

## A ANÁLISE MULTIFATORIAL UTILIZADA NA DETERMINAÇÃO DA SUSCETIBILIDADE À OCORRÊNCIA DE MOVIMENTOS EM MASSA NA BACIA DO RIO ARAGUARI-MG.

Pinese Junior, J.F. (UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA) ; Andrade, I.F. (UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA) ; Pedrosa, A.S. (UNIVERSIDADE DO PORTO) ; Rodrigues, S.C. (UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA)

### RESUMO

O objetivo do trabalho é mapear a susceptibilidade à ocorrência de movimentos de massa na Bacia Hidrográfica do Rio Araguari a partir da interpolação dos fatores: solo, declividade, geologia, uso da terra e curvatura. Para a obtenção do mapa final foram analisados 5 fatores permanentes onde as classes de cada fator foi hierarquizada com pesos de 1 a 5. As técnicas de mapeamento são importantes para melhor compreensão da bacia e tornam-se uma importante ferramenta de planejamento.

### PALAVRAS CHAVES

*Movimentos em Massa; Análise Multifatorial; Rio Araguari*

### ABSTRACT

The objective of this paper is to map the mass movements susceptibility for the Araguari river watershed, from the interpolation of factors: soil, slope, geology, land use and curvature. To obtain the final map were analyzed 5 permanent factors which the classes of each factor was hierarchized in weights from 1 to 5. The mapping techniques are important for better understanding of the watershed and become an important planning tool.

### KEYWORDS

*Mass Movements; Multivariate Analysis; Araguari River*

### INTRODUÇÃO

O cerrado vem sofrendo nas últimas décadas uma intensa devastação de sua vegetação nativa, com a expansão das fronteiras agrícolas, crescimento dos centros urbanos, construção de estradas (BACCARO, 1999), o que fragiliza o sistema onde ele se insere. O objetivo do trabalho é mapear a susceptibilidade à ocorrência de movimentos de massa na Bacia Hidrográfica do rio Araguari (MG), com a interpolação dos fatores: solo, declividade, geologia, uso e ocupação da terra e curvatura do terreno, através da análise multifatorial. Referente à pesquisa em bacias hidrográficas Baccaro (1999) define que: "Para desenvolver estudos dos processos erosivos em sistemas de vertentes e bacias hidrográficas, com o predomínio de uma estação seca bem definida, o caso da ampla maioria das áreas contidas no Domínio do Cerrado brasileiro, há necessidade de uma reflexão adequada das escalas temporais e espaciais. É fundamental levar em conta a complexidade dessa imensa área, sob os mais diversos aspectos: geológico, geomorfológico, pedológico, biogeográfico e antrópico." Para Torres (2007): "A bacia hidrográfica é uma unidade geomorfológica fundamental da superfície terrestre, considerada como principal unidade fisiográfica do terreno, porque suas características governam, no seu interior, todo o fluxo superficial da água. Constitui, portanto, uma área ideal para planejamento integrado do manejo dos recursos naturais no meio ambiente por ela definido." Ainda segundo o autor, a noção de bacia hidrográfica obriga a existência de divisores de água, com cabeceiras e nascentes, além de uma hierarquização dos canais escoadouros e uma distribuição dos tipos de solo predominantes. Com esta pesquisa pretende-se contribuir para a compreensão da distribuição espacial das áreas de maior susceptibilidade à ocorrência de movimentos de massa e quais os fatores que tem maior influência ou contribuem para o aparecimento deste processo morfogenético.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para a elaboração do mapa de susceptibilidade à ocorrência de movimentos de massa, inicialmente foi montado um banco de dados georreferenciado em escala 1:1.000.000, que posteriormente foi trabalhado no *software* ArcGIS 9.2. Foram gerados mapas intermediários dos fatores permanentes, considerados mais importantes, a saber: Geologia, Uso e Ocupação da Terra, Tipos de Solo, Curvatura em Planta do Terreno e Declividades. As classes destes fatores foram posteriormente classificadas por meio de pesos variando de 1 a 5, partindo do menor para o maior peso respectivamente, em relação à contribuição ao processo de movimentos de massa. Foram feitas interpolações entre os mapas, alterando-se o grau de influência de cada um, para que fosse possível analisar a interferência de cada item no resultado final, e buscando assim resultados satisfatórios e condizentes com a realidade local. Para o processamento dos dados utilizou-se a ferramenta *Weighted Overlay*, que permite o cruzamento ponderado de diversos fatores analisados, assim como as diversas relações entre eles. É necessário reclassificar os valores dos dados de entrada para uma escala comum, agrupando-os, neste caso de 1 a 5 para todos os fatores permanentes. Os dados de entrada são ponderados pela importância, quando se aplica, e somados para produzir um dado de saída, representando o mapa de suscetibilidade. Para a avaliação do processo executado foram gerados alguns ensaios procurando determinar qual a interrelação existente entre os diversos fatores de forma a definir a maior importância de uns relativamente aos outros. Após o processamento e análise dos resultados obtidos, dentre os ensaios gerados com diferentes graus de influência para cada fator permanente escolheu-se o resultado gerado com influências de 15% para geologia, 25% para declividades e 20% para curvatura, tipo de solo e uso da terra, como o melhor resultado para as condições e realidade da bacia hidrográfica.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a obtenção do mapa de susceptibilidade à ocorrência de movimentos em massa para a bacia foram analisados e classificados os 5 fatores permanentes, onde as classes de cada fator foram hierarquizadas de 1 a 5 conforme sua contribuição ao processo (Tabela 01). Quando se falando de cruzamento ponderado, o resultado que melhor representa a área estudada é visto com influências de 15% para geologia, 25% para declividades e 20% para curvatura, tipo de solo e uso da terra.

**Geologia** A partir do mapeamento foi possível encontrar 13 tipos litológicos ou combinação litológica na bacia do rio Araguari. A área leste da bacia apresenta classes litológicas onde foi atribuído um alto peso, pela presença de argilitos, siltitos, carbonitos e combinações de quartzitos e xistos da parte à montante da bacia hidrográfica, e ainda os complexos xistos e filitos localizados no vale e próximos à Fox do rio Araguari. Os basaltos, piroxenitos, arenitos, granitos, granitoides e sedimentos inconsolidados, encontrados mais comumente na parte central e oeste da bacia, foram classificados com peso intermediário. Já os quartzitos, as coberturas detrito-lateríticas e combinações de folhelhos e arenitos, localizados nas partes altas da bacia, foram classificados com pesos muito fracos e fracos.

**Uso e ocupação da terra** Para a determinação das classes de uso e ocupação da terra foi feita uma análise de uma composição da imagem LANDSAT 5TM elaborada para a área da bacia, e definindo 5 classes de uso. Áreas de Vegetação Arbórea Natural são encontradas de forma fragmentada e heterogênea pela bacia. As áreas de Agricultura e Silvicultura ocupam principalmente os topos planos da porção central e noroeste da bacia hidrográfica. A leste da bacia predominam as práticas de pecuária extensiva, com pastagens condicionadas pela dissecação profunda do terreno e acentuadas pelas características edáficas.

**Tipos de solo** A bacia do rio Araguari apresenta 8 tipos diferentes de solos (Tabela 01). Os tipos de solo mais ocorrentes na bacia hidrográfica em estudo são os gleissolos, de peso 2 atribuído, e os latossolos, de peso 4 atribuído. Os solos mapeados como de maior suscetibilidade à ocorrência de movimentos em massa foram os argissolos vermelho-amarelo, já que quando saturado por precipitação apresenta maior liquidez em relação aos demais tipos de solo.

**Curvaturas** O mapeamento das curvaturas do terreno apresentou resultado final fortemente fragmentado, com todas as formas ocorrendo ao longo da bacia. Destaca-se a prevalência de vertentes retilíneas na parte sudoeste da bacia, região de relevo tabular. Na parte leste e sudeste prevalece um relevo dissecado, com maior ocorrência de vertentes côncavas nas partes à montante da bacia. Esse relevo causa maior concentração de fluxo de água e torna a área vulnerável.

**Declividades** A maior extensão da bacia apresenta declividades entre 0° a 6° e de 6° a 12° e que foram consideradas as de menor suscetibilidade à ocorrência de movimentos

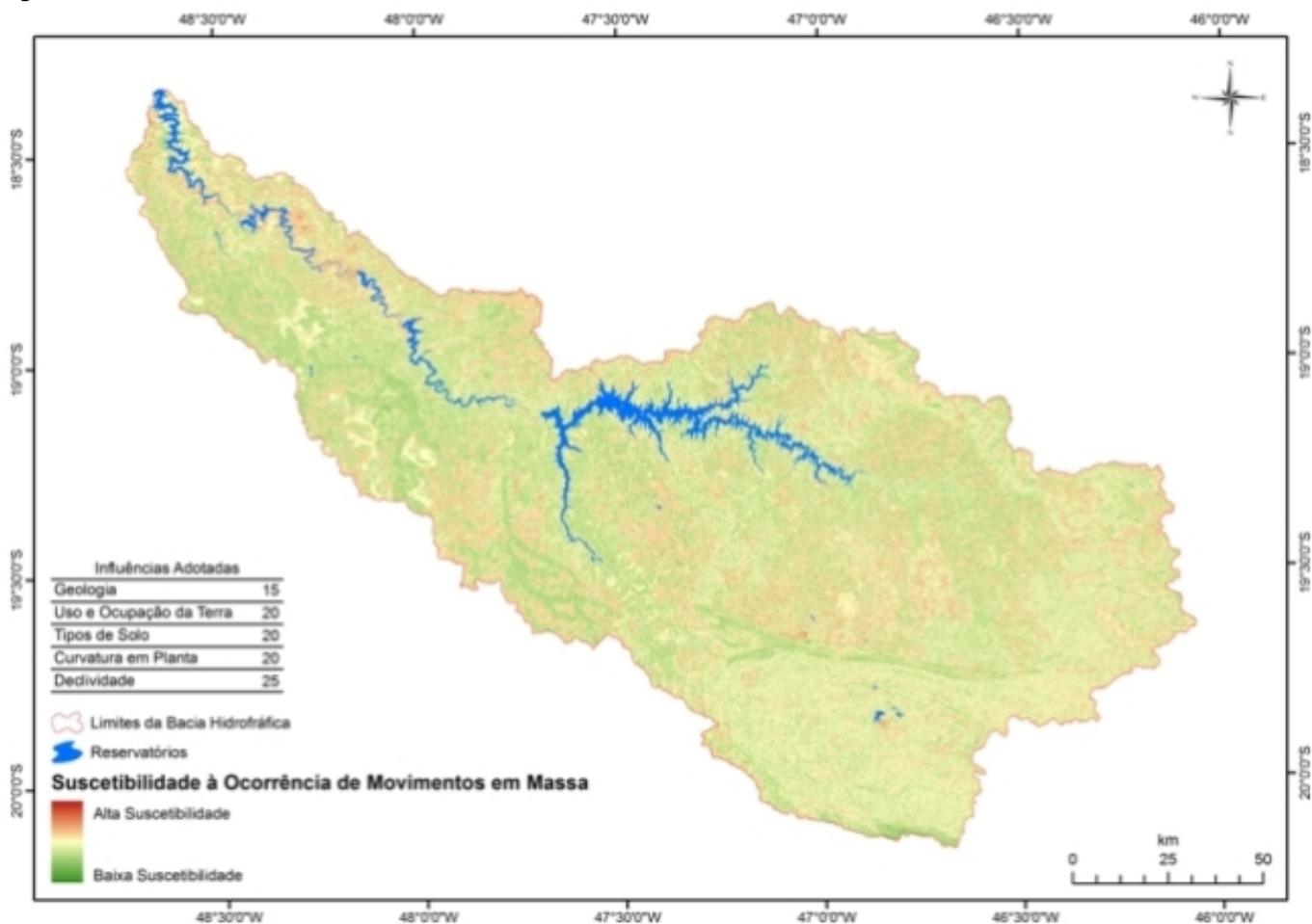
em massa, sendo atribuídos os pesos 1 e 2 respectivamente. A classe de maior peso ao processo foi de 20° a 30°, localizada nas bordas dos relevos tabulares e no dobramento ao sul da bacia. O peso intermediário é representado pelas classes de 12° a 20° e também acima de 45°. **Suscetibilidade à Ocorrência de Movimentos em Massa** Da análise multifatorial obteve-se o mapa de suscetibilidade à ocorrência de movimentos em massa para a bacia hidrográfica do rio Araguari, em escala 1: 1.000.000 (Figura 01). A maior suscetibilidade é encontrada na parte central e noroeste da bacia, condizendo com as áreas de relevo fortemente dissecado. Na parte oeste da bacia, condizendo com os relevos tabulares, estão as áreas de menor suscetibilidade à erosão. O mapa demonstra claramente que a geologia tem menor influência no aparecimento deste processo morfogenético, já que o seu zoneamento se relaciona mais concretamente com as características do relevo na bacia.

Tabela 01:

SUSCETIBILIDADE À OCORRÊNCIA DE MOVIMENTOS EM MASSA			
FATORES PERMANENTES	CLASSES	PESOS ATRIBUÍDOS	INFLUÊNCIA NA INTERPOLAÇÃO
Geologia	Quartzitos	1	15 %
	Coberturas detrito-lateríticas; Folhelhos + Arenitos	2	
	Basalto; Piroxenito; Arenitos; Granito; Granitóide; Sedimentos Inconsolidados;	3	
	Carbonito; Quartzito + Xisto; Complexos Xistos + Filitos	4	
	Argilas; Siltitos	5	
Uso e Ocupação da Terra	Corpos D'água	1	20 %
	Vegetação Arbórea Natural	2	
	Pastagens	3	
	Áreas Urbanas	4	
	Agricultura e Silvicultura	5	
Tipo de Solo	ESPODOSSOLOS Humilúvico	1	20 %
	GLEISSOLO Melânico	2	
	CAMBISSOLO Háptico; NEOSSOLO Litólico; NITOSSOLO Vermelho	3	
	LATOSSOLO Vermelho-amarelo; LATOSSOLO Vermelho	4	
	ARGISSOLOS Vermelho-amarelo	5	
Curvatura em Planta do Terreno	Plano	1	20 %
	Muito Convexo	2	
	Convexo	3	
	Muito Côncavo	4	
	Côncavo	5	
Declividades	0° - 6°	1	25 %
	6° - 12°	2	
	12° - 20°; Acima de 45°	3	
	30° - 45°	4	
	20° - 30°	5	

Fatores permanentes analisados e a hierarquia de pesos atribuídos.

Figura 01:



Mapa de Suscetibilidade à ocorrência de Movimentos em Massa.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A compreensão do operador na elaboração de modelos de predição à ocorrência de movimentos em massa se torna imprescindível no que se refere ao conhecimento dos processos atuantes na área em questão. Dentre os diferentes ensaios gerados com diferentes graus de influência para cada fator escolheu-se o resultado gerado com influências diferenciadas, prevalecendo-se a declividade e atribuindo-se menor influência à geologia. Este fato sugere que a declividade é relevante aos processos de movimentos de terra, comparando-se aos demais fatores. A geologia não se mostra ressaltante à movimentação de terras, especialmente devido à grande profundidade dos solos nesta área, distintamente ao uso e ocupação da terra, os tipos de solos e a curvatura do terreno, às quais se atribuiu influências iguais. A análise espacial utilizando SIG como ferramenta permitiu analisar de forma integrada o espaço para direcionar esforços na minimização dos impactos e riscos pela ação humana.

## AGRADECIMENTOS

A FAPEMIG - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais, pela colaboração dando apoio à participação no IX SINAGEO, à CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela bolsa de pesquisa aos Mestrados e ao CNPQ pelo financiamento ao Projeto n 473701/2010-3.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA**

BACCARO, C. A. D. [b]Processos Erosivos no Domínio do Cerrado.[/b] In: GUERRA, A. J. T; SILVA, A. S; BOTELHO, R. G. M. (org). Erosão e Conservação dos Solos: conceitos, temas e aplicações. Editora Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 2 ed. 1999.

PEDROSA, A. S. A Integração de Prevenção dos Riscos no Ordenamento Territorial. Colóquio: [b]Paisagem e Riscos Naturais: perspectivas de planejamento comparado.[/b] Porto. 2006.

PEDROSA A. S.; BATEIRA, C.; SOARES, L. [b]Covelo do Gerês: contributo para o estudo dos movimentos de massa no Norte de Portugal.[/b] Coimbra, Territorium , nº2, 1995. pp. 21-32.

PEDROSA, A. S. ROCHA, E. A. V. RODRIGUES, S. C. [b]Proposta de Modelagem da Susceptibilidade a Erosão Laminar. Um Estudo de Caso na Bacia do Ribeirão Vai - Vem (GO). Brasil.[/b] VII Seminário Latino-Americano e III Seminário Ibero-Americano de Geografia Física. Manaus. 2012.

RADAMBRASIL, Projeto. [b]Levantamento de recursos naturais.[/b] Rio de Janeiro, Folha SE 22, Goiânia, vol. 31, 1983.

RODRIGUES, S. C. [b]Geomorfologia e Recuperação de Áreas Degradadas: Propostas Para o Domínio dos Cerrados.[/b] In: NUNES, J. O. R., ROCHA, P. C.(org). Geomorfologia aplicação e metodologias. Editora Expressão Popular, São Paulo. 2008.

TORRES, J. L. R., SILVA, T. R., OLIVEIRA, F. G., ARAÚJO, G. S. FABIAN, A. J. [b]Diagnostico socioeconômico, ambiental e avaliação das características morfométricas da microbacia do córrego alegria em Uberaba - MG.[/b] Sociedade & Natureza, Uberlândia, 2007. p. 89-102.