

## MORFOMETRIA DO RELEVO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO MOEDA, TRÊS LAGOAS/MS

MEDEIROS, Rafael Brugnolli<sup>1</sup>; PINTO, André Luiz<sup>2</sup>; SÃO MIGUEL, Angélica Estigarribia<sup>3</sup>; GOMES, Weslen Manari<sup>4</sup>

### RESUMO

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 as características do relevo que acabam influenciando diretamente nos processos erosivos, permitindo uma melhor gestão das práticas desenvolvidas nas bacias hidrográficas. O objetivo dessa pesquisa é avaliar a energia potencial erosiva do relevo, por meio da interação da declividade, dissecação horizontal e vertical da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda - BHCM, Três Lagoas/MS. Foram realizados mapeamentos em ambiente SIG, bem como, demarcados onze pontos ao longo da bacia. Com os resultados obtidos, apontou-se um relevo plano a suave, com declives de 0 a 6%, já oferecendo limitações de ocupação rural, necessitando de ações de controle erosivo. O comprimento das vertentes apontaram maior presença das classes de 100 a 500 metros (horizontal) e das classes de 0 a 50 metros (vertical). Com isso, apresentou-se como maior classe, a Energia Potencial Erosiva do Relevo Fraca, ficando disposta ao longo da BHCM. De maneira geral, o mapeamento ofereceu informações capazes de confirmar a influência das declividades sobre o potencial erosivo, pois seus índices ficaram mais elevados nos locais onde os declives são mais acentuados, não ocorrendo da mesma forma com as dissecações.

**Palavras-Chave:** Morfometria do Relevo; Energia Potencial Erosiva do Relevo; Bacia Hidrográfica; Declividade; Dissecações Horizontal e Vertical.

## MORFOMETRÍA DEL RELIEVE DE LA CUENCA HIDROGRAFICA DEL RÍO MOEDA (TRES LAGOAS, MATO GROSSO DO SUL, BRASIL)

### RESUMEN

Los procesos de degradación de las cuencas hidrográficas establecen serias dificultades en todo el mundo con implicaciones ambientales, sociales y económicas significativas. Por este motivo se hacen necesarias investigaciones que analicen las características del relieve que determinen la influencia directa que tienen en los procesos erosivos, esto permite mejorar las prácticas de gestión de los procesos erosivos, permitiendo una mejor gestión de las prácticas desarrolladas en las cuencas hidrográficas. El objetivo de esta investigación es evaluar la energía potencial erosiva del relieve a través de la interacción de la pendiente y la disección horizontal y vertical de la Cuenca Hidrográfica del Río Moeda (BHCM), en Três Lagoas, Mato Grosso do Sul, Brasil. Para el desarrollo de este objetivo fueron realizados mapeos en ambiente GIS, asimismo fueron marcado once puntos a lo largo de la cuenca. Con los datos obtenidos fue posible afirmar que el relieve se clasifica entre plano y suave, con pendientes entre 0-6%, lo que permite concluir que hay limitaciones para la ocupación rural, necesitando de acciones de control de la erosión. La longitud de las vertientes mostró una presencia de las clases entre 100 y 500 metros (horizontal) y de las clases entre 0 y 50 metros (vertical). De este modo, se aprecia como que a clase más importante es la que tiene que ver con una débil Energía Potencial Erosiva del Relieve a lo largo de la BHCM. De forma general, del mapeo realizado se obtuvieron informaciones que permiten confirmar la influencia de las pendientes sobre el potencial erosivo, puesto que sus índices fueron más elevados en los locales donde las pendientes son más pronunciadas, contrario a lo ocurrido en las disecciones.

**Palabras Clave:** Morfometría del Relieve, Energía Potencial Erosiva del Relieve, Cuenca Hidrográfica, Declividad, Disección Horizontal y Vertical.

<sup>1</sup>Doutorando em Geografia pela Universidade Federal da Grande Dourados, UFGD, Brasil-rafael\_bmedeiros@hotmail.com.

<sup>2</sup> Doutor em Geografia. Docente Adjunto IV da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, UFMS, Brasil-andrepinto@ufms.br.

<sup>3</sup> Mestre em Geografia. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, UFMS, Brasil-angelica.esm@hotmail.com.

<sup>4</sup> Mestrando em Geografia. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, UFMS, Brasil-weslenmanari@hotmail.com

## MORPHOMETRY RELIEF OF THE STREAM MOEDA HYDROGRAPHIC BASIN, TRÊS LAGOAS/MS

### ABSTRACT

Degradation processes in watersheds establish serious difficulties worldwide, with significant environmental, social and economic implications, and researches are necessary to examine the relief features that end up directly influencing the erosive processes, enabling better management practices developed in river basins. The objective of this research is to evaluate the potential energy erosive relief, through the interaction of the slope, horizontal and vertical dissection of the Hydrographic Basin Moeda Stream - BHCM, Três Lagoas/MS. Mappings were performed in a GIS environment, as well as eleven points were marked along the basin. With the results, pointed a smooth flat terrain with slopes 0-6%, now offering limitations of rural occupation, requiring erosion control measures. The length of the strands showed a greater presence of classes 100-500 meters (horizontal) and classes 0-50 meters (vertical). Thus, the Energy Potential Erosive of the Poor Relief appeared as larger class, being disposed along the BHCM. In general, the mapping provided information able to confirm the influence of the steepness of the erosive potential because their rates were higher in places where the slopes are more pronounced, not happening the same way with the dissections.

**Keywords:** Morphometric Relief Patterns, Potential Energy Erosive Relief, Hydrographic Basin, Declivity, Dissection Horizontal and Vertical.

### 1. Introdução

A dinâmica erosiva do relevo acompanha um padrão de ordem natural quanto ao intemperismo, erosão, transporte e deposição de sedimentos, no momento em que o ambiente se encontra estável ou em equilíbrio dinâmico. Este ciclo sedimentar passa processualmente pela desintegração e decomposição das rochas e cobertura vegetal, passando ao desgaste e, consecutivamente, ao transporte dessas partículas desagregadas, que se depositam em outras áreas.

A primeira fase deste ciclo sedimentar, é definida por Thornbury (1966) como o intemperismo ou a transformação da rocha em partículas reduzidas, podendo ser afetada pela estrutura da mesma, clima, relevo e cobertura vegetal. Quando ocorre o desgaste dessas rochas, existe o regolito, que basicamente corresponde a camada de material das rochas que se desagregaram, ocasionando assim, seu transporte e futura deposição.

A mecânica deste transporte pode ser caracterizada pela erosão, determinadas por diversas características ambientais, desde sua geologia, até o clima e atividades antrópicas existentes na área. Essa sedimentação acaba se depositando, seja no leito fluvial, ou mesmo nos oceanos. Neste contexto, os altos declives e o comprimento das rampas, acabam criando áreas potencialmente propensas às erosões, acelerando o processo de degradação das bacias hidrográficas, prejudicando estes ecossistemas.

Diante dessa perspectiva, a necessidade de se entender a compartimentação do relevo passa necessariamente pelo entendimento de Casseti (1995), apontando que o relevo constitui-se em um suporte para interações naturais e sociais. Refere-se, ainda, ao produto do antagonismo entre as forças endógenas e exógenas, de grande interesse geográfico e que definem as ações naturais e sociais.

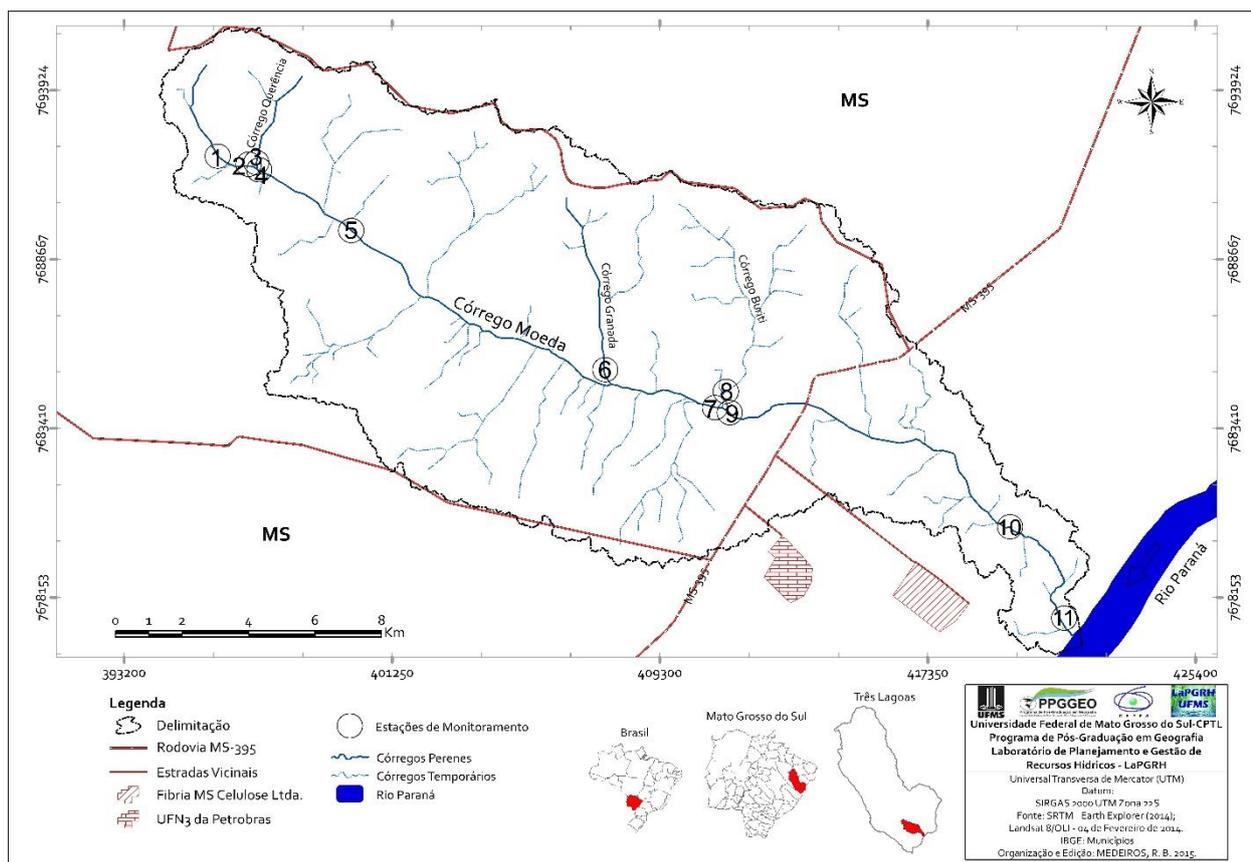
Partindo dessa premissa, uma análise sistêmica pode levar ao esclarecimento de diversas questões acerca da morfogênese e morfodinâmica da paisagem. Segundo Veneziani *et. al*, (1998), as configurações do relevo, bem como a hidrografia, são modeladas pelos fatores morfogenéticos e escultrados através da estrutura geomorfológica, como também leva-se em consideração os agentes externos como os processos fluviais, eólicos, 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.

Esse potencial erosivo do relevo exerce força sobre as águas fluviais, influenciando na sua velocidade, vazão e capacidade de dissecação, transporte e deposição de sedimentos. Através disso, a análise da morfometria do relevo em bacias hidrográficas tornou-se extremamente importante, pois acarreta ao sistema fluvial, um conjunto de fatores que acabam reduzindo sua capacidade, tanto para usos urbanos como rurais.

Nota-se que os componentes do relevo, tais como a declividade e o comprimento da vertente, exercem influência sobre a quantidade de água produzida, seja ocasionando um maior escoamento superficial, bem como, por meio da infiltração e sedimentação. Tanto é que Guerra e Mendonça (2004, p. 225) afirmam que a erosão dos solos tem causas relacionadas com a declividade, o comprimento e a forma das vertentes, que dependendo de suas características, aceleram os processos erosivos.

Diante do levantamento destas informações, torna-se possível analisar as áreas potencialmente propensas aos processos erosivos das bacias hidrográficas e é neste sentido, que a pesquisa propõe mecanismos para a avaliação da energia potencial erosiva do relevo, levando em conta, a interação da declividade, dissecação horizontal e vertical da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda - BHCM, conforme propõem Spiridonov (1981) e Mendes (1993).

A BHCM está situada no leste do município de Três Lagoas no Estado de Mato Grosso do Sul, localizada na margem direita do Rio Paraná, possuindo uma área de 247,64 km<sup>2</sup>, e posiciona-se entre as coordenadas UTM de 393200 e 425000 metros Oeste e 7676692 e 7696172 metros Sul, **Figura 1**.



**Figura 1** - Localização da BHCM, Três Lagoas/MS. **Fonte:** ArcGis 10®.

## 2. Metodologia

Para a análise da Energia Potencial Erosiva do Relevo da BHCM torna-se imprescindível, pois, a partir do levantamento das variáveis: declividade, dissecação horizontal e vertical; pode-se analisar a possibilidade do risco de erosões. Através disso, é necessária a divisão da 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, identifica a Energia Potencial Erosiva do Relevo da BHCM. Essas subdivisões dentro de um sistema auxiliam o pesquisador a obter uma escala mais detalhada, sobretudo, na questão espacial. Outro fator a ser notado, é a demarcação de pontos ao longo da BHCM, servindo como locais de referência para que seja melhor analisada e visualizada, as classificações.

Segundo Leite e Rosa (2012), a interação ou a síntese da declividade, dissecação horizontal e vertical, está relacionada diretamente aos processos erosivos que existem nas bacias hidrográficas, chegando assim, a ideia de atribuir pesos para cada plano de informação, ou seja, cada componente presente na bacia hidrográfica, e essa interação de pesos representa ao final, a carta de energia potencial erosiva do relevo.

Segundo Ferreira (2014), o procedimento para análise das dissecações, possui etapas desde a delimitação das microbacias e identificação de pontos próximos à nascente, até a segmentação dos canais e traçado das linhas horizontais. Esta metodologia técnica digital para o mapeamento morfométrico, traz importantes fundamentos que foram embasados nas propostas de Spiridonov (1981), portanto, auxiliam nesta pesquisa.

Na elaboração da declividade foi realizada sua divisão de acordo com as classes obtidas para a execução da Energia Potencial Erosiva do Relevo. Assim, foram encontradas doze classes, com intervalos de 1,0% de declividade, até alcançar a classe 9, com isso, determina-se sequencialmente, as classes 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 e aptidão agrícola, ou seja, facilidades na ocupação rural, com determinações do tipo de manejo que deve ser realizado para cada gradiente de declive.

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 identificadas as microbacias, através da 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.

O mapa de Dissecação Vertical, que 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 (CUNHA, 2001).

Neste procedimento, seguiram-se as recomendações da metodologia proposta por Spiridonov (1981), obtendo setores dentro de cada microbacia, os quais foram classificados, constituindo sua variação de altitude.

A conexão destes elementos gerou-se a Energia Potencial Erosiva do Relevo, onde foram lançados pesos para cada classe temática, alternando de Muito Suave à Forte, **Tabela 1**, coligando em apenas um documento, os dados morfométricos levantados nesta pesquisa, analisando a geometria da área estudada.

Segundo Boin et. al. (2014, p. 13) a integração dos dados, “como o próprio nome esclarece, visa unir em um único documento cartográfico as informações fornecidas pelas três cartas anteriores (carta de declividade, carta de dissecação horizontal e carta de dissecação vertical)”.

TABELA 1

Classes de Energia Potencial Erosiva do Relevo, de acordo com as variáveis: Declividade, Dissecação Horizontal e Dissecação Vertical da BHCM.

Classe de Energia Potencial Erosiva do Relevo	Declividade (%)	Dissecação Horizontal (metros)	Dissecação Vertical (metros)
Muito 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

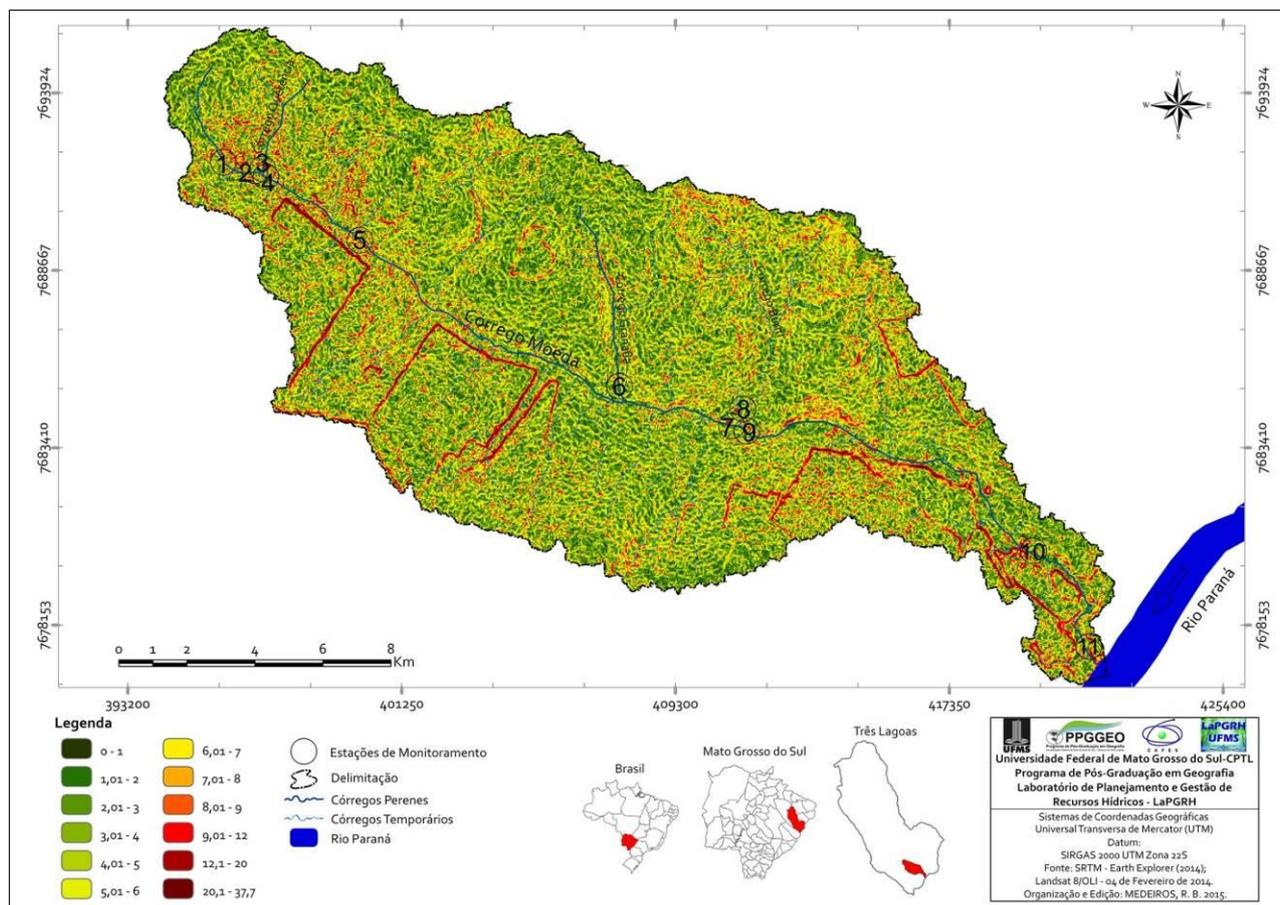
Fonte: Próprio autor.

### 3. Resultados e Discussões

A análise da Energia Potencial Erosiva do Relevo como um elemento físico constituinte do sistema BHCM, é formada por um conjunto de estruturas interligadas e relacionadas ao relevo, abrangendo como características a Declividade, Dissecação Horizontal e Dissecação Vertical, onde, sua morfometria, trará importantes informações a cerca do relevo e, conseqüentemente, proporcionará, um mapeamento síntese com as áreas mais propensas aos processos erosivos.

Neste sentido, Bertoni e Lombardi Neto (2008, p. 56) demonstram a interação destas características através do comprimento da rampa e inclinação do terreno, pois na medida em que a rampa é mais extensa, o relevo tende a ser mais plano, porém, quando é levada em conta sua altitude, seu grau de energia gravitacional e a inclinação deste terreno, a velocidade das águas aumenta progressivamente, assim como seu volume, que vai se avolumando causando uma maior capacidade às erosões.

Portanto, a primeira análise que foi realizada, abrangeu a declividade da BHCM, sendo uma imprescindível técnica de apoio no apontamento das áreas mais propensas à ação erosiva, visto que, quanto maior seu gradiente de inclinação, maior é a probabilidade de ocorrência de erosões, seja pela ação das águas pluviais, bem como, pelo próprio relevo. Dessa forma, **Figura 2** e **Tabela 2** é possível a identificação das áreas ocupadas por um determinado intervalo de declive e conseqüentemente quantificar essas áreas.



**Figura 2** - Mapa de Declividade da BHCM, Três Lagoas/MS. **Fonte:** ArcGis 10<sup>®</sup>.

**TABELA 2**

Classes de Declividade e Facilidade na Ocupação Rural na BHCM, Três Lagoas, MS.

Declividade (%)	Classificação	Área (Km <sup>2</sup> )	Área (%)	Facilidades na Ocupação Rural
0,00 a 1,00	Plano a Muito Suave	10,84	4,38	Aquicultura
1,01 a 2,00		30,25	12,22	Apto a qualquer uso agrícola
2,01 a 3,00		38,84	15,68	
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.
4,01 a 5,00		36,48	14,73	
5,01 a 6,00		31,40	12,68	
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.
7,01 a 8,00		13,51	5,46	
8,01 a 9,00		7,69	3,11	
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.
12,01 a 20,00	Ondulado	4,02	1,62	Não permite uso agrícola, somente manutenção da vegetação original.
> 20,01	Forte Ondulado	0,73	0,29	Manutenção da vegetação original.

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

Com a análise da declividade foi possível constatar que grande parte da BHCM, está disposta em áreas com declive de 3,01% a 6,00%, ou 45,57% do total da área, que é

classificado como relevo Suave e que, segundo Ramalho Filho e Beek (1995), são locais com necessidade de ações para controle erosivo, precisando de melhoria na fertilidade de suas terras.

Estas áreas apresentam limitação de uso, pois geralmente possuem solos profundos e de fácil mecanização, sendo indicadas para plantio de culturas anuais com algumas práticas simplificadas de preservação do solo (LEPSCH 2002).

A classe de 3,01% a 6,00% abrangeu áreas ao longo de toda a BHCM, sobretudo no médio curso. No total, somou-se 112,85km<sup>2</sup> da BHCM. Sendo classificada a sua Energia Potencial Erosiva do Relevo, com pesos de 4 a 6. A **Figura 3** mostra um local, no alto curso, na Fazenda Querência, correspondente à esta classe.



**Figura 3** - Estrada que se localiza na Classe 3,01 a 6,00% de Declividade. **Fonte:** Próprio autor.

A segunda classe mais encontrada na BHCM foi de 0,00% a 3,00% de declividade, com 79,93km<sup>2</sup> ou 32,28%, sendo classificada como Plano a Muito Suave e encontrada ao longo de toda a área da BHCM. Estas áreas, segundo Ramalho Filho e Beek (1995) estão aptas para todo tipo de utilização, porém, ocorrem, em alguns casos, inundações, por serem consideradas planas.

A classe de 6,01% a 9,00% abrangeu locais dispersos ao longo da BHCM, apontando para um total de 41,17km<sup>2</sup> ou 16,63% da área. Sendo restrita para a agricultura, contudo, sua utilização está ligada diretamente com o emprego de técnicas de manejo e conservação do solo (RAMALHO FILHO e BEEK, 1995)

A classe 9,01% a 12,00% de declividade foi encontrada em poucas áreas, entretanto, ao longo de toda a bacia hidrográfica, alcançando 8,94km<sup>2</sup> ou 3,61% da área total da BHCM. Estas áreas, segundo Lepsch (2002), podem ser utilizadas para cultivos anuais, com emprego de técnicas de conservação do solo.

Na **Figura 4**, é possível constatar uma área que além de apontar um declive de 9,01 a 12,00%, é ocupada por pastagem sem curvas de nível ou qualquer tipo de manejo da terra, sendo apontada como um agravante, pois devido ao seu gradiente de inclinação, Ramalho Filho e Beek (1995) afirmam que ocorre susceptibilidade aos processos erosivos erosão e perda de potencial produtivo da terra, sendo utilizada apenas pastoreio, reflorestamento e a manutenção da vegetação natural.



**Figura 4** - Ao Fundo, Área de Pastagem alcançando a classe de 9,01 a 12,00% de Declividade. **Fonte:** Próprio autor.

Outro fato que merece destaque, tanto na declividade, como, posteriormente com a identificação da energia potencial erosiva do relevo, são algumas formas geométricas que ficaram evidentes, sobretudo ao sul do córrego Moeda e nas proximidades da rodovia MS-395, sendo constatados que para o plantio dos talhões de eucalipto, ocorre uma elevação com relação às estradas, essa elevação ficou evidenciada pelas classes de 9,01% a 12,00% e também, em alguns pontos, nas classes mais elevadas de declividade.

A declividade, quando alcança 12,01% a 20,00%, segundo Lepsch (2002), além de possuir problemas erosivos, 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, apenas manutenção da vegetação primitiva.

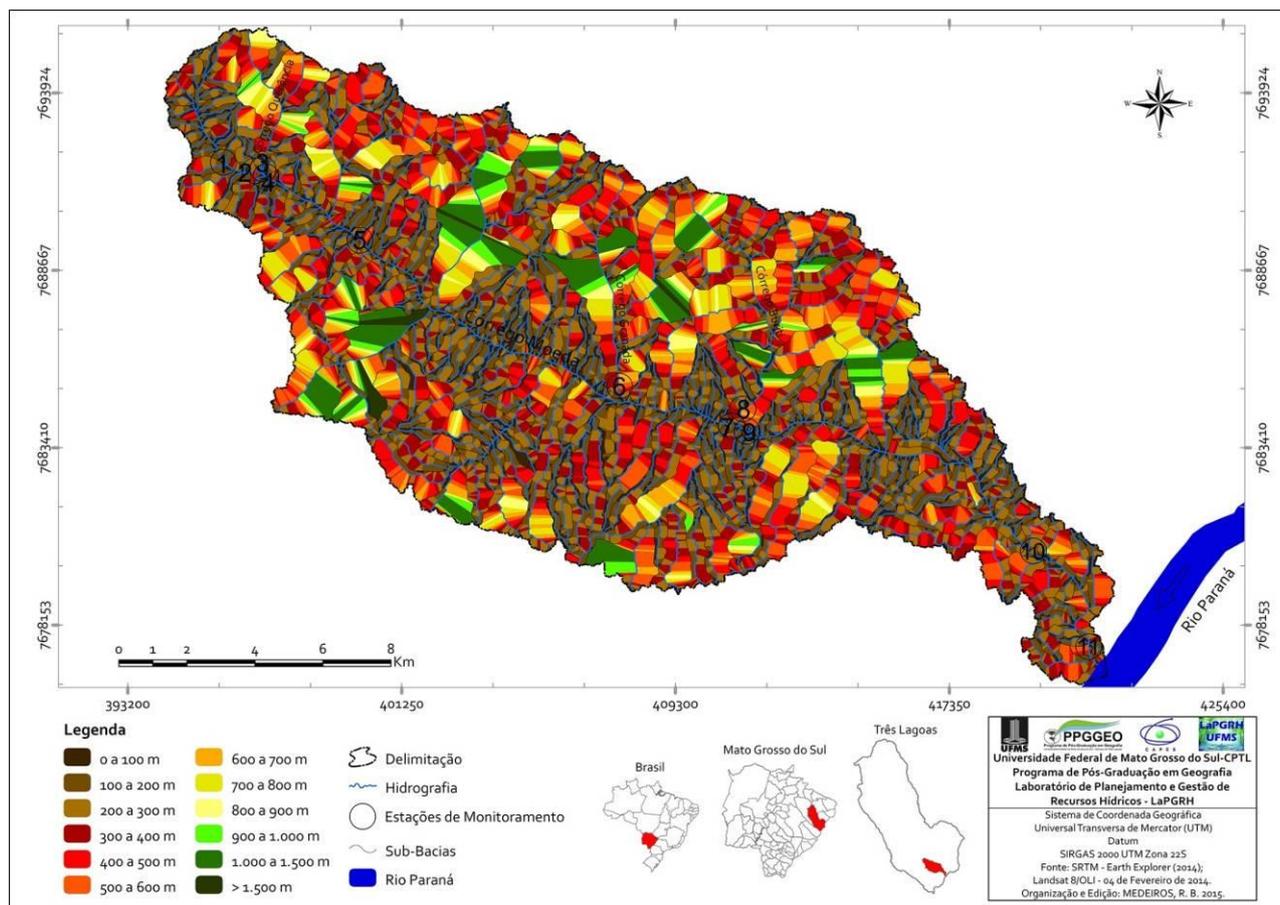
Esta classe abrangeu áreas, sobretudo situadas à margem direita do córrego Moeda até o limite da BHCM, apontando uma interação desta classe com o uso e ocupação da terra, pois os talhões do eucalipto se mostraram correlacionados com o declive do terreno, como nas proximidades do ponto 5.

A >20,01% de declive é Forte Ondulada e se apresentou com apenas 0,73km<sup>2</sup>, que segundo a classificação de Ramalho Filho e Beek (1995) devem ser utilizadas apenas visando manutenção da vegetação natural. Esta classe, por apresentar a maior Energia Potencial Erosiva do Relevo da BHCM, foi classificada com Peso 12.

Portanto, um agravante da declividade, é que conforme aumenta a inclinação do terreno, o mesmo exerce força gravitacional, elevando os processos de remoção das formações superficiais dos solos. Este fator se torna ainda mais prejudicial ao ambiente, pelo desnível e comprimento das vertentes.

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, as maiores dissecações horizontais (em extensão) apresentam uma rampa mais suave, reduzindo seu potencial erosivo.

Na **Figura 5** é possível à identificação das classes, obedecendo as cores temáticas de acordo com Spiridonov (1981) e na **Tabela 3** são representados os valores obtidos em km<sup>2</sup> e porcentagem para cada classe na BHCM.



**Figura 5** - Mapa de Dissecação Horizontal da BHCM, Três Lagoas/MS. **Fonte:** ArcGis 10®.

**TABELA 3**

Classes de Dissecação Horizontal, com suas respectivas Áreas em km<sup>2</sup> e em %, para a BHCM.

Classes de Dissecação Horizontal (metros)	Área (Km <sup>2</sup> )	Área (%)
0 a 100	23,27	9,40
100 a 200	46,77	18,89
200 a 300	43,03	17,37
300 a 400	32,15	12,98
400 a 500	27,33	11,04
500 a 600	21,35	8,62
600 a 700	16,08	6,49
700 a 800	12,72	5,14
800 a 900	6,47	2,61
900 a 1.000	5,53	2,24
1.000 a 1.500	11,46	4,63
> 1.500	1,43	0,59

**Fonte:** Próprio autor.

Correlacionando o mapa de Dissecação Horizontal, com os dados quantificados de suas classes, foi possível identificar 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 23,27km<sup>2</sup> ou 9,40%, estas áreas são apontadas como Peso 12 de potencial erosivo, pois sua rampa reduzida, determina canais fluviais mais encaixados e retilíneos, portanto, o escoamento superficial tende a ser mais elevado, potencializando os processos erosivos.

Outra classe que abrangeu grandes áreas da BHCM é de 200 a 300m, apontando um total de 43,03km<sup>2</sup> ou 17,37%, áreas classificadas com Peso 10 de potencial erosivo, sendo representativo na visualização do mapa de Dissecação Horizontal.

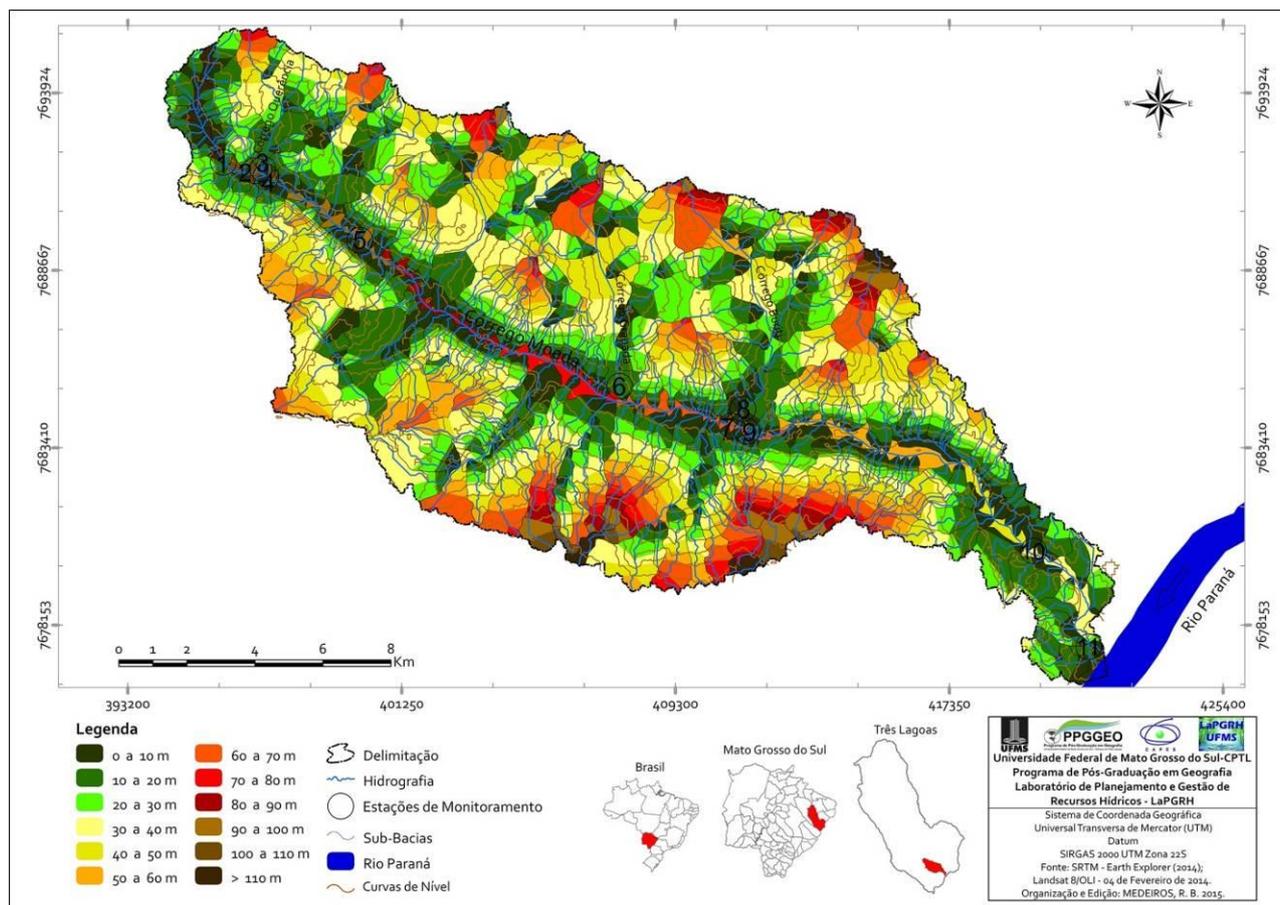
A rampa do terreno mais suave foi >1.500m, sendo encontrada, sobretudo nos maiores afluentes do médio curso do córrego Moeda, alcançando 1,43km<sup>2</sup> ou 0,59%, não sendo representativo em termos quantitativos na BHCM. Estas áreas podem ser analisadas como áreas de várzea ou locais com desnível suave, portanto, foi classificado como Peso 1. Locais que abrangeram esta classificação, principalmente na sub-bacia do córrego Granada e Buriti, **Figura 6**, a declividade é reduzida e as rampas alongadas.



**Figura 6** - Área próxima ao Ponto 8, caracterizada por Rampas Longas e Declividade Reduzida. **Fonte:** Próprio autor.

Na elaboração do mapa de Dissecação Vertical da BHCM, ficaram evidenciadas doze classes, levando em conta, que os pesos oferecidos são opostos aos dados na Dissecação Horizontal, ou seja, partem do Peso 1 ou Peso 12. As maiores dissecações verticais (em altitude) apresentam uma rampa mais ondulada e conseqüentemente, maior poder erosivo.

Partindo-se da metodologia de Spiridonov (1981), tendo 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). A **Figura 7** é possível a identificação das classes e na **Tabela 4** são representados os valores obtidos em km<sup>2</sup> e porcentagem para cada classe na BHCM.



**Figura 7:** Mapa de Dissecação Vertical da BHCM, Três Lagoas/MS.

**Fonte:** ArcGis 10®.

**TABELA 4**

Classes de Dissecação Vertical com suas respectivas Áreas em Km<sup>2</sup> e % naBHCM

Classes de Dissecação Vertical (metros)	Área (Km <sup>2</sup> )	Área (%)
0 a 10	25,63	10,35
10 a 20	47,65	19,22
20 a 30	40,15	16,20
30 a 40	46,00	18,57
40 a 50	32,08	12,96
50 a 60	21,03	8,49
60 a 70	15,33	6,19
70 a 80	7,50	3,06
80 a 90	4,30	1,74
90 a 100	3,73	1,51
100 a 110	1,98	0,80
> 110	2,26	0,91

**Fonte:** Próprio autor.

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 isso, abrangeu muitas áreas, contudo, por ser a primeira classe, está situada em limites de

menor extensão, fazendo com que não apresentasse uma área de maior considerável, alcançando 25,63km<sup>2</sup>, ou seja, 10,35%.

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 47,65km<sup>2</sup> ou 19,22%, figurando na classe de maior representatividade na BHCM.

Com relação a classe de 20 a 30m foi extensa sua área de abrangência, chegando à 40,15km<sup>2</sup> 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 46,00km<sup>2</sup> e 18,57%.

A classe de 40 a 50m apresentou 32,08km<sup>2</sup> 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 em conta que todas as classes possuem um peso em relação o 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 21,03km<sup>2</sup> 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 15,34km<sup>2</sup> ou 6,19%, portanto, não é representativo em todas as sub-bacias, sendo encontradas nas mais alongadas e nos principais afluentes da BHCM. O mesmo ocorre com a classe 70 a 80m, que alcançou 7,57km<sup>2</sup> ou 3,06% do total da bacia hidrográfica.

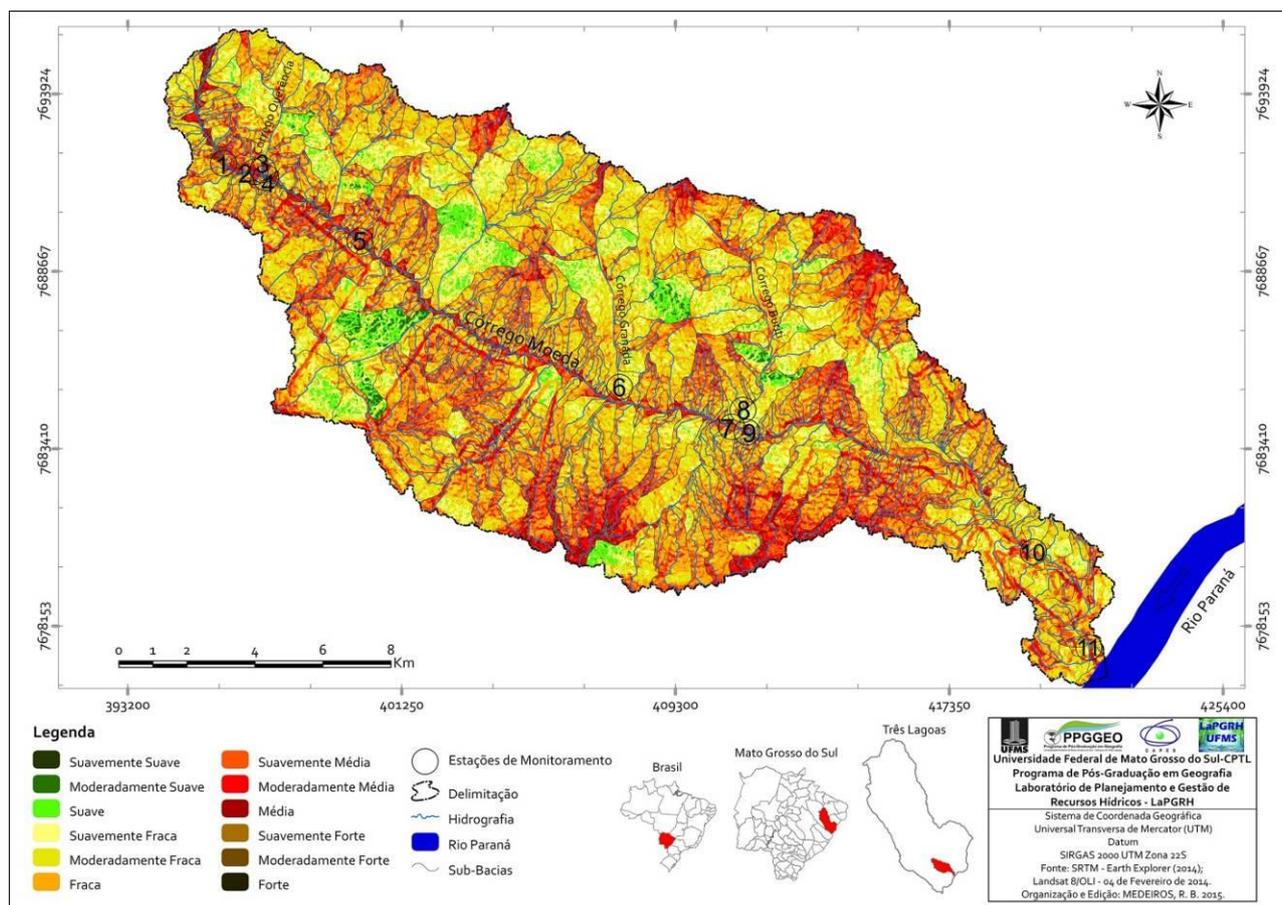
A classe que representa 80 a 90m abrangeu parte dos principais afluentes do médio curso da BHCM, não alcançando grandes valores de extensão (4,30km<sup>2</sup> ou 1,74%). Nestes locais também foram encontradas a classe (90 a 100m) que alcançou 3,73km<sup>2</sup> e 1,51% da área total.

Localizada também nestas áreas e nas proximidades dos pontos 2, 3 e 4 de monitoramento das águas superficiais, a classe 100 a 110m não alcançou grandes extensões, apenas 1,98km<sup>2</sup> e 0,80%. A classe que menos foi representativa de maneira geral, foi a 100 a 110 metros, chegando à 1,98km<sup>2</sup> 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 acima de 110m, apontando para 2,26km<sup>2</sup> e 0,91% do total da BHCM, pois com o nível de base mais distante, a força gravitacional do escoamento

superficial será maior, provocando no ambiente, uma propensão maior aos processos erosivos.

Através destas interações, a Energia Potencial Erosiva do Relevo da BHCM, (**Figura 8**), foi quantificada em doze classes analisando assim, a energia potencial erosiva da BHCM. Na **Tabela 5**, foram quantificados em km<sup>2</sup> e %, quanto cada classe ocupa na BHCM, visualizando as cores temáticas utilizadas, bem como sua nomenclatura.



**Figura 8** - Mapa de Energia Potencial Erosiva do Relevo da BHCM, Três Lagoas/MS. **Fonte:** ArcGis 10<sup>®</sup>.

**TABELA 5**

Classificação da Energia Potencial Erosiva com suas respectivas Áreas em Km<sup>2</sup> e %, na BHCM.

Classificação	Área (Km <sup>2</sup> )	Área (%)
Suavemente Suave	0,13	0,05
Moderadamente Suave	1,65	0,67
Suave	9,54	3,85
Suavemente Fraca	28,36	11,45
Moderadamente Fraca	63,57	25,67
Fraca	72,46	29,26
Suavemente Média	45,34	18,31
Moderadamente Média	19,55	7,89
Média	5,62	2,27
Suavemente Forte	1,11	0,45
Moderadamente Forte	0,16	0,07
Forte	0,15	0,06

**Fonte:** Próprio autor.

Com a elaboração do mapa de Energia Potencial Erosiva do Relevo é possível afirmar que a classe de maior extensão encontrada na BHCM é a classe Fraca, alcançando um total de 72,46km<sup>2</sup> ou 29,26%, sendo encontrada ao longo de toda a bacia hidrográfica. Outra classe que abrangeu grandes áreas é a Moderadamente Fraca com 63,57km<sup>2</sup> ou 25,67% do total da BHCM, entretanto, apesar de ser considerada “Fraca”, esse grau de energia potencial poderá ser prejudicial na perda de sedimentos, necessitando de controle e proteção, visando a minimização dos impactos que podem vir a ocorrer nestas áreas da BHCM.

A classe mais alta de Energia Potencial Erosiva do Relevo foi encontrada nas proximidades do ponto 1, compreendendo apenas 0,15km<sup>2</sup>, 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, através disto, apresentou reduzida extensão (0,16km<sup>2</sup>).

A classe Suavemente Média possuiu relativa extensão na BHCM, alcançando 45,34km<sup>2</sup> ou 18,31%, encontradas em locais ao longo de toda a bacia hidrográfica, especialmente nas áreas com declividade elevada, que necessitam de conservação dos solos e limitam sua utilização. A **Figura 9** mostra uma área classificada como Média, próximo ao ponto 11 e compreendeu 5,62km<sup>2</sup> ou 2,27% do total da BHCM.



**Figura 9** - Área no Baixo Curso da BHCM, Classificada como Energia Potencial Erosiva do Relevo Média. **Fonte:** Próprio autor.

Algumas estradas possuem problemas com degradações, apresentando uma energia potencial erosiva elevada, algumas 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, como pode ser visualizado através da **Figura 10**.

Este local apresenta uma declividade muito elevada em função da ponte e sua energia potencial é forte, elevando a perda de sedimentos em suas margens, sendo necessária alterações na forma de escoamento das águas, que estão elevando o potencial de erosão e provoca alterações no córrego Moeda.



**Figura 10** - Falta de Manutenção da Rodovia MS-395 acabou intensificando a Erosão na margem esquerda do Córrego Moeda. **Fonte:** Próprio autor.

Outras feições erosivas podem ser vistas ao longo da BHCM, como na **Figura 11**, que a ação das águas pluviais acabou causando problemas, ocasionando uma maior quantidade de sedimentos depositados e menos águas que infiltram, sendo que as pastagens compactadas sem manejo acabam deixando o solo desprotegido ao transporte de sedimentos e mais propício ao transporte laminar, causando estes processos erosivos e desequilíbrios neste ambiente.



**Figura 11** - Área de Dissecação e Retirada de Sedimentos, com erosividade Suavemente Média. **Fonte:** Próprio autor.

Desta forma, a identificação das áreas com maior potencial erosivo é necessária, principalmente quando é constatado de forma detalhada as declividades e dissecações horizontais e verticais existentes na BHCM, obtendo dados importantes que podem ser utilizados em futuros planejamentos ambientais.

#### 4. Conclusões

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 compõe o sistema BHCM, buscando um equilíbrio dos subsistemas.

O relevo na área de estudo, apresenta áreas, em sua grande maioria, com poucos desníveis, porém, algumas questões acabam agravando seu potencial erosivo, como as dissecações horizontais e verticais. 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 impõe 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 através 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.

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.

Tanto na declividade com na energia potencial erosiva do relevo, ficou corroborada a influência dos talhões de eucalipto, pois os mesmos deixaram indicadores geométricos que seguem o trajeto das estradas que margeiam os talhões, e que possuem uma declividade mais elevada e, conseqüentemente, elevam sua energia potencial erosiva do relevo.

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.

### Referências Bibliográficas

BERTONI, J. & LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. 6. Ed. São Paulo: Editora Ícone, 2008.

BOIN, M. N.; ZANATTA, F. A. S.; CUNHA, C. M. L. da. Avaliação da Morfometria do Relevo da Alta Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Areia Dourada, Marabá Paulista (SP). **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, n.36, v.2, p.5-26, ago./dez. 2014.

CASSETI, V. **Ambiente e apropriação do Relevo**. São Paulo: Contexto, 1995.

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.

De BIASE, M. O mapa clinográfico: os métodos de representação e sua confecção. **Revista de Geografia**, São Paulo, v. 6, p. 45-60, 1993.

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

FERREIRA, M. V.; TINÓS, T. M.; PINTON, L. de G.; CUNHA, C. M. L. da. A Dissecação Horizontal como Parâmetro Morfométrico para Avaliação do Relevo: Proposta de Técnica Digital Automática. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. v. 15, n<sup>o</sup> 4. 2014.

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

GUERRA, A. J. T; MENDONÇA, J. K. S. **Erosão dos solos e a questão ambiental.** Reflexões sobre a geografia física no Brasil. A. C. Vitte e A. J. T. Guerra (org.). Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

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

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos.** São Paulo: Oficina de Textos, 2002. 178 p.

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.

NASA. **Imagens de radar SRTM.** USSG: Science for a Changing World. Disponível em: <[http://dds.cr.usgs.gov/srtm/version2\\_1/SRTM3/South\\_America/](http://dds.cr.usgs.gov/srtm/version2_1/SRTM3/South_America/)>. Acesso em 25 de Dezembro de 2014.

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

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.

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.

THORNBURY, W.D. **Principles of geomorphology.** 2.ed. New York: J. Willey, 1966.

USGS – United States Geological Survey. **Earth Explorer.** Disponível em: <<http://earthexplorer.usgs.gov>>. Acesso em: 07 de Fevereiro, 2015.

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.

Recebido em: 21/10/2016

Aceito em: 23/02/2017