORENZ SILVA, J. L.; FERREIRA, A. G.; BASSO, P. M. Subsidio Geológico/Geomorfológico ao ordenamento do uso, cobertura e manejo do solo, visando à redução da perda de solo e a recuperação da qualidade das águas superficiais da Bacia do Córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS. **Relatório Parcial FUNDECT/MS**. UFMS. Três Lagoas, 2009: 42p.

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

POORE, M. E. D; FRIES, C. **The ecological effects of eucalyptus**. FAO, 1985. 87p.

Porto, M. A; Branco, S. B; Luca, S. J. Caracterização da qualidade da água. In: Porto, RLL (org.). **Hidrologia Ambiental**. São Paulo: ABRH., EDUSP, 3:27-66, 1991.

RADOJEVIC, M; BASHKIN, V. N. **Practical environmental analysis**. Londres: Royal Society of Chemistry, 1999. 466p.

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

REBOUÇAS, A. da C. **Água doce no mundo e no Brasil**. In: REBOUÇAS, A. da C.; BRAGA, B. e TUNDISI, J. G. (Orgs.). **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo: Escrituras Editora, 2002.

REFLORE-MS. Associação Sul-Mato-Grossense de Produtores e Consumidores de Florestas Plantadas. **Revista MS Florestal 2013**. Disponível em: <<http://www.reflore.com.br/dados/revista-ms-florestal-2013>>. Acesso em: Janeiro de 2015.

RODRIGUEZ, J.M.M., SILVA, E.V. da e LEAL, A.C. **Planejamento Ambiental de Bacias Hidrográficas desde a visão da Geoecologia das Paisagens**. In: Severo, A. e Foletto, E. (org.) **Diálogos em geografia Física**. Santa Maria: Ed. Da UFSM, 2011.

ROJAS, N. E. T. e ROCHA, O. Influência da alcalinidade da água sobre o crescimento de larvas de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758 Perciformes, Cichlidae) **Acta Scientiarum. Biological Sciences**. Maringá, v. 26, no. 2, p. 163-167, 2004.

ROOY, M. P. van. **A Rainfall Anomaly Index Independent of Time and Space**. *Notos*, v.14, 43p. 1965.

ROSA, R. **Introdução ao sensoriamento remoto**. 5 ed., Uberlândia: EDUFU, 2003, 228p.

ROSA, R; BRITO, J. L. S. **Introdução ao Geoprocessamento: Sistema de Informação Geográfica**. Uberlândia, 1996.

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

ROSTAGNO, L. S. C. Da. **Caracterização de uma paisagem na área de influência do Reservatório da Usina Hidrelétrica do Funil, Ijaci-Mg**. 1999. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 66 p.

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.

SALLUN, A. E. M.; SUGUIO, K., STEVAUX, J. C. Proposição formal do Alogrupo Alto Rio Paraná (SP, PR e MS). *Geologia USP: Série Científica*, v.7, n.2, p.49-70, 2007.

SALLUN, A. E. M.; SUGUIO, K.; AZEVEDO SOBRINHO, J. M. Sedimentologia da Aloformação Paranaíba, Bacia Hidrográfica do Alto do Paraná (SP, PR e MS). **Pesquisas em Geociências**, v. 35, p. 85-107, 2008.

SANTOS, M. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção**. São Paulo: Hucitec, 1996.

SANTOS, P. A. F.; CANALI, N. E.; OKA FIORI, C. **Fragilidade Ambiental da bacia do Rio Ipiranga – PR**. VI Simpósio Nacional de Geomorfologia/Regional Conference on Geomorphology. Goiânia, 2006.

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

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

SILVA, A. de S; HERMES, L. C. **Avaliação da qualidade das águas: manual prático**. Brasília: EMBRAPA - Informação Tecnológica, 2004. 55p.

SILVEIRA, M. P. **Aplicação do biomonitoramento para avaliação da qualidade da água em rios**. Embrapa Meio Ambiente. Jaguariúna, 2004. 68p.

SISLA/IMASUL - **Sistema Interativo de Suporte ao Licenciamento Ambiental** – Disponível em: <sisla.imasul.ms.gov.br> Acesso em: 20 de Jan. 2013.

SOARES, R. V; BATISTA, A. C. **Silvicultura preventiva: uma alternativa para o controle de incêndios**. 2009. Disponível em: <<http://www.revistaopinioes.com.br/cp/materia.php?id=526>>. Acesso em Jan de 2015.

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

SPÖRL, C. **Metodologia para elaboração de modelos de fragilidade ambiental utilizando redes neurais**. Tese de doutorado apresentada à Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo – USP, São Paulo, 2007.185p.

SPÖRL, C.; ROSS, J. L. S. Análise comparativa da fragilidade ambiental com aplicação de três modelos. São Paulo, **Revista Geosp** – Espaço e Tempo, N°15, pp. 39-49, 2004.

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

STEVAUX, J. C. & Takeda, A. M., 1994. Dinâmica sedimentar no canal do Rio Paraná. In: **Simpósio Sul-Brasileiro de Geologia**, 6, Porto Alegre, Resumos Expandidos, (1) p.:284-287.

STEVAUX, J.C. O rio Paraná Superior (Região de Porto Rico, PR): geomorfogênese, sedimentologia e evolução quaternária. **Tese (Doutorado) Instituto de Geociências**, USP, São Paulo, 1993.

TAMANINI, M. S. A. **Diagnóstico Físico-Ambiental para determinação da fragilidade potencial e emergente da Bacia do Baixo Curso do Rio Passaúna em Araucária – PR**. 105 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba (PR), 2008.

THORNTHWAITE, C.W. An approach toward a rational classification of climate. **Geogr. Rev**, v.38, p.55-94, 1948.

THORTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. The water balance. **Publications in Climatology**, Centerton, v.3, n.10, p.1-104, 1955.

TOLEDO, G.L., NICOLELLA, G. **Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano**. Embrapa Meio Ambiente, Scientia Agricola, v.59, n.1, p.181-186, 2002.

TRICART, J. **A geomorfologia nos estudos integrados de ordenação do meio natural**. Boletim Geográfico. Rio de Janeiro, v. 34, n. 251. out./dez. p. 15-42. 1976.

_____. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro. IBGE/SUPREN, 1977. 91p.

_____. **Principes et Méthodes de la Géomorphologie**. Paris: Masson et Cie, 1965.

TUCCI, C. E. M.; CLARKE, R. T. Impacto das mudanças da cobertura vegetal no escoamento: Revisão. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.2, n.1, p.135-152, 1997.

TUCCI, Carlos E. M. **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. Porto Alegre: ed. Universidade/UFRGS: ABRH, 2000. 943p.

TUCHOBANOGLIOUS, G.; SCHROEDER, E. D. **Water quality – characteristics, modelling, modification**. Addison-Wesley Publ. Co., EUA, 1985.

TUNDISI, J. E. M. **Indicadores da qualidade da bacia hidrográfica para gestão integrada dos recursos hídricos**. Estudo de caso: Bacia hidrográfica do Médio Tocantins/José Eduardo Matsumura Tundisi – São Carlos. UFSCAR, 2006. 152p.

USGS – United States Geological Survey. **Earth Explorer**. Disponível em: <<http://earthexplorer.usgs.gov>>. Acesso em: 07 de Fevereiro, 2015.

VALERIANO, M. DE M.. TOPODATA: **Guia de utilização de dados geomorfométricos locais**. São José dos Campos: INPE, 2008. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/topodata/contato.php>>. Acesso em Jun de 2014.

VENEZIANI, P.; SANTOS, A. R. dos; CREPANI, E.; ANJOS, C. E. dos; OKIDA, R. **Mapa de classes de erodibilidade de parte da região do Rio Taquari baseado em imagens TM Landsat**: Pesq. Agropec. Brás., Brasília, v.33, Número Especial, p. 1747 – 1754, out. 1998.

VILELA FILHO, L. R. **Estimativa da perda de solos em uma bacia hidrográfica sob o cultivo de frutíferas, no município de Valinhos (SP)**. 2002. 153 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2002.

VITAL, M. S. H. F. Impacto Ambiental de Florestas de Eucalipto **Revista do BNDES**. Rio de Janeiro, V. 14, N. 28, dez. 2007: p. 235-276.

VON SPERLING, M.; **Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias: Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos**, v 1, 1ª Edição, Belo Horizonte DESA-UFMG, 1996. 240p.