



**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VÁRZEA GRANDE- UNIVAG
GPA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, BIOLÓGICAS E ENGENHARIAS
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL**



APLICAÇÃO DE PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA, PARA A IDENTIFICAÇÃO DE PROCESSOS EROSIVOS NO CÓRREGO MATA FRIA, CHAPADA DOS GUIMARÃES, MT.

**Carmen Madalena da Silva
Claudete Márcia de Pinho
Ricarda Sene da S. Rondon
Rosana Silva de Souza**

Orientador: MSc. César Clemente Santos

RESUMO

A vulnerabilidade da paisagem à perda de solos são rupturas desencadeadas pela antropização do ambiente, caracterizando-se assim, uma nova organização dos fenômenos e dinâmicas nas formas espaciais que se materializam na paisagem. E atualmente, fora das áreas urbanas as ações degradantes podem ser observadas, até mesmo em Unidades de Conservação, onde se deveriam encontrar áreas preservadas, com corpos d'água excelentes condições ambientais. Atualmente existem diversas ferramentas para avaliação da vulnerabilidade das diversas áreas a processos erosivos, e estabilidade de taludes. Assim, o objetivo deste estudo foi aplicar um Protocolo de Avaliação Rápida (PAR) em um Córrego localizado no Parque Nacional de Chapada dos Guimarães, localizado no município de Chapada dos Guimarães, MT, como forma de identificar os possíveis agentes causadores de erosão hídrica. Foram escolhidos 16 pontos, sendo possível avaliar a situação de alteração ambiental de cada trecho selecionado. Os resultados demonstram 7 pontos considerados estáveis, 8 suscetíveis a erosão, e um ponto, o qual refere-se a nascente do córrego como instável segundo os parâmetros considerados pelo método utilizado.

Palavras-chave: Avaliação ambiental; Corpos d'água; PAR; Talude.

ABSTRACT

The vulnerability of the landscape to the loss of soils are ruptures triggered by the anthropization of the environment, characterizing, thus, a new organization of the phenomena and dynamics in the spatial forms that materialize in the landscape. And nowadays, outside of urban areas, degrading actions can be observed, even in Conservation Units, where preserved areas should be found, with water bodies having excellent environmental conditions. Currently there are several tools to evaluate the vulnerability of the various areas to erosive processes, and slope stability. Thus, the objective of this study was to apply a Rapid Assessment Protocol (PAR) in a stream located in the Chapada dos Guimarães National Park, located in the municipality of Chapada dos Guimarães, MT, as a way to identify possible agents that cause water erosion. Sixteen points were chosen, and it is possible to evaluate the environmental change situation of each selected section. The results show 7 points considered stable, 8 susceptible to erosion, and one point, which refers to the source of the stream as unstable according to the parameters considered by the method used.

Keywords: Environmental assessment; Water bodies; PAR; Slope.

1. INTRODUÇÃO

Desde sua existência, o homem mantém diversas relações de interação com o ambiente à sua volta, modificando e transformando-o de acordo com suas necessidades. A agricultura, pecuária, indústria e urbanização são algumas das principais problemáticas ambientais, por necessitarem de imediato o espaço físico e gerarem resíduos que muitas vezes são descartados de maneira inadequada (CARVALHO et al., 2011).

Não há ecossistemas que não tenha sofrido influência direta e/ou indireta do homem. Isso ocorre devido ao crescimento desordenado das cidades e crescimento urbano que conseqüentemente aumenta as atividades antrópicas sobre os recursos naturais; como por exemplo, a contaminação dos ambientes aquáticos, o desmatamento da vegetação nativa, a contaminação do lençol freático, o uso inadequado do solo, entre outros, é o que aumenta os processos erosivos, resultando assim na diminuição da diversidade de habitats e perda da biodiversidade (GOULART; CALLISTO, 2003).

Erosão pode ser definida como um conjunto de processos pelos quais os materiais terrosos e rochosos são desagregados, desgastados ou dissolvidos e transportados pela ação da água decorrente das chuvas causando assoreamento (IPT, 1986). Esse processo ocorre de forma natural, porém podem ser potencializadas por ação antrópica.

Por esse motivo, é crescente a exigência de se avaliar e supervisionar as mudanças ambientais e suas conseqüências sobre os recursos hídricos. De acordo com Rodrigues e Castro (2008), o monitoramento além de ser uma ferramenta fundamental de avaliação da saúde dos ecossistemas fluviais, tem fornecido recursos para uma análise integrada da qualidade destes ambientes.

A erosão hídrica é uma das principais formas de degradação do solo, acarretando prejuízos de ordem econômica, ambiental e social, além do prejuízo na reposição dos nutrientes perdidos, e outro grande problema decorrente é o assoreamento de corpos d'água (BAHIA, CURI; CARMO, 1992). Entende-se por assoreamento, quando a camada superficial do solo, que é a mais fértil, é arrastada e transportada pela chuva, empobrecendo o solo assoreando os corpos hídricos e como conseqüência são os alagamentos.

A perda da cobertura vegetal aumenta a quantidade e a velocidade dos pingos d'água, desta forma o solo perde consistência, pois a água que antes era absorvida pelas raízes agora escoava com velocidade formando um processo descontrolado de erosão. Contudo traz grandes prejuízos para o meio ambiente, pois atua no desgaste do solo, dificulta a manutenção de espécies de animais e vegetais, além de atrapalhar as atividades humanas. Assim, torna-se

importante identificar as áreas cujos solos sejam suscetíveis a esse tipo de erosão, sobretudo, em regiões onde não existem planos de conservação, bem como o estudo dos fatores e processos que possam agravar este fenômeno, visando à obtenção de uma metodologia de controle do mesmo (PARZANESE, 1991).

Protocolos de Avaliação Rápida (PAR's) são instrumentos viáveis de avaliação rápida e uma proposta metodológica que avalia de modo integrado os dados físicos que determinam a qualidade dos corpos d'água, permitindo a obtenção de informações que possibilitam o planejamento do uso e conservação dos recursos hídricos (RODRIGUES; CASTRO, 2008).

Segundo Rodrigues et al (2008), por definição, os PAR's são documentos de referência que reúnem procedimentos metodológicos aplicáveis à avaliação rápida, qualitativa e semi-quantitativa, de um conjunto de variáveis representativas dos principais componentes e fatores que condicionam e controlam os processos e funções ecológicas dos sistemas fluviais.

Assim sendo, por meio dos parâmetros avaliados no PAR, podem-se detectar os agentes estressores que causam perturbações na dinâmica fluvial decorrente das alterações antrópicas na paisagem a qual influencia direta e/ou indiretamente o funcionamento e a natureza dos corpos hídricos (RODRIGUES et al., 2010).

Estes protocolos são amplamente utilizados hoje em dia, e permitem a obtenção de dados em curto prazo e com custos reduzidos (KRUPEK, 2010). Estas técnicas incorporam uma série de atributos do habitat, os quais são pontuados ao longo do gradiente numéricos de ótimo a ruim, baseado na inspeção visual ou em uma quantidade mínima de medidas; visando avaliar a estrutura e o funcionamento dos ecossistemas aquáticos, contribuindo para o manejo e conservação dos mesmos, a partir da aplicação de protocolos simplificados com parâmetros de fácil entendimento e utilização (CALLISTO et al., 2002).

Conforme infere Bigarella (2003), em situação de processos erosivos intensificados a água concentrada por chuvas e por ação humana configura uma situação importante e preocupante, pois pode causar a desagregação e transporte do material erodido com grande facilidade devido alta velocidade do fluxo de água e eventual baixa resistência do material das margens dos cursos d'água.

Diante deste cenário, o objetivo deste estudo é analisar um trecho do Córrego da Mata Fria afluente do rio Coxipó, localizado no município de Chapada dos Guimarães, Estado de Mato Grosso, em relação a sua suscetibilidade a processos erosivos, utilizando-se para isto de um Protocolo de Avaliação Rápida (PAR) como forma de identificar possíveis agentes causadores de erosão hídrica.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

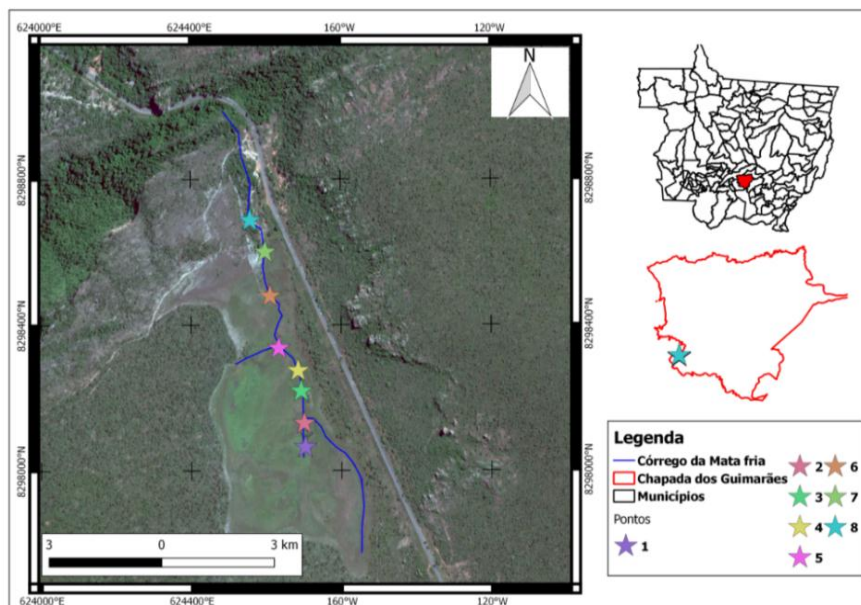
O Parque Nacional de Chapada dos Guimarães encontra-se inserido na área de Proteção Ambiental da Chapada dos Guimarães, com vegetação predominante de Cerrado dividido em vários estratos integrando vegetações arbóreas, arbustos e herbáceas (CHIARANDA, 2002). O clima incidente na Bacia Hidrográfica do Rio Cuiabá, segundo a classificação Köppen, é do tipo AW - Tropical Chuvoso (BRASIL, 1997), ou Tropical de Savana (BRASIL, 1982), cujo regime sazonal é controlado fundamentalmente por massas de ar originárias da zona tropical, sobretudo pelo Anticiclone do Atlântico Sul (NIMER, 1988).

A precipitação média anual é de 1.335 mm, com regime sazonal tipicamente tropical, cujo caráter deve-se aos sistemas regionais de circulação atmosférica (NIMER, 1988), com distribuição não homogênea e diretamente relacionada com o relevo (BRASIL, 1997). O regime de precipitação apresenta dois períodos distintos: chuvoso, outubro a abril, e seco, maio a setembro. A temperatura média anual é de 25°C em acentuada correlação inversa com a altitude (BRASIL, 1997; MUSIS, 1997), a maior média anual ocorre na Depressão Cuiabana e decresce à proporção que se afasta para o Planalto dos Guimarães.

Destaca-se por ser uma área de mananciais, com boa disponibilidade hídrica superficial e por exibir notável biodiversidade (refúgio de bioma florestal) e potencial geoturístico. Entretanto, apresenta terrenos com moderada à alta suscetibilidade à erosão laminar ou movimentos de massa (deslizamentos rasos) em solos pouco espessos, e como características são arenosos e permeáveis (ORLANDI FILHO; TRAININI, 2002).

A Bacia do Rio Cuiabá possui cerca de 4200 km de rede de drenagem, tendo como cursos d'água principal os rios Cuiabá da Larga e Cuiabá do Bonito, todos de águas perenes, assim como os seus principais tributários (CHIARANDA, 2002).Dentre estes tributários destaca-se o Córrego da Mata Fria (Figura 1), localizado no Parque Nacional de Chapada dos Guimarães, afluente do Rio Claro, cujo comprimento total aproxima-se entre 1600 metros, possuindo um curso d'água principal com cerca de 1030 metros, destacando-se como de segunda ordem.

Figura 1- Localização do Córrego da Mata Fria e pontos de monitoramento, Parque da Chapada dos Guimarães, MT, Brasil.



Fonte: SANTOS(2017).

Para aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida (PAR), destinado a identificação o grau de suscetibilidade a erosão, foram mapeados 8 pontos de montante a jusante no final do período chuvoso, conforme descritos na Tabela 01.

Tabela 1- Descrição dos pontos de monitoramento do Córrego da Mata Fria, Parque da Chapada dos Guimarães, Chapada dos Guimarães, MT, Brasil.

Pontos	Coordenadas UTM		Descrição
	X	Y	
P1	624704	8298064	Montante
P2	624701	8298130	Conexão curso 1ª ordem
P3	624693	8298218	Trecho retilíneo
P4	624685	8298274	Trecho com meandros
P5	624634	8298336	Conexão curso 1ª ordem
P6	624611	8298479	Trecho com curvas/ meandros
P7	624598	8298600	Trecho com queda d'água
P8	624558	8298687	Jusante

O ponto 1 está localizado em uma área alagável com a predominância de vegetação nativa do tipo gramínea, e surgência de água (nascente). Já os pontos 2, 3 e 4 apresentaram a predominância gramínea nativa, porém o aspecto do solo mais seco em virtude do desnível do terreno e mudança no relevo.

Os pontos 5 e 6 apresentaram sinuosidades mais acentuada no curso d'água, ocasionando a diminuição da velocidade da água, e a mudança do substrato vegetal de gramíneas para arbustos. O ponto 7 apresenta solo exposto com afloramento rochoso visível, no ponto 8 foi identificado a presença dominante da *Dicranopteris nervosa* (samambaias), árvores, arbustos dando origem a uma mata de galeria.

2.2 Aplicação do protocolo de avaliação rápida (PAR)

No presente estudo, o protocolo utilizado por Monteiro (2014) avaliou 7 (sete) parâmetros ambientais, sendo eles:

- Vegetação: observação da ausência (vegetação inexistente) e a presença de vegetação. Em caso de presença de vegetação na área, foi descrito o corte da vegetação diferenciando-o em: arbórea (com altura ≥ 3 m, arbustiva (com altura entre 3 e 1 m), gramínea e, herbácea (incluindo as poáceas) (com altura abaixo de 1 m);
- Textura do solo: observação do talude é classificada, visualmente, como rochosos, argiloso e arenoso;
- Trecho do rio: verificação do trecho em avaliação encontrava-se em um trecho retilíneo, no raio externo ou no raio interno de uma curva (meandros);
- Inclinação do talude (graus): observado se o talude apresenta uma inclinação $\leq 30^\circ$, $>30^\circ$ e $<90^\circ$, e, $\geq 90^\circ$ (neste caso serão incluídos os taludes “solapados”);
- Profundidade do solo no talude (m): obtenção por meio do perfil do próprio talude, desde a porção superior do talude até o leito do curso d'água, enquadrado em 4 (quatro) classes distintas: <50 cm, entre 50 e 100 cm, ≥ 100 a 150 cm e, > 150 cm.
- Largura do rio (m): análise em linha reta entre os taludes, a qual teve como referência a largura do leito regular com cinco possíveis classes de classificação: ≤ 10 , entre 10 e 50, entre 50 e 200, entre 200 e 600 e >600 ;
- Uso atual do solo: classificação pelo seu tipo de uso como: agricultura, pastagem ou campo nativo, floresta plantada, floresta nativa, área de construção rural, área urbana, açudes e barragens.

Aplicação do PAR descrita por Monteiro (2014) analisa os sete parâmetros dividindo-os em margem direita e esquerda, neste sentido os oito pontos analisados resultaram em um total de 16 unidades amostrais.

As avaliações de campo foram realizadas através de verificação visual da condição física do ambiente avaliado, os parâmetros que compuseram o PAR foram caracterizados conforme planilha de campo (ANEXO 1).

O resultado do estudo foi obtido através da atribuição de notas com peso de 0 a 4 a cada um dos 7 parâmetros, onde cada peso corresponde a uma categoria de influência que o parâmetro exerceu sobre talude em sua respectiva unidade amostral, conforme descrito na Tabela 2.

Tabela2 - Interação dos parâmetros do Protocolo de Avaliação Rápida (PAR) e categorias de influência dos mesmos sobre a suscetibilidade à erosão de taludes fluviais.

PARÂMETROS	Grau de influencia				
	Não influente	Influencia fraca	Influencia moderada	Influencia forte	Preponderante
	Pesos				
	0	1	2	3	4
Vegetação	Arbórea arbustiva	-	-	Herbácea	Inexistente
Textura do solo	Rochoso	Argiloso	Arenoso	-	-
Trecho do curso	-	Raio interno da curva	Retilíneo	-	Raio externo da curva
Inclinação do talude (graus)	-	-	$\leq 30^\circ$	$>30^\circ$ e $<90^\circ$	$\geq 90^\circ$
Profundidade do solo no talude (m)	-	< 50	Entre 50 e 100	≥ 100 a 150	>150
Largura do curso d'água (m)	-	≤ 10 e entre 10 e 50	Entre 50 e 200 Entre 200 e 600 >600	-	-
Uso atual do solo	Floresta nativa	-	Floresta plantada	Pastagem ou campo nativo	Agricultura/
					solo exposto/pavimentado (área urbana e área construída no meio rural)

Fonte: MONTEIRO (2014).

Na atribuição dos pesos são determinados 5 graus de influência, divididos de acordo com a influência que cada categoria exerce sobre o talude a ser avaliado, sendo elas:

1. Não influente, é a presença de dada categoria do parâmetro não aumenta nem diminui a suscetibilidade de erosão do talude fluvial.
2. Influencia fraca, é a presença de dada categoria do parâmetro torna fraca a suscetibilidade à erosão do talude fluvial.
3. Influencia moderada, é a presença de dada categoria do parâmetro torna moderada a suscetibilidade à erosão do talude fluvial.
4. Influencia forte, é a presença de dada categoria do parâmetro torna forte a suscetibilidade à erosão do talude fluvial.
5. Preponderante, é a categoria do parâmetro é a principal a ser observada, ou seja, e a categoria, que em qualquer situação exercerá influência sobre a erosão do talude fluvial.

A metodologia atribui pesos para cada categoria dos parâmetros avaliados separadamente, para a margem direita (D) e a margem esquerda (E) do curso d'água a ser analisado. Cada categoria recebeu um peso relacionado à sua influencia sobre a suscetibilidade a erosão, para em posterior efetuara somatória das notas, que podem variar entre o mínimo de 5 e o máximo de 26 pontos. Os resultados foram classificados em três categorias organizadas em intervalos iguais a 7 pontos, onde as mesmas receberam uma denominação, de acordo com seu grau de suscetibilidade a erosão (Tabela 3).

Tabela 3 - Intervalo de classe do resultado final do Protocolo de Avaliação Rápida (PAR) e suas respectivas categorias de suscetibilidade a erosão de taludes fluviais.

<i>I</i>	Categorias	Classe
1	5 F 12	Estável
2	12 F 19	Suscetível
3	19 F 26	Instável

Fonte:MONTEIRO (2014).

Através do coeficiente de correlação de Pearson, analisaram-se cada ponto amostral aos pares (dois a dois), para verificar se houve semelhanças entre eles, quanto ao comportamento dos parâmetros analisados nos 16 pontos. Para identificar a similaridade entre os pontos foi confeccionado um Dendrograma orientado de forma horizontal utilizando a

análise de conglomerados, sendo método de agregação com base na média dos pontos, com tipo de distância Euclidiana, considerando a standardização das variáveis, para verificação de similaridade entre os valores dos aspectos analisados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O protocolo de avaliação rápida de processos erosivos aplicado nos 8 pontos direita e esquerda, assim totalizando em 16 pontos preestabelecidos no córrego Mata Fria, mostrou que 43,75% dos pontos analisados estão estáveis a ocorrência de processos erosivos, 50% estão suscetíveis a processos erosivos e 6,25% apresenta instabilidade a geração de processos erosivos conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 - Resultados do Protocolo de Avaliação Rápida (PAR) aplicados em 8 unidades amostrais, a direita e esquerda de cada unidade, no córrego Mata Fria, Parque da Chapada dos Guimarães, Chapada dos Guimarães, MT, Brasil.

Ponto	Trecho do Curso D'água	Solo	Profundidade de talude do solo	Inclinação do talude	Vegetação	Uso do Solo	Soma	Categorias
M1D	4	2	4	3	3	3	19	Instável
M1E	1	2	4	3	3	3	16	Suscetível
M2D	4	2	2	2	3	3	16	Suscetível
M2E	1	2	1	3	3	3	13	Suscetível
M3D	2	1	2	3	3	3	14	Suscetível
M3E	2	1	1	3	3	3	13	Suscetível
M4D	4	1	2	3	3	3	16	Suscetível
M4E	1	1	2	2	3	3	12	Estável
M5D	4	0	1	2	3	3	13	Suscetível
M5E	1	0	1	2	3	3	10	Estável
M6D	2	0	1	2	3	3	11	Estável
M6E	2	0	1	2	3	3	11	Estável
M7D	4	0	1	2	0	3	10	Estável
M7E	1	0	1	2	3	3	10	Estável
M8D	4	2	4	4	0	3	17	Suscetível
M8E	1	2	2	3	0	3	11	Estável

Verificando o ponto 1(M1D) localizada no primeiro trecho do rio, nascente, foi considerada como instável, obteve a maior soma dos parâmetros, 19 pontos. O trecho do curso d'água possui curvaturas de raio externo, que tem respectiva perda de velocidade referente ao raio interno. A curvatura vertical relaciona-se com os processos de transporte e acumulação de água, minerais e matéria orgânica no solo. Assim, as formas das vertentes poderá ser um indicativo da dinâmica erosiva da área abordada (VALERIANO, 2008b).

Os ataques ao solo e deslizamentos nos raios externos produzem os sedimentos que se depositam no raio interno das curvas de montante para jusante do curso d'água, à medida com que vai ocorrendo os deslizamentos e o carreamento de materiais sedimentares, o curso d'água fica vulnerável a ações erosivas. Pode ocasionar à maior fragilidade a erosão, ocasionando em consequência o assoreamento por conta do deposito de materiais particulados. Outro fator importante na identificação do ponto M1D como instável é a declividade do talude, classificada entre 30 e 90°. Esta declividade está relacionada diretamente com a velocidade da água, fazendo com que o movimento de sedimentos atinja o leito do curso d'água assoreando o mesmo, o que pode contribuir para a destabilização do talude e resulta no desenvolvimento do regime de escorregamento de massa, que induz a desagregação do solo disposto sob a formação rochosa.

A profundidade do solo no talude é inferior a 150 cm, e influência diretamente os aspectos como capacidade de armazenamento de água, podendo ser constatada pelo indicativo do substrato de matéria orgânica presente neste ponto, conforme ilustrada na Figura 02. Ressalta-se ainda que, a presença ou ausência da vegetação assim como o tipo, são fatores determinantes para intensificar ou não os processos erosivos.

A vegetação é predominada por herbáceas nativas (Figura 03), que desempenha um importante papel na proteção dos movimentos do solo, mas não o suficiente para evitar tal acontecimento. Assim, a ausência de espécie mais densa favorece os riscos de erosão, pois é o desenvolvimento radicular que promove à estabilidade do solo. Analisando este parâmetro Durlo e Sutili (2012) comentam que o principal agente de denudação é a água, mesmo que em certas regiões, principalmente naquelas desprovidas de vegetação, o vento também possa ser um agente de importância. No entanto, em casos, onde a área esteja coberta por uma densa vegetação, como exemplo uma floresta tropical, as ações da erosão são minimizadas. No local predomina o campo nativo e as pastagens, observando-se um conjunto de características que colaboram para a instabilidade do ponto.



Figura 02 - Solo arenoso do ponto 01.



Figura 03 – Vegetação M1D e M1E.

As margens identificadas como M1E, M2D, M2E, M3D, M3E, M4D, M5D e M8D, foram caracterizadas como suscetíveis a processos erosivos, sendo que destas a margem M8D apresentou o somatório de 17 pontos para os parâmetros avaliados; seguido das margens M1E, M2D e M4D, que obtiveram escore 16 pontos de acordo com os parâmetros avaliados.

Quando atribuem os pesos dos parâmetros nestes pontos, percebe-se a semelhança entre eles, porém o destaque é a curvatura do talude e a forma côncava do mesmo, como mostra a figura 04 do ponto M2D. Frente a isto, remete-se à Casseti (1995) para sustentar a postura que os segmentos côncavos das vertentes apresentam maior vulnerabilidade à perda de solos, em virtude da ocorrência dos fluxos convergentes e concentrados do escoamento superficial. Haja vista que o autor destaca que forma geométrica da vertente apresenta uma significativa participação no balanço morfogenético.

E sendo assim, nas porções côncavas das vertentes verificam-se tendências à concentração do escoamento superficial, desse modo o aumento do fluxo de água potencializa o transporte de material detrítico de dimensões maiores, resultando assim, na remoção e deslocamento das partículas superficiais do solo, o que contribui para a erodibilidade.

Neste sentido, Silva Neto (2013) infere que nas porções côncavas das vertentes verificam-se tendências à concentração do escoamento superficial, desse modo o aumento do fluxo de água potencializa o transporte de material detrítico de dimensões maiores, resultando deste modo, na remoção e deslocamento das partículas superficiais do solo, para um canal de drenagem á jusante.

Referente ao trecho do curso d'água os pontos M3E e M3D apresentaram o trecho retilíneo (fig. 05), tendo grau de influência moderado para processos erosivos, colaborando por meio da velocidade com que a água carrea e deposita os sedimentos nos chamados ambientes de sedimentação. À medida que o sedimento continua a se acumular, as camadas de sedimento são sujeitas a compactação pelo peso dos sedimentos sobrepostos.



Figura 04 – Curvas acentuadas da M2D.



Figura 05 – Trecho retilíneo da M3D.

A textura do solo nos pontos M2D, M2E é arenosa e nos pontos, M3D, M3E, M4D e M4E apresentaram-se argilosas, que têm menos influencia no processo erosivo. E de acordo com Araújo (2000) os solos mais arenosos se desagregam mais facilmente que os solos argilosos, logo, a textura é uma característica que condicionam a erosão.

A M8D apresentou a segunda maior pontuação na somatória de parâmetros avaliados, 17 pontos. Foi o ponto com maior inclinação de talude classificado em maior que 90°. Bloom (1970) definiu as encostas quanto ao eixo vertical em perfil convexo, dominadas por rastejamento e predomínio de escoamento superficial, de perfil côncavo como predomínio transporte e acumulação detrítica.

Silva et al. (2007) definiram os perfis das vertentes convexo por apresentarem em seus trechos baixos, próximos da base declividades acentuadas, enquanto que nos trechos médios apresentam declividades menores e nos topos apresentam declividades quase nulas. Os perfis côncavos caracterizam-se por apresentar próximo da base declividades baixas, nos trechos médios do perfil apresenta declividades moderadas e próximas aos topos com declividades acentuadas.

A cobertura do solo é composta por vegetação arbórea não influencia no processo erosivo seguindo a definição da tabela 02, isso porque a vegetação faz a interceptação das gotas de chuva, que propicia na diminuição da velocidade da água, minimiza o carreamento de materiais particulado e ajuda no processo de infiltração de água no solo.

O solo apresenta grau de influencia forte, caracterizado como arenoso. Os solos do Bioma do Cerrado são geralmente profundos, amarronzados, de cor vermelha ou vermelha amarelada, porosos, permeáveis, bem drenados e, por isto, intensamente lixiviados. Em sua textura predomina, em geral, a fração areia, vindo em seguida à argila e por último o silte. O solo arenoso possui 70% de areia e outros compostos em menor percentual, logo, apresentam alto risco de sofrer o processo erosivo, pois são de baixa resiliência e os grãos de areia são facilmente destacados pela ação da água, pois são aptos nesses processos.

Inclinação do talude é de grau de influência preponderante nos processos erosivos. Já a vegetação não influenciou para na formação de processos erosivos, por ser composta por vegetação arbustiva e serapilheira, como mostra nas Figuras 06 e 07, este tipo de vegetação contribui para a estabilidade do talude. Ressalta-se que o referido ponto amostral apresenta características que indicam suscetibilidade a erosão, por consequência especialmente da inclinação do talude.



Figura 06 – Curso d'água no ponto 8.



Figura 07 – Vegetação e inclinação de talude da M8D.

Os pontos M4E, M5E, M6D, M6E, M7D, M7E e M8E, apresentaram as menores pontuações; de acordo com a soma dos parâmetros utilizados para avaliação, e sendo, portanto todos identificados como estáveis, logo, apresentam condições ambientais favoráveis aos resultados apresentados.

Destaca-se que o local apresenta considerável fluxo de pessoas, a fim de atender as necessidades, haja vista que é bastante conhecido pelos frequentadores, pois além de ser um ponto turístico propício para banho, é muito visitado para realizações de rituais religiosos, especialmente nos pontos M7D e M7E, que se apresenta como estável especialmente por ser um local com solo caracterizado como rochoso e sem declividades.

A estabilidade do terreno se dá pelas pontuações de declividade do talude e profundidade do solo, que de acordo com as características estabelecidas pela Tabela 2, tem influencia fraca, a qual corresponde o estado de equilíbrio ou de estabilização.

A vegetação do talude tem efeito benéfico, que resulta em um aumento da secção da vazão, podendo ter inclusive, o efeito de renovação e estímulo ao enraizamento, o que proporciona ao longo do tempo mais estabilidade. Filho e Virgili (1998 *apud* PINHEIRO, 2000) consideram a vegetação como sendo um fator especial condicionando estabilidade de um curso de água.

Schettert (2015) identificou que a presença de vegetação herbácea influencia fortemente no processo erosivo sendo representado por 65 pontos analisados na micro bacia do Arroio Val de Buía. Desta maneira, associando a vegetação com uso do solo, é possível constatar que apresentam comportamento de "abertura" em todos os pontos identificados como suscetível.

A análise de variância (One-Way ANOVA) evidenciou que existe diferença significativa entre os parâmetros analisados, e que os mesmos influenciam diretamente nos resultados da classificação do estado do processo erosivo, entre os pontos analisados, valores

esses identificados pelo F observado de 7,9, maior que $F_{crítico}$ de 2,31 e o valor de $p\text{-value}$ (valor-P) 0,000003 menor que α (0,05).

Tal observação também pode ser comprovada pelo teste de *Student*, no qual comprova que o parâmetro solo, é o que se diferencia dos demais parâmetros na classificação dos pontos analisados, assim demonstrando que este parâmetro é o mais importante quando relacionado aos demais (Tabela 05).

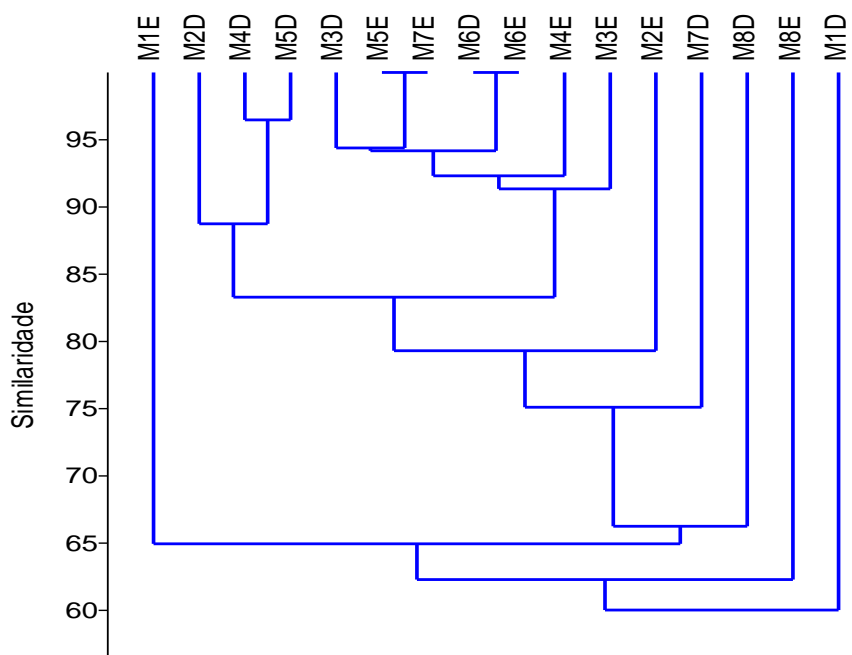
Tabela 05 - Análise de comparações múltiplas entre os parâmetros aplicados aos 16 pontos de amostragem do córrego Mata Fria, Parque da Chapada dos Guimarães, Chapada dos Guimarães, MT, Brasil. *Valores significativos em 5% de probabilidade (Teste T de Student $p < 0,05$).

	Trecho do Curso D'água	Solo	Profundidade de talude do solo	Inclinação do talude	Vegetação	Uso do Solo
Trecho do Curso D'água		<0,001*	0,74	1,00	1,00	0,84
Solo	5,33		0,17	<0,001*	<0,001*	<0,001*
Profundidade de talude do solo	1,94	3,39		0,42	0,64	0,12
Inclinação do talude	0,73	6,06	2,67		1,00	0,98
Vegetação	0,24	5,57	2,18	0,48		0,91
Uso do Solo	1,70	7,03	3,63	0,97	1,45	

Comparando a similaridade dos parâmetros analisados nos 16 pontos amostrais, verificou-se correlação positiva e significativa, sendo o valor de r: 0,56, divididos em 15 grupos. Portanto de acordo com a correlação de Pearson, alguns pontos apresentaram uma similaridade acima de 95%, como é o caso dos pontos M5E e M7E, M6E e M6D, M4D e M5D, identificados na Figura 08.

Ainda no que se refere ao ponto M1D classificado como instável a correlação evidenciou que o mesmo possui menor similaridade em relação aos outros pontos, podendo confirmar que a metodologia proposta possui sua aplicabilidade no diagnóstico a identificação de processos erosivos.

Figura 08 – Correlação de Pearson das unidades amostrais do córrego Mata Fria, Parque da Chapada dos Guimarães, Chapada dos Guimarães, MT, Brasil.



4. CONCLUSÃO

A aplicação do PAR em 16 pontos do Córrego da Mata Fria demonstrou considerável suscetibilidade a processos erosivos e instabilidade de taludes, em mais da metade dos trechos analisados, incluindo-se a nascente de tal córrego, a qual apresenta ausência da vegetação mais densa o que é um fator determinante para intensificação de processos erosivos.

Dos pontos avaliados os que obtiveram maior somatória de parâmetros assim indicando riscos de erosão são aqueles que apresentam atualmente uma predominância de campo nativo e pastagens, indicando, portanto características que colaboram para a incidência de processos erosivos, bem como a situações de instabilidade.

Nos 7 pontos no trecho do referido córrego, apresentam condições consideravelmente boas, ou seja, estáveis. Todavia ressalta-se que os processos geomorfológicos estão constantemente em ação, dando à paisagem um caráter temporário e variável.

Uma previsão da perda de solo através da erosão pluvial em determinada área é sempre muito importante para que se possa avaliar a gravidade da situação enfrentada e suas possíveis consequências. Neste sentido, constatou-se que o PAR pode ser considerado um

método eficiente tanto por sua fácil aplicabilidade, quanto como auxiliar nas tomadas de decisão nos processos de gerenciamento ambiental, frente aos resultados obtidos.

Assim, referindo-se aos procedimentos metodológicos adotados para desenvolvimento do presente estudo, isto é, a aplicação do PAR, observa-se que os resultados foram satisfatórios na perspectiva de avaliar o referido córrego quanto a sua vulnerabilidade a processos erosivos, permitindo assim, obter informações que possibilitem o planejamento do uso e conservação do corpo d'água em questão, uma vez que o local está aberto ao público.

5. REFÊRENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ARAÚJO, Rodrigo da Cruz de. **Estudo da erodibilidade de solos da formação barreiras - RJ**. 2000. Dissertação (Mestrado). Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro - PUC-RJ. Rio de Janeiro, 2000, 169p.

BAHIA, V. G.; CURI, Nilton; CARMO, D. N. Fundamentos da erosão do solo. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 16, n. 176, p. 25-31, 1992.

BIGARELLA, J. J. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. Florianópolis: UFSC, 2003. v. 3.

BLOOM, A. L. **Superfície da terra**. São Paulo: Edgard Blücher, 1970.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia, Departamento Nacional da Produção Mineral. **Projeto RADAM BRASIL. Folha SD 21 - Cuiabá, Levantamento dos recursos naturais**. Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia – Departamento da Produção Mineral. 1982, 526p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. (1997) **Plano de conservação da Bacia do Alto Paraguai: diagnóstico dos meios físicos e biótico**. Meio físico. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, Programa Nacional do Meio Ambiente. v.2, t.1. 334p

CALLISTO, Marcos; et al. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). **Acta Limnológica Brasiliensia**, Rio Claro, v. 34, n. 1, p. 91-98, 2002. Disponível em: <[http://www.ablimno.org.br/acta/pdf/acta_limnologica_contents1401E_files/resumo%2010_14\(1\).pdf](http://www.ablimno.org.br/acta/pdf/acta_limnologica_contents1401E_files/resumo%2010_14(1).pdf)> Acesso em: 10 Jun. 2017.

CARVALHO, José Ribamar Marques de. et al. Proposta e validação de indicadores hidroambientais para bacias hidrográficas: estudo de caso na sub-bacia do alto curso do Rio Paraíba, PB. **Soc. & Nat.**, Uberlândia, ano 23, n. 2, 295-310, maio/ago. 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sn/v23n2/a12v23n2.pdf>> Acesso em: 18 Jun. 2017.

CASSETI, V. **Ambiente e apropriação do relevo**. 2. ed. São Paulo: Contexto, 1995.

CHIARANDA, Roberto. **Usos da terra e avaliação da capacidade potencial de armazenamento de água da Bacia do Rio Cuiabá - MT.** 2002. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal). Universidade Federal do Paraná - UFPR. Programa de Pós Graduação em Ciências Florestais. Curitiba (PR): Universidade Federal do Paraná. 2002. 362p.

DURLO, M. A. Biotécnicas no manejo de cursos de água. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, v. 21, n. 2, p. 81-90, 2000.

DURLO, Miguel Antão; SUTILI, Fabrício Jaques. **Bioengenharia: Manejo Biotécnico de Cursos de Água.** Santa Maria: Edição do Autor, 2012. 189 p

GUERRA, A. J. T. Processos erosivos nas encostas. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994. p. 149-209.

GOULART, Michael Dave; CALLISTO, Marcos. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudo de impacto ambiental. **Revista da FAPAM**, ano 2, v. 2, n. 1, 2003. Disponível em: <<http://www.urisan.tche.br/~briseidy/P%F3s%20Licenciamento%20Ambiental/bioindicadores%2019.10.2010.pdf>> Acesso em: 10 Jun. 2017.

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. **Orientações para o combate à erosão no Estado de São Paulo, Bacia do Peixe – Paranapanema.** Departamento de Águas e Energia Elétrica. v.6. (IPT, relatório, 24.739), (C.P; ME), São Paulo, SP. 1986.

KRUPEK, Rogério Antonio. Análise comparativa entre duas bacias hidrográficas utilizando um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats. **Ambiência**, Guarapuava, vol. 6, num. 1, p. 147-158, 2010. Disponível em: <<http://revistas.unicentro.br/index.php/ambiencia/article/view/981/989>> Acesso em: 12 Jun. 2017.

MONTEIRO, Josita Soares. **Indicadores de Fragilidade a Erosão no apoio a Definição de áreas de preservação Permanente em Rios.** 2014. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal). Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Centro de Ciências Rurais. Santa Maria-RS: Universidade Federal de Santa Maria. 2014. 171p.

MUSIS, Carlos Ralph de. **Caracterização climatológica da Bacia do Alto Paraguai.** 1997. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT. Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária. Cuiabá (MT): Universidade Federal de Mato Grosso, 1997. 65p.

NIMER, Edmon. Clima. In: DUARTE, Aluizio Capdeville. (Coord.). **Geografia do Brasil: região Centro Oeste.** Rio de Janeiro: IBGE, 1988. p.23-34.

PINHEIRO, R. J. B. et al. **Estudo de alguns casos de instabilidade de encosta da Serra Geral no Estado do Rio Grande do Sul.** 2000. Tese (Doutorado em Engenharia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRS. Escola de Engenharia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Porto Alegre, 2000. 318p.

RODRIGUES, A. S. L.; CASTRO, P. T. A. Protocolos de avaliação rápida: instrumentos complementares no monitoramento dos recursos hídricos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 13, n. 1, p. 161-170, 2008.

RODRIGUES, Aline Sueli de Lima; MALAFAIA, Guilherme; CASTRO, Paulo de Tarso Amorim. Avaliação ambiental de trechos de rios na Região de Ouro Preto – MG através de um protocolo de avaliação rápida. **ReA - Revista de Estudos Ambientais**, vol.10, num. 1, p. 74-83, 2008. Disponível em: <<http://proxy.furb.br/ojs/index.php/rea/article/view/904/683>> Acesso em: 18 Jun. 2017.

RODRIGUES, Aline Sueli de Lima; MALAFAIA, Guilherme; CASTRO, Paulo de Tarso Amorim. A importância da avaliação do habitat no monitoramento da qualidade dos recursos hídricos: uma revisão. **Sabios**, vol. 5, num. 1, p. 26-42, 2010. Disponível em: <<http://revista.grupointegrado.br/revista/index.php/sabios2/article/view/537/302>> Acesso em: 18 Jun. 2017.

SILVA, A. M. et al. **Hidrossedimentologia em bacias hidrográficas**. 2. ed. São Carlos: RIMA, 2007.

SILVA NETO, João Cândido André da. Avaliação da vulnerabilidade à perda de solos na bacia do rio Salobra, MS, com base nas formas do terreno. **Geografia**, Londrina, v. 22, n. 1, p.05-25 jan/abr. 2013. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/article/viewFile/12722/14443>> Acesso em: 18 Nov. 2017.

SCHETTERT, T. F. **Protocolo de Avaliação Rápida de Indicadores de erosão em taludes fluviais: subsídios para aplicação do Método Monteiro**. 2015. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídrico e Saneamento Ambiental). Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil. Santa Maria, 2015, 70p.

ORLANDI FILHO, V.; TRAININI, D. **Mapa Geoambiental**. Zoneamento EcológicoEconômico da Região Integrada de Desenvolvimento do Entorno do Distrito Federal (ZEE RIDE Brasília), Brasília, CPRM-DEGET. 2002. Disponível em: <http://cpm.gov.br/publique/media/SIG_CBG_resumo_exp.pdf> Acesso em: 09 Nov. 2017.

PARZANESE, Giovanna Antonia Cavaliere. **Gênese e Desenvolvimento de Voçorocas em Solos Originados de Rochas Granitóides na Região de Cachoeira do Campo, Minas Gerais**. 1991. Dissertação (Mestrado em Geomorfologia) Universidade Federal de Viçosa - UFV, Viçosa (MG): Universidade Federal de Viçosa. 1991, 117p.

VALERIANO, M. M. Dados topográficos. In: FLORENZANO, T. G. (Org.). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008b.

VALERIANO, M. M. **Topo data: guia para utilização de dados geomorfológicos locais**. São José dos Campos: INPE, 2008a.

ANEXO A - Planilha de Campo

Ponto N°		Coordenadas do ponto:		Descrição:					
PARÂMETRO		Situação no ponto		PARÂMETRO		Situação no ponto		Velocidade da água com micromolinete (n° de rotações/minuto)	
		Margem Direita	Margem Esquerda			Margem Direita	Margem Esquerda	Tempo (min)	N° de rotações
Trecho do curso	Retilíneo			Uso atual do solo	Agricultura				
	Raio interno da curva				Pastagem ou campo				
	Raio externo da curva				Floresta plantada				
Largura do rio (m)	≤10				Área constr. (rural)				
	Entre 10 e 50				Área urbana				
	Entre 50 e 200			Açudes e barragens					
	Entre 200 e 600			s/ regeneração					
	>600			c/ regeneração					
Altura do talude (m)					s/ serapilheira				
Solo	Rochoso			c/ serapilheira					
	Argiloso			pisoteio					
	Arenoso			Relevo					
Profundidade do solo no talude (cm)	<50			Drenagem					
	50 a 100			Sinais de erosão					
	100 a 150			Pedregosidade					
	>150			Rochosidade					
Inclinação do talude	≤30°			Complexidade do terreno					
	>30° e <90°			(há variações de solos em curto espaço ou há irregularidade do terreno?)					
	90°			Obs:					
Vegetação	Arbórea								
	Arbustiva								
	Herbácea								
	Gramínea								
inexistente (solo exposto)									

