



Modelagem de carta geotécnica de erodibilidade do município de Chapada dos Guimarães no Mato Grosso

Wesley Albano da Silva
Cristovam Albano da Silva Junior
Marcio Antunes da Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Campus Cuiabá – Octayde Jorge da Silva
Rua Professora Zulmira Canavarros, 93 – Centro Norte
78605-200 – Cuiabá – MT – Brasil
wesleyalbano@hotmail.com
{cristovam.silva, marcio.silva} @cba.ifmt.edu.br

Resumo: Este trabalho apresenta uma proposta de modelagem da suscetibilidade a erosão para todo o perímetro do município de Chapada dos Guimarães, localizado no Estado de Mato Grosso e na região central da América do Sul. A proposta compreende o uso de cartografia digital, técnicas de geoprocessamento, sistema de informação geográfica, mapeamento geotécnico, em escala 1:100.000 para elaboração de mapas temáticos e posterior ponderação dos pesos internos inerentes a cada categoria. Para a elaboração do mapa final utilizou-se o procedimento de ponderação dos atributos de uso e ocupação do solo, geologia, tipos de solos e declividade. A modelagem final comparou 2 combinações diferentes de pesos para os distintos mapas. A partir da integração das informações contidas nesses mapas, obteve-se as cartas derivadas e a carta de Condições de Erodibilidade, com a qual é possível identificar regiões onde a ação antrópica pode ocasionar situações de assoreamento em córregos e rios de parte da bacia do Pantanal.

Palavras-chave: mapeamento geotécnico, susceptibilidade erosiva, geotecnologia.

Abstract: This paper presents a proposal for erosion susceptibility modeling for the entire perimeter of Chapada dos Guimarães County, in the state of Mato Grosso, South America central region. The proposal includes the use of digital mapping, GIS techniques, geographic information system, geotechnical mapping in scale 1: 100,000 for preparation of thematic maps and subsequent weighting of internal weights attached to each category. To prepare the final statement used the weighting procedure of the attributes of use and occupation soil, geology, soil types, and declivity. The final modeling compared 2 different combinations of weights for the different maps. From the integration of information contained in those maps, we obtained the derived maps and the map of Erodibility Conditions, in which you can identify areas where anthropic action can lead to situations of siltation in some streams and rivers of part of Pantanal basin.

Keywords: geotechnical mapping, erodibility, geotechnology.

1 – Introdução

O mapeamento geotécnico caracteriza-se como um processo destinado a investigação e avaliação geológico-geotécnica. Portanto, não está relacionado a uma finalidade isolada. Exige sempre um grupo de atributos ligado a um fim específico (por exemplo: erodibilidade e escavabilidade) ou para multifinalidades.

Zuquette (1987) define o mapeamento geotécnico como um processo que tem por finalidade básica levantar, caracterizar, classificar, avaliar e analisar os atributos que compõem o meio físico, sejam geológicos, hidrogeológicos, hidrológicos e outros. Tais informações deverão ser produzidas de maneira tal que possam ser utilizadas para fins de engenharia, planejamento, agronomia, saneamento, avaliações ambientais e outros. As informações devem ser tratadas através de processos de seleção, generalização, adição e transformação, para que possam ser relacionadas, correlacionadas, interpretadas e, ao final, representadas em mapas, cartas e anexos descritivos.

Segundo Varnes (1974), o documento cartográfico-geotécnico, deve facilitar as resoluções dos problemas referentes à engenharia ou ao planejamento, ou para qualquer outro fim que demande por informações geotécnicas. As informações devem ser obtidas e analisadas por um grupo de profissionais, ou por um profissional, com experiência nas áreas exigidas para atingir o objetivo do mapeamento.

Muitas metodologias de mapeamento geotécnico foram desenvolvidas pós 2ª guerra mundial, abordando aspectos gerais ou específicos. Zuquette (1984), cita como as principais metodologias a espanhola (CEOTMA), a canadense (ARDA), a Suíça (KIEFER) e as Francesas (ZERMOS e SANEJOUAND). Também a antiga U.R.S.S. desenvolveu uma metodologia, que apresentou um elevado número de trabalhos geotécnicos realizados principalmente nas escalas entre (1: 100.000 e 1: 500.000), assim como em escala maiores (1: 25.000 a 1: 50.000) ou menores (1: 1.000.000) dependendo do conhecimento geológico existente sobre a região e da sua importância econômica, observando que mapas na escala (1: 2.500.000) já foram compilados e publicados. No Brasil, em proposta metodológica de mapeamento geotécnico para as condições brasileiras, Zuquette (1987) também coloca os mapas em escala 1: 100.000 como documentos com finalidades regionais, representando a transição para os mapas gerais.

Outra constatação feita com a análise dos diversos trabalhos consultados é que os mapas e cartas produzidos na escala 1: 100.000 são importantes, muito utilizados e confeccionados na maioria dos países que usam os processos de mapeamento geotécnico para a caracterização do meio físico. Assim, busca-se neste trabalho definir os atributos fundamentais, como obtê-los e como apresentar as informações em mapeamentos na escala 1: 100.000.

Com base em outras sistemáticas, Zuquette (1987) propôs a apresentação das informações em: Mapas das Condições Geotécnicas, onde as informações são apresentadas sem a separação em unidades homogêneas, sendo os mais indicados para os mapas de escalas gerais; Mapas

de Zoneamento Geotécnico Geral, que representam as condições do meio físico através de unidades homogêneas, não considerando uma finalidade específica; e Mapas de Zoneamento Geotécnico Específico, onde as unidades homogêneas são caracterizadas em função de uma finalidade específica. São indicados para escalas maiores que 1:50.000.

Carnap (1962) apud Zuquette (1987), agrupou propriedades e relações num termo que denominou atributo. Ele significa a informação fundamental selecionada para a realização de um mapeamento. Um único atributo ou grupos deles forma uma unidade, que é a base para a análise de uma área. Atributo é o elemento básico que será inserido e operado sobre um documento cartográfico como informação que representa parte dos componentes do meio físico. Assim um atributo isolado é a informação que pode ser identificada, caracterizada e classificada. É fundamental entender que atributo é informação elementar que necessita de uma descrição completa.

Outro importante conceito para o trabalho proposto é o de um Sistema de Informações Geográficas (SIG), que evoluiu nos últimos anos. Burrough (1996) apud Miranda (2010) definia SIG como um sistema (automatizado) de coleta, armazenamento, manipulação e saída de dados cartográficos. Tais sistemas já existiam bem antes do aparecimento do computador e do consequente desenvolvimento de sistemas computacionais. Os SIGs evoluíram a partir de séculos de produções de mapas e da compilação de registros geográficos.

A evolução do conceito de SIG se relaciona com as diferentes áreas de pesquisa que contribuíram para o seu desenvolvimento como informática, que enfatiza a ferramenta banco de dados ou linguagem de programação; geografia, que o relacionam a mapas, e outro que ainda enfatizam aplicações como suporte a decisão.

O uso de tecnologias como o geoprocessamento e o Sistema de Informação Geográfica (SIG) pode contribuir de maneira significativa no avanço da avaliação, e quantificação em números, do processo de erodibilidade nas chapadas e planaltos que cercam o pantanal, ou mesmo de qualquer outro bioma, inclusive o próprio pantanal.

A **Figura 1** Representa a definição de SIG como sistema informatizado na maioria das literaturas (Bonham-Carter,1997; Fischer; Nijkamp,1993; Marble,1990 Apud Miranda, 2010). Para os autores que fazem parte dessa categoria, a melhor definição de SIG seria um sistema de computador que coleciona, edita, integra e analisa informação relacionada a superfície da terra. Ou ainda, um conjunto de programas de computador sofisticado contendo quatro subsistemas: Entrada de dados; Armazenamento e recuperação de dados; Manipulação e análise de dados espaciais; e Saída de dados

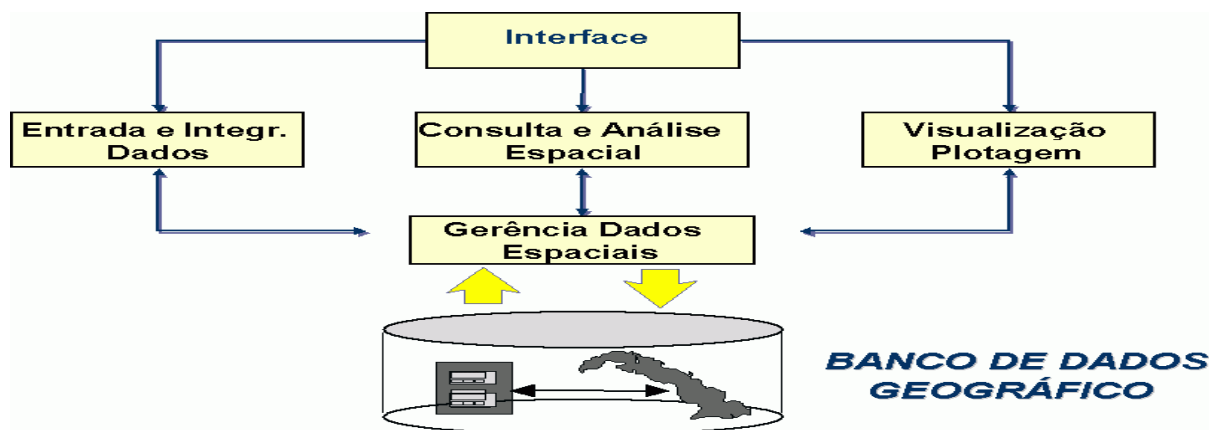


Figura 1. Representação de um SIG

2 - Objetivo

O objetivo desse trabalho foi experimentar uma metodologia, que propunha a modelagem de regiões em ambiente SIG na escala de 1: 100.000, a acerca da susceptibilidade a erosão, partindo das variáveis: Geologia, Solos, Uso e Ocupação e Declividade da área do município de Chapada dos Guimarães previamente coletados. Também foi objetivo, experimentar a visualização do mapa gerado em uma escala de 1:750.000.

3 - Material e Métodos

As recorrentes tragédias geotécnicas que vêm abatendo a área do município de Chapada dos Guimarães, principalmente na área do Parque Nacional de Chapada dos Guimarães que é uma unidade de conservação, com área de 33.000 hectares ou 330km², criado no ano de 1989 através de Lei Federal Decreto nº 97.656 de 12/04/89 e administrado pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais. Exemplo de Tragédia ocorrida em 22 de abril de 2008 vitimando um grupo de trinta turistas segundo o Site: <http://noticias.gospelmais.com.br/>, leva a consciência geral sobre a importância em se ter em conta as características de mapas geológicos e geotécnicos dos terrenos na regulação técnica do uso do solo de toda a área do município, isso favoreceu na escolha deste município como área de estudo.

A área em estudo corresponde a área total do município de Chapada dos Guimarães, situada em um retângulo envolvente de coordenadas E: (584.928,10 e 724.698,10) e S: (8.388.525,69 e 8.269.995,69), SIRGAS 2000_UTM_21S, no Planalto de Guimarães, com aproximadamente 6.257 km² de extensão ou 0,69% da área do estado de Mato Grosso. O Shapefile dos municípios de Mato Grosso foi extraído através do portal eletrônico da Secretaria de Planejamento do Estado de Mato Grosso através do sistema Seplan (diagnóstico socioeconômico ecológico de Mato Grosso) e pode ser observado na **Figura 2**.

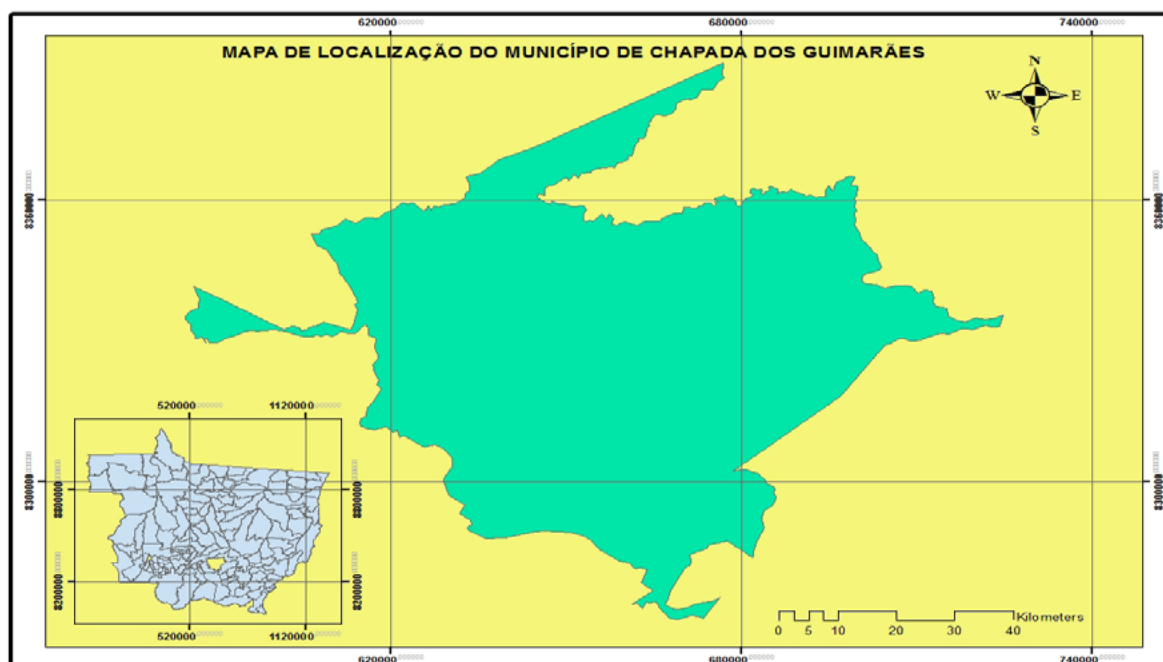


Figura 2. Perímetro total do município de Chapada do Guimarães – MT.
Autoria própria.

Como já foi citado o presente trabalho foi desenvolvido no software Arcgis com o auxílio do tutorial Criando Mapas de Susceptibilidade Erosiva no Arcgis, criado por Silva (2011). A **Figura 3** mostra o fluxograma de criação de Mapas de Susceptibilidade Erosiva, com base nesse Tutorial.

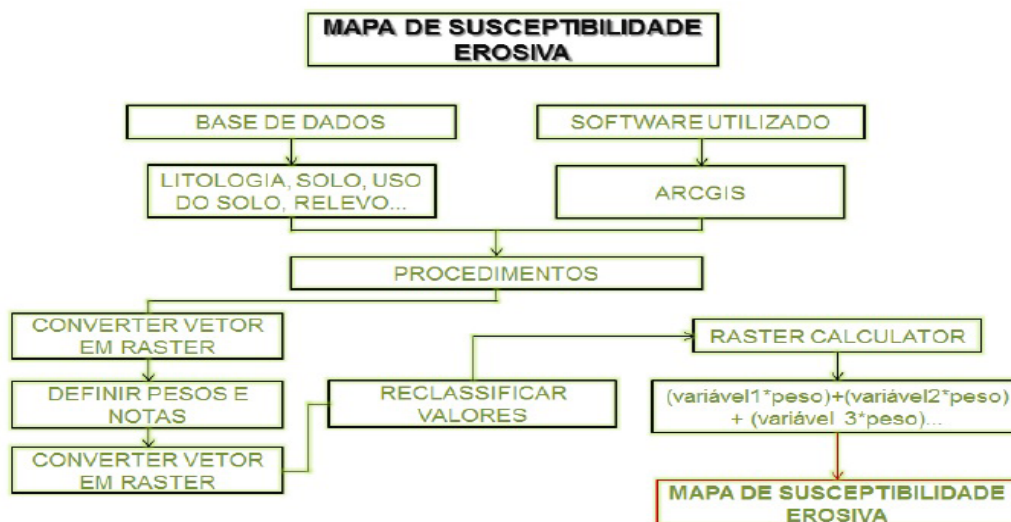


Figura 3. Fluxograma - Tutorial em SIG/ARCGIS

O banco de dados contendo as variáveis no formato vetorial usados no desenvolvimento do presente trabalho, foi elaborado pelo doutorando Márcio Antunes da Silva nos projetos de pesquisa do programa Dinter de Geotecnia firmado entre o IFMT e a UNB. Na **Figura 4** podem ser observadas as variáveis que integram o estudo.

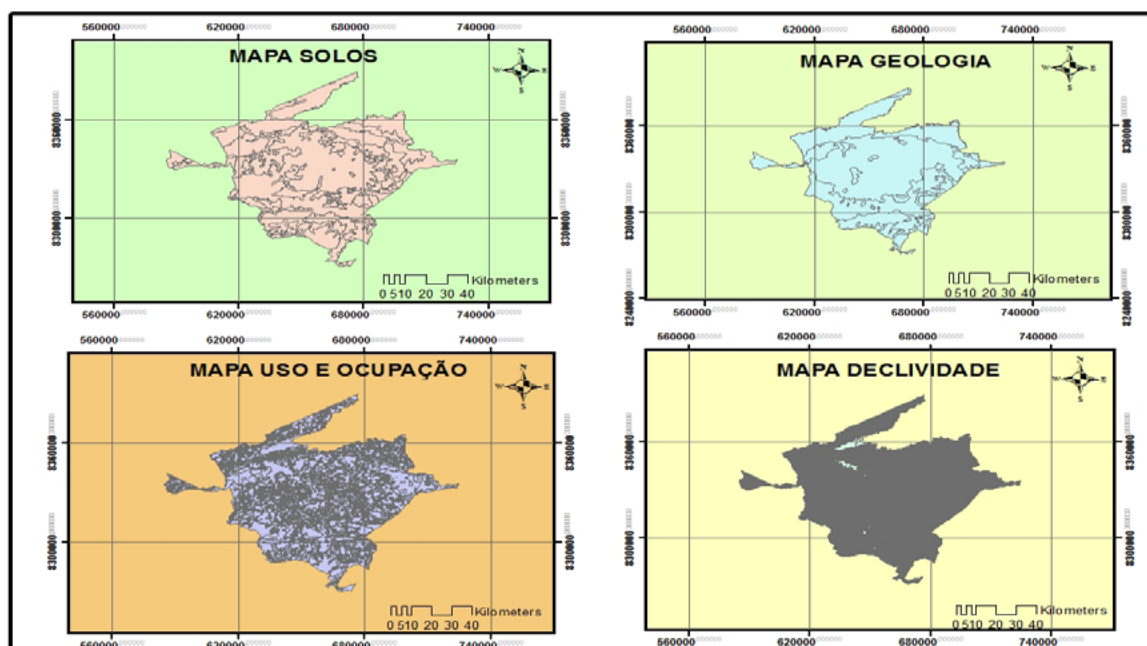


Figura 4. Variáveis que integraram o estudo.

Cada uma dessas variáveis foi inserida no software para serem convertidos de arquivos vetoriais para matriciais. A **Figura 5** abaixo mostra um exemplo desta conversão.

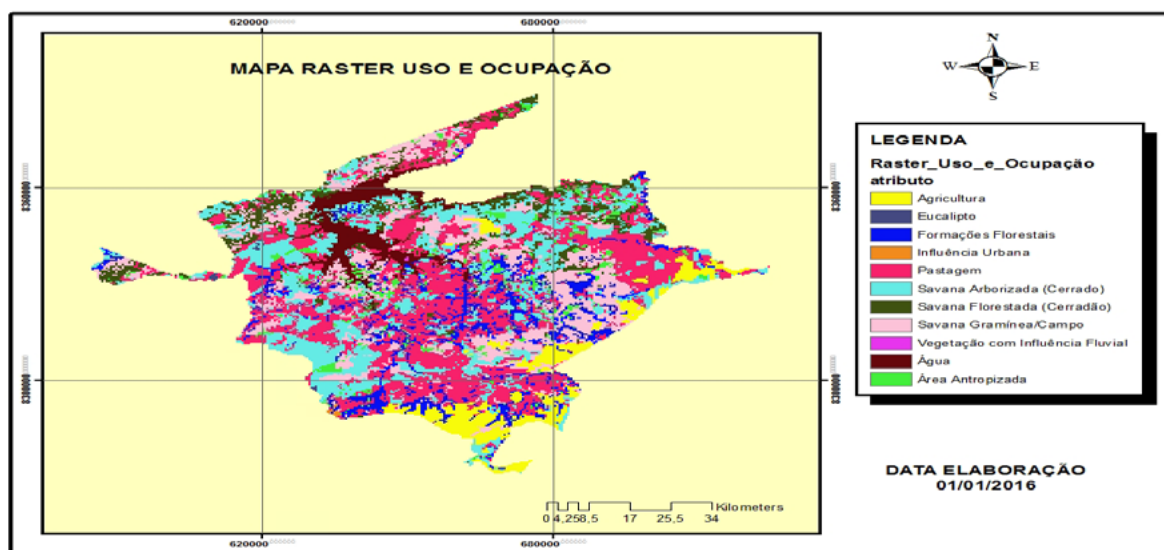


Figura 5. Exemplo de variável vetorial transformada em arquivo matricial.

Com a ajuda de um profissional da área de geologia foram definidos pesos que variaram de 0 – 100% (0-1) para cada variável de modo a diferenciar o grau de importância e correlação com o fenômeno em questão (susceptibilidade erosiva), e notas de 1 a 10 para cada componente de legenda/atributos, de maneira que quanto maior a nota, maior a susceptibilidade erosiva.

A **Tabela 1** mostra os pesos e notas definidos respectivamente para as variáveis e atributos do presente trabalho.

Após ter convertido todas as variáveis no formato vetorial para o formato matricial foi necessário reclassificar os valores/informações da coluna da tabela de atributos selecionada como mostra a **Figura 6**.

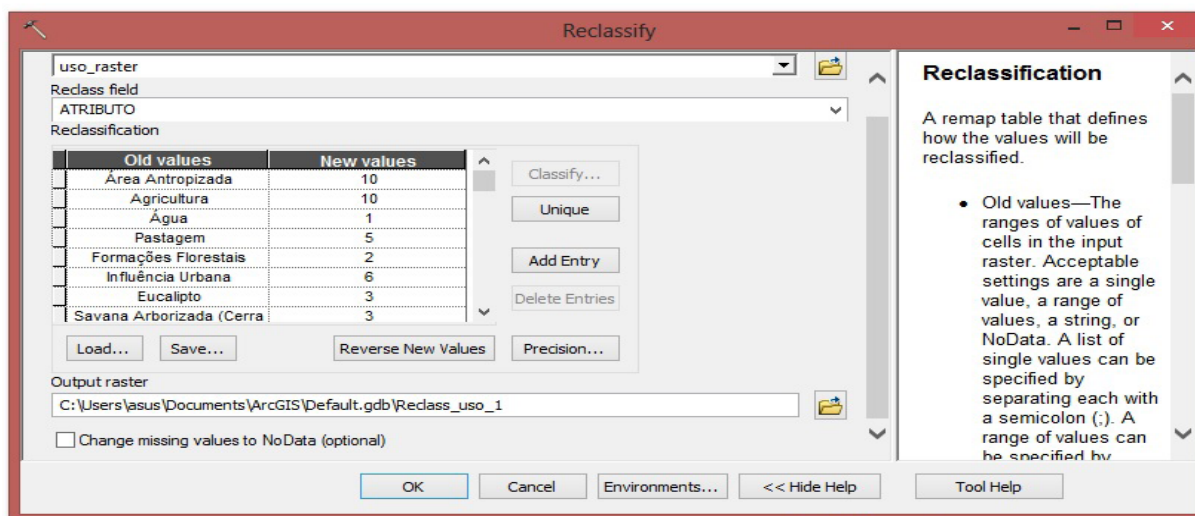


Figura 6. Procedimento para reclassificação

Tabela 1. Definição de pesos das variáveis

<i>Variáveis</i>	<i>Pesos</i>	<i>Atributos</i>	<i>Notas</i>
Uso e Ocupação	0,30	Eucalipto	3
		Área antropizada	10
		Influência vegetação	7
		Savana gramínea/campo	4
		Influência urbana	6
		Savana florestada	3
		Savana arborizada/cerrado	3
		Agricultura	10
		Água	1
		Savana arborizada/cerrado	3
Geologia	0,20	Pastagem	5
		Aluviões Atuais	4
		Cobertura distríticas Lateríticas	7
		Grupo Parecis Formação Utiriti	8
		Grupo Parecis Formação Cachoeira do Bom Jardim	6
		Grupo Parecis Formação Salto das Nuvens	5
		Grupo Parecis Formação Paredão Grande	6
		Grupo São Bento Botucatu	8
		Grupo Paraná Formação Furnas	10
		Grupo Paraná Formação Ponta Grosso	8
		Grupo Alto Paraguai Formação Puga	4
Grupo Alto Paraguai Formação Ara	4		
Solos	0,15	Grupo Cuiabá	10
		Areia Quartzosas Álicas	10
		Cambissolo Álico	5
		Latossolo Vermelho Escuro	2
		Areia Quartzosas Distróficas	9
		Solos Litólicos Álicos	5
		Latossolo Vermelho-Amarelo	6
		Solos Concessionários Latossolo	8
		Glei pouco Húmido Distróficos	3
Neossolos Quartizarênico	1		
Declividade	0,35	0° - 2°	1
		2° - 5°	2
		5° - 12°	3
		> 12°	4

Após reclassificação é gerado novo arquivo vetorial, como é mostrado na **Figura 7**.

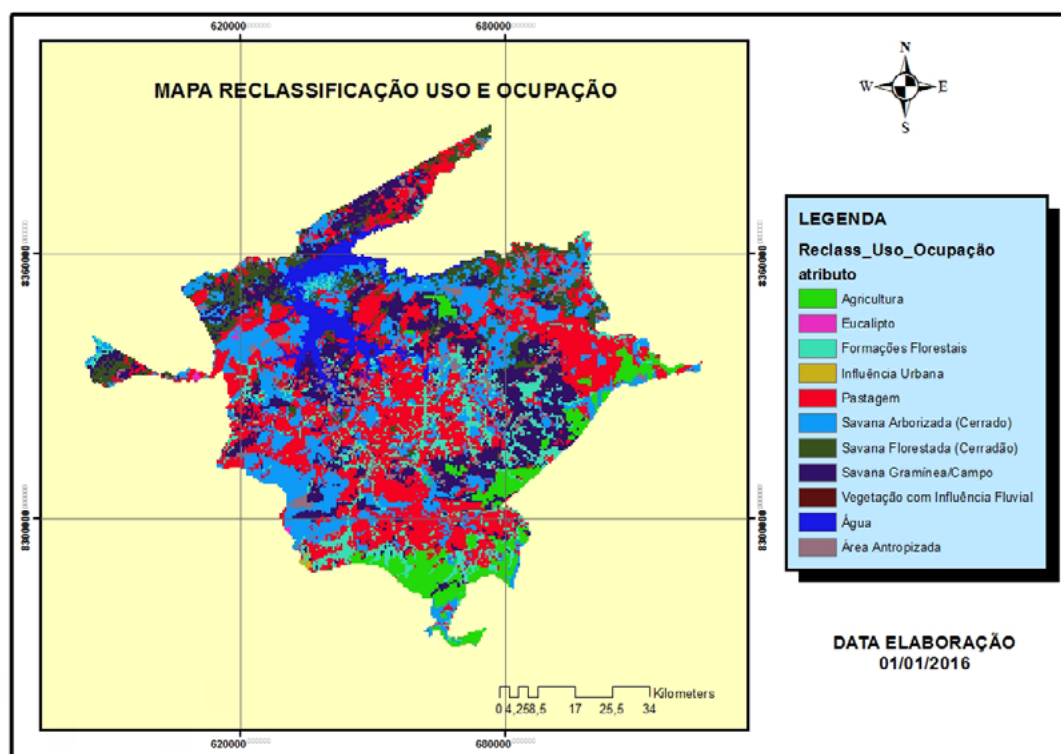


Figura 7. Exemplo de uma variável reclassificada.

A **Figura 8** mostra o procedimento para combinar as variáveis e criar o mapa de susceptibilidade a erosiva, que consiste na inserção no quadro branco, da equação: $(\text{reclass_decliv} * 0.35) + (\text{reclass_geo} * 0.25) + (\text{reclass_UsO} * 0.30) + (\text{reclass_solo} * 0.15)$, dando origem ao formato matricial.

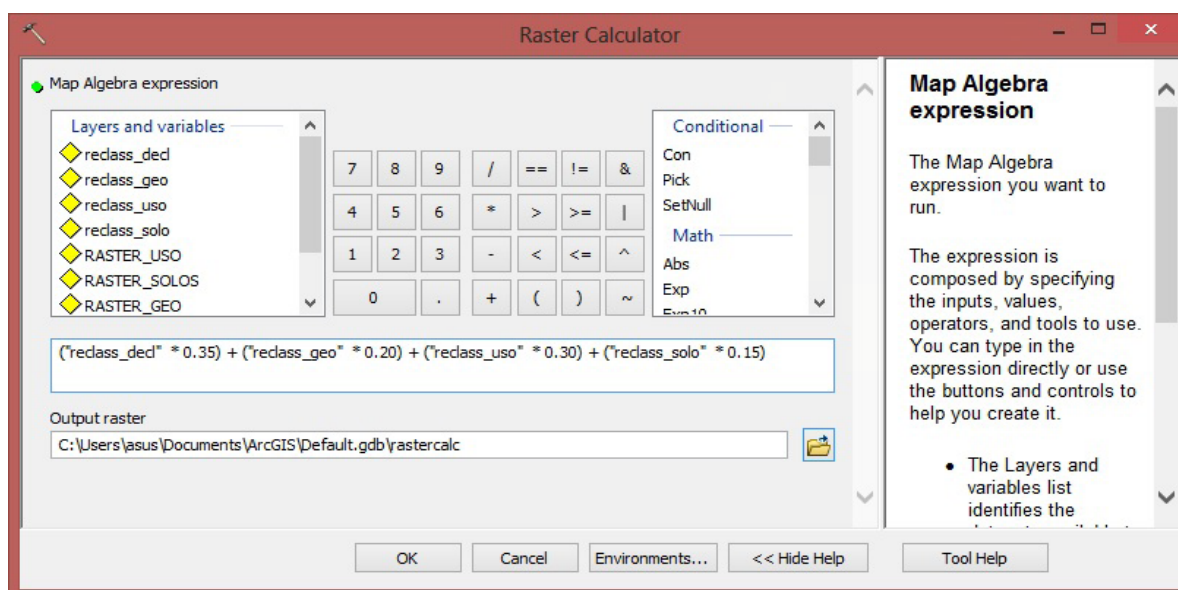


Figura 8. Exemplo para recalcular as variáveis e gerar o mapa de álgebra.

4 – Resultados e Discussão

A **Figura 9** mostra a carta gerada, associada à hidrografia da área do Município de Chapada dos Guimarães, onde se observa que a mesma atende a proposta metodológica e classifica o processo erosivo em três níveis distintos, baixo, médio e alto.

Essa carta mostra ainda, que as principais ocorrências da unidade de erodibilidade alta estão situadas no norte da Folha, onde embora não se desenvolva as declividades mais acentuadas, o solo apresenta características muito propícia a esses eventos, enquanto que a unidade de erodibilidade média, com predomínio sobre as outras, está distribuída por toda a área municipal. As ocorrências da unidade de baixa erodibilidade estão restritas aos setores com declividades baixas e fundo de vales.

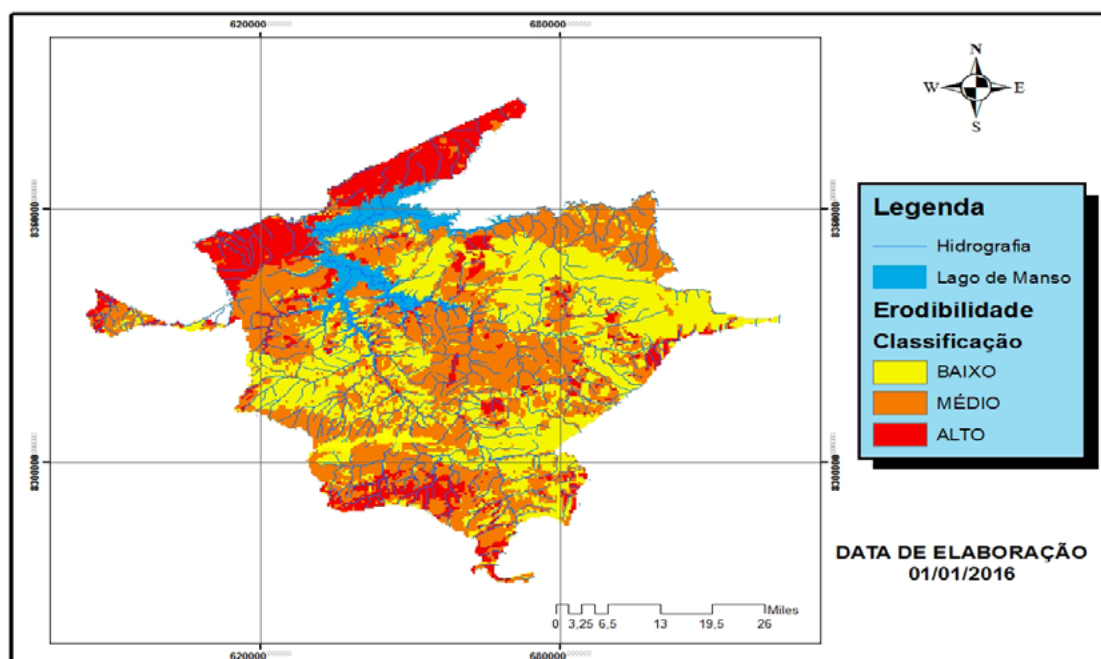


Figura 9. Mapa geotécnico de erodibilidade associado a hidrografia do município.

5 - Conclusão

Esse estudo gerou um banco de dados digital, para o município de Chapada dos Guimarães. Ferramenta essa de grande importância, pois o mapa de erodibilidade obtido pode ser usado, para uma melhor tomada de decisões dos gestores do município para com o seu uso. Há de se destacar que no município de Chapada dos Guimarães, objeto de estudo deste trabalho, estão localizadas nascentes de muitos córregos e rios que compõe a bacia do rio Cuiabá, importante rio do pantanal, que banha toda a baixada cuiabana, porta de entrada deste bioma no Mato Grosso. Estudos de erodibilidade das chapadas que circundam o pantanal podem desencadear ações preventivas que evitem o assoreamento dos rios que caracterizam a região pantaneira.

Há três classes definidas de suscetibilidade a erosão: baixa, média e alta. Deve-se atentar com suscetibilidade de erosão no uso das terras classificadas como de média e alta suscetibilidade, principalmente com relação à ação antrópica. Neste caso é importante preservar as coberturas naturais, uma vez que elas protegem os terrenos em declives mais elevados e sobre solos mais propícios a erosão. O caráter dinâmico das variáveis de erodibilidade implica a necessidade periódica de reformulação e atualização de dados por uma equipe de profissionais de

geotecnologia.

6 – Referências

Aguiar, R. L. **Análise do mapeamento geotécnico nos processos de gestão ambiental: bases conceituais para aplicação no Distrito Federal (DF)**. São Carlos, SP, 1994. 88p. Monografia - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo/USP.

Cerri, L. E. S.; Akiossi, A.; Augusto Filho, O. & Zaine, J. E. Cartas e mapas geotécnicos de áreas urbanas: reflexões sobre as escalas de trabalho e proposta de elaboração com o emprego do método de detalhamento progressivo. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA**, 8, 1996, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro, ABGE, v.2, p.537-548.

Mato Grosso – SEPLAN – Secretaria de Estado de Planejamento – DSEE/MT – Diagnóstico Socioeconômico Ecológico do Estado de Mato Grosso.

Miranda, J. I. **Fundamentos de Sistemas de Informações Geográficas**. 2ª ed. rev. atual. – Brasília, DF: Embrapa informações tecnológicas, 2010.

Nascimento, P. S. R. **Avaliação de técnicas de segmentação e classificação em imagens Landsat-TM visando o mapeamento de unidades de paisagem na Amazônia**. São José dos Campos. Dissertação (Mestrado) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE. 1997. 120p.

Silva, A. de B. **Sistemas de Informações Geo-referenciadas: Conceito e Fundamentos**. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2003. 29p e 98p.

Silva, V. C. B. **Criando Mapa de Susceptibilidade Erosiva no ARCGIS (Tutorial)**. Disponível em: <http://andersonmedeiros.com/wp-content/plugins/download-monitor/download.php?id=53>, Acesso em: 24/11/2015 .

Silva, V. C. B.; Machado, P. de S. SIG na Análise Ambiental: Susceptibilidade Erosiva da Bacia Hidrográfica do Córrego Mutuca, Nova Lima – Minas Gerais. **Revista de Geografia (UFPE)** V. 31, No. 2, 2014.

Tavares, K. A. da S.; Ferreira Neto, J. V. Análise Espacial da Susceptibilidade Erosiva na Bacia Hidrográfica do Pratagy, Alagoas. **XI – Encontro Nacional da ANPEGE: A Diversidade da Geografia Brasileira: Escalas e Dimensões da Análise e da Ação**. 09 a 12 de Outubro de 2015. Presidente Prudente/SP.

Varnes, D. J. **The logic of engineering geological and related maps: a discussion of the definition and classification of map units, with special references to problems presented by maps intended for use in civil engineering**. Professional Paper 837, U.S. Geological Survey, 1974. 48p.

Zuquette, L. V.; Gandolfi, N. Contribuição a cartografia geotécnica da grande Cuiabá – MT. In: **Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia**, 4. Belo Horizonte. Anais. 1984. v. 2, p.109-118.

Zuquette, L. V. **Análise crítica da cartografia geotécnica e proposta metodológica para as condições brasileiras**. São Carlos, SP, 1987. Tese de Doutorado - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo/USP.