



Universidade de Brasília  
Instituto de Ciências Humanas  
Departamento de Geografia  
Programa de Pós-Graduação em Geografia  
Laboratório de Sistemas de Informações Espaciais

**ANÁLISE MULTITEMPORAL DA SUSCEPTIBILIDADE  
EROSIVA NA BACIA DO RIO URUCUIA (MG) POR MEIO DA  
EQUAÇÃO UNIVERSAL DE PERDA DE SOLOS**

Clarisse Lacerda Mata

Orientador: Dr. Osmar Abílio de Carvalho Júnior  
Co-orientador: Dr. Éder de Souza Martins

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Brasília, março de 2009

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

CLARISSE LACERDA MATA

**ANÁLISE MULTITEMPORAL DA SUSCEPTIBILIDADE  
EROSIVA NA BACIA DO RIO URUCUIA (MG) POR MEIO DA  
EQUAÇÃO UNIVERSAL DE PERDA DE SOLOS**

Dissertação de Mestrado submetida ao Departamento de Geografia da Universidade de Brasília, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Grau de Mestre em Geografia, área de concentração Gestão Ambiental e Territorial, linha de pesquisa Geoprocessamento para a Gestão Territorial e Ambiental.

Orientador: Dr. Osmar Abílio de Carvalho Júnior  
Co-orientador: Dr. Éder de Souza Martins

Brasília, março de 2009



Universidade de Brasília  
Instituto de Ciências Humanas  
Departamento de Geografia  
Programa de Pós-Graduação em Geografia  
Laboratório de Sistemas de Informações Espaciais

**ANÁLISE MULTITEMPORAL DA SUSCEPTIBILIDADE  
EROSIVA NA BACIA DO RIO URUCUIA (MG) POR MEIO DA  
EQUAÇÃO UNIVERSAL DE PERDA DE SOLOS**

CLARISSE LACERDA MATA

Dissertação de Mestrado aprovada pela banca examinadora constituída por:

---

Dr. Osmar Abílio de Carvalho Júnior  
Orientador, Professor Adjunto (UnB)

---

Dr. Éder de Souza Martins  
Co-orientador (Embrapa Cerrados)

---

Dr. Renato Fontes Guimarães  
Examinador Interno, Professor Adjunto (UnB)

---

Dr. Heraldo Peixoto da Silva  
Examinador Externo, Professor Adjunto (UFBA)

Brasília, 23 de março de 2009

## FICHA CATALOGRÁFICA

MATA, CLARISSE LACERDA

Análise Multitemporal da Susceptibilidade Erosiva na Bacia do Rio Urucuia (MG) por meio da Equação Universal de Perda de Solos, 71 p., 297 mm, (UnB-GEA, Mestre, Gestão Ambiental e Territorial, 2009).

Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília. Departamento de Geografia.

1. Erosão

2. EUPS

3. Análise Multitemporal

4. Geoprocessamento

I. UnB-IH-GEA

II. Título (série)

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

Mata, Clarisse Lacerda. **Análise Multitemporal da susceptibilidade Erosiva na Bacia do Rio Urucuia (MG) por meio da Equação Universal de Perda de Solos.** (Dissertação de Mestrado). Curso de Pós-Graduação em Geografia. Universidade de Brasília, 2009. 71p.

## CESSÃO DE DIREITOS

Nome do autor(a): Clarisse Lacerda Mata

Título da dissertação: Análise Multitemporal da susceptibilidade Erosiva na Bacia do Rio Urucuia (MG) por meio da Equação Universal de Perda de Solos.

Grau/ano: Mestre/2009

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação e emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

---

Clarisse Lacerda Mata

## AGRADECIMENTO

Agradeço,

À Deus, meu referencial, pelo fôlego da vida, pela motivação restaurada a cada dia e por tudo o mais.

À minha família pela paciência em especial aos meus pais, Sérgio Néri da Mata e Regina Célia Lacerda da Mata, meus grandes incentivadores, pela confiança depositada e por serem responsáveis por todas as minhas conquistas.

Ao meu orientador Dr. Osmar Abílio de Carvalho Júnior pelas correções, troca de informações, bases de dados e material bibliográfico, bem como pela convivência agradável e harmoniosa.

Aos pesquisadores do LSIE, Dr. Éder de Souza Martins, Dr. Renato Fontes Guimarães e Dr. Roberto Arnaldo Trancoso Gomes pelas sugestões, correções e pelo aprendizado que me proporcionaram durante todo o desenvolvimento da dissertação.

Ao Dr. Heraldo Peixoto da Silva pela disposição e contribuição dada através das correções do artigo e da dissertação.

Aos professores integrantes do Programa de Pós-Graduação em Geografia, Programa de Pós Graduação em Geotecnia e Centro de Desenvolvimento Sustentável, pelo aprendizado adquirido durante as disciplinas realizadas.

À Capes pela concessão da bolsa de pesquisa.

Ao Ibama, em especial ao Centro de Sensoriamento Remoto, por fornecer o material necessário para a realização do trabalho de campo.

À Embrapa, especialmente ao Dr. Éder de Souza Martins e ao Biólogo Wellington Bastos, pelo apoio antes, durante e depois do trabalho de campo.

À amiga Geógrafa Kelly Resende pela amizade, discussões, auxílio em campo e durante toda a elaboração da dissertação e do curso de mestrado.

Aos colegas e amigos do mestrado, em especial ao Engenheiro Florestal Nilton Goulart e aos Geógrafos Karla Christina e Sérgio Noronha.

A todos os colegas e amigos do LSIE, em especial aos Geógrafos Sandro Nunes, Miriam Rodrigues, Elisabete Silveira, Marcus Fábio, Leonardo Freitas, Verônica Ramos, Vinicius Vasconcelos e aos Engenheiros Florestais Antônio Felipe e Otacílio Antunes.

Aos amigos da Aneel e IBGE, Engenheiros Cartógrafos Alessandra Luiza e Marcelo Nunes, e aos Geógrafos Michel Loures, Saulo Faria e Rafael de Castro pela troca de experiências, aprendizado e amizade desfrutada.

Aos amigos da Universidade Federal de Goiás, especialmente aos Geógrafos Sílvio Romeu, Renê Fernandes, Luíza Helena, Marcos David e Vinicius Aguiar e à Cientista Social Cristiana Fernandez pelo constante apoio e incentivo.

E a todos aqueles que de alguma forma colaboraram para a consolidação deste trabalho.

Muito obrigada.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	8
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	9
<b>RESUMO</b> .....	10
<b>ABSTRACT</b> .....	11
<b>CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO</b> .....	12
1.1. APRESENTAÇÃO .....	13
1.2. OBJETIVOS .....	15
1.3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO .....	15
<b>CAPÍTULO II: ÁREA DE ESTUDO</b> .....	18
2.1. ASPECTOS FISIAGRÁFICOS .....	19
2.2. CLIMA .....	22
2.3. GEOLOGIA .....	22
Grupo Paranoá .....	22
Grupo Bambuí .....	22
Grupo Areado .....	23
Grupo Urucuia .....	23
Depósitos Detrito-Lateríticos .....	23
2.4. SOLO .....	25
Latosolo .....	25
Neossolo .....	25
Cambissolo .....	26
Argissolo .....	26
2.5. VEGETAÇÃO .....	29

<b>CAPÍTULO III: EQUAÇÃO UNIVERSAL DE PERDA DE SOLOS E POTENCIAL NATURAL A EROSÃO</b> .....	31
3.1. FATOR LS (TOPOGRÁFICO) .....	32
3.1.1. Elaboração do Modelo Digital do Terreno (MDT) .....	32
3.1.2. Obtenção do Fator L .....	34
3.1.3. Obtenção do Fator S .....	35
3.1.4. Elaboração dos Fatores LS .....	36
3.2. FATOR R (EROSIVIDADE) .....	38
3.3. FATOR K (ERODIBILIDADE) .....	43
3.4. POTENCIAL NATURAL A EROSÃO .....	46
<b>CAPÍTULO IV: ANÁLISE MULTITEMPORAL DA EROSÃO ATUAL</b> .....	49
4.1. INTRODUÇÃO .....	50
4.2. CONFECÇÃO DO MAPA DE USO E COBERTURA DA TERRA .....	50
4.2.1. Análise dos Fatores C e P para os anos 1987 e 2007 .....	54
4.3. CONFECÇÃO DO MAPA DE EROSÃO ATUAL (Ea) .....	57
4.3.1. Erosão Atual em 1987 .....	57
4.3.2. Erosão Atual em 2007 .....	58
4.3.3. Análise Multitemporal da Erosão Atual .....	59
<b>CAPÍTULO V: CONCLUSÕES</b> .....	63
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	66

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Procedimentos Metodológicos.....	17
Figura 2: Mapa de Localização da Bacia do Rio Urucuia-MG .....	20
Figura 3: Mapa de Clima da Bacia do Rio Urucuia-MG.....	21
Figura 4: Mapa de Geologia da Bacia do Rio Urucuia-MG .....	24
Figura 5: Fotos dos principais tipos de solos encontrados em trabalho de campo a Bacia do Rio Urucuia-MG, realizado em junho de 2008. Fotos de Kelly Resende e Clarisse Lacerda .....	27
Figura 6: Mapa de Solos da Bacia do Rio Urucuia-MG, com a classificação de solos conforme Embrapa, 2006.....	28
Figura 7: Fitofisionomias de cerrado encontradas na Bacia do Rio Urucuia-MG em trabalho de campo realizado em junho de 2008. Fotos de Kelly Resende e Clarisse Lacerda .....	29
Figura 8: Mapa de Vegetação da Bacia do Rio Urucuia-MG .....	30
Figura 9: Modelo Digital do Terreno gerado pelo módulo de interpolação Topogrid..	33
Figura 10: Mapa dos Fatores L e S gerado pelo algoritmo D8 .....	36
Figura 11: Mapa dos Fatores L e S gerado pelo algoritmo $D^\infty$ .....	37
Figura 12: Média Anual o total pluviométrico para as estações trabalhadas .....	41
Figura 13: Distribuição do Fator R para as estações trabalhadas .....	41
Figura 14: Mapa do Fator R para a Bacia do Rio Urucuia-MG .....	42
Figura 15: Mapa do Fator K para a Bacia do Rio Urucuia-MG .....	45
Figura 16: Mapa de Potencial Natural a Erosão na Bacia do Rio Urucuia-MG .....	48
Figura 17: Mapa de uso do solo de 1987 da Bacia do Rio Urucuia-MG .....	52
Figura 18: Mapa de uso do solo de 2007da Bacia do Rio Urucuia-MG .....	53
Figura 19: Comparativo entre o Fator CP de 1987 e 2007 .....	56
Figura 20: Figura 20: Comparativo das áreas de uso natural e uso antrópico do solo a partir do Fatores C e P .....	57
Figura 21: Perda de solo na Bacia do Rio Urucuia em 1987 em % .....	58
Figura 22: Perda de solo na Bacia do Rio Urucuia em 2007 em % .....	59
Figura 23: Análise Multitemporal da Erosão Atual (1987 - 2007) em % .....	60
Figura 24: Mapa de Erosão Atual (1987) .....	61
Figura 25:Mapa de Erosão Atual (2007) .....	62

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Dados pluviométricos utilizados para a análise do Fator R .....	40
Tabela 2: Classes de interpretação dos valores de K .....	44
Tabela 3: Classes de interpretação para a perda de solo potencial na Bacia do Rio Urucuia .....	46
Tabela 4: Integração dos fatores C e P .....	54
Tabela 5: Classes de CP adotadas para a Bacia do Rio Urucuia-MG .....	55
Tabela 6: Comparativo dos Fatores C e P para a Bacia do Rio Urucuia-MG (1987 e 2007) .....	55
Tabela 7: Classes de interpretação para a estimativa de perda de solo atual na Bacia do Rio Urucuia-MG .....	57
Tabela 8: Comparativo da perda de solo para a Bacia do Rio Urucuia-MG entre 1987 e 2007 em % .....	59

## RESUMO

A Equação Universal de Perda de Solos (EUPS) é um modelo de predição de perda de solo determinada através do cruzamento da erosividade da chuva, Fator R, da erodibilidade do solo, Fator K, do comprimento de rampa, Fator L, da declividade da vertente, Fator S, da cobertura e do manejo, Fator C, e das práticas conservacionistas, Fator P. Sem dúvidas esta metodologia de predição de perda de solos, tem sido largamente utilizada como um instrumento de avaliação de risco da instalação de processos erosivos acelerados e como medida orientativa de planejamento em bacias de uso agrícola. Assim, o presente trabalho tem por objetivo identificar cenários de ação da erosão nos solo da Bacia do Rio Urucuia, Minas Gerais, Brasil, através dos resultados gerados com a EUPS para 1987 e 2007. A Bacia do Rio Urucuia é tributária da Bacia do Rio São Francisco, com aproximadamente 25.000 km<sup>2</sup>, contribui com 10% de vazão e 18% da carga de sedimentos. A metodologia usou ferramentas de SIG para facilitar a obtenção do Fator Topográfico (LS) por meio do MDT e através dos dados de Sensoriamento Remoto foi desenvolvida a classificação de cobertura do solo, por conseguinte obteve-se os fatores cobertura e manejo (C) e práticas conservacionistas (P). A classificação das imagens Landsat-TM foi feita pelo classificador ISODATA para dois anos, 1987 e 2007. A análise multitemporal permitiu determinar que mudanças significativas na erosão do solo ocorreram na área estudada no final de vinte anos. O fator mais significativo para a degradação e erosão foi o aumento das áreas agrícolas, que por vezes são feitas sem a preocupação com as práticas conservacionistas adequadas, isso é evidenciado pela comparação dos mapas gerados de Potencial Natural a Erosão e de Erosão Atual. Os resultados mostram a distribuição espacial das distintas áreas propensas à erosão na bacia, onde práticas conservacionistas poderiam ser mitigadoras na prevenção da perda de solo e água por erosão. Esta análise é importante para o planejamento ambiental, e pode dar subsídio na formulação de políticas públicas para o estabelecimento de cenários que visem o desenvolvimento sustentável da Bacia do Rio Urucuia, além disso esta pesquisa pode auxiliar na avaliação dos resultados da revitalização do Rio São Francisco.

Palavras-chave: EUPS, análise multitemporal, uso do solo, sistemas de informação geográfica, sensoriamento remoto

## ABSTRACT

The Universal Soil Loss Equation (USLE) is an erosion model to estimate average soil loss being as a product of rainfall runoff erosivity factor R, soil erodibility factor K, slope length factor L, slope steepness factor S, cover management factor C, and support practice factor P. Beyond this methodology to predict soil loss, it has been extended as a useful tool for evaluating erosion risk and planning measures for the conservation in agricultural watersheds. Thus the present work has aim to identify soil erosion changes in the Urucuia River Basin, Minas Gerais state, Brazil using the USLE results in 1987 and 2007. The Urucuia's River Basin is a tributary of the São Francisco River Basin, with approximately 25.000 km<sup>2</sup>, which contributes with 10% of the discharge and 18% of the sediment loads. The methodology used GIS tools in order to facilitate derivation of the topographic factor (LS) from DEM and remote sensing data to obtain land cover classifications and consequently both factors cover-management (C) and support practice (P). The Landsat TM images classification were obtained by using an ISODATA classifier for the two years, 1987 and 2007. The multitemporal analysis determined that there were significant changes concerning soil erosion in the studied area in the last twenty years. The most significant factor that added to the degradation and erosion was the increase of agricultural areas, evidenced by the comparison of the potential erosion with the current erosion. The results show the spatial distribution of different erosion prone areas in watershed, where management practices might be suitable to prevent soil erosion. The analysis is important for the environmental planning, as they can give subsidy to the establishment of sustainable development scenarios for the basin.

Keywords: erosion, USLE, multi-temporal analysis, use and handling, Urucuia's River Basin

# **CAPÍTULO I**

---

## **INTRODUÇÃO**

## 1.1. APRESENTAÇÃO

Em uma análise ambiental estratégica é de fundamental importância considerar os atributos do meio físico e social, buscando compreender a complexidade e a pluralidade que envolve suas relações e implicações. Uma importante preocupação para o planejamento conservacionista é a erosão, causadora de diversos impactos ambientais que atinge a população urbana e rural, como: perda da biodiversidade, comprometimento da qualidade da água, redução da produtividade agrícola, assoreamento de rios e reservatórios, redução da capacidade de drenagem, inundações, instalação de processos de arenização e/ou desertificação com consequências ambientais e sócio-econômicas.

O principal agente erosivo em ambiente tropical é a água, que intensifica sua ação quando não infiltrando no solo, seja por deficiência de cobertura vegetal ou compactação (Primavesi, 1987, Bertoni e Lombardi Neto, 1990, Merten *et al.*, 1995). A erosão hídrica pode ser de dois tipos: laminar ou linear. A erosão laminar é gerada pelo fluxo difuso de água na superfície, provocando a dispersão de energia em múltiplos canais, que resulta na remoção progressiva e relativamente uniforme dos sedimentos dos horizontes superficiais do solo. É um dos tipos de erosão mais importantes, porém dificilmente perceptível podendo ser identificada pelo decréscimo de produção das culturas e pelo aparecimento de raízes. Em contraposição, a erosão linear concentra o escoamento da água gerando sulcos, ravinas e voçorocas.

A evolução dos processos erosivos pode ser descrito em quatro estágios (CEMIG, 2001): (1) formação do canal, com concentração de escoamento de água; (2) crescimento rápido em profundidade e largura; (3) pausa ou diminuição do crescimento da profundidade e da largura com início do crescimento de vegetação; e (4) possível estabilização, quando as paredes da erosão se tornam estáveis graças à vegetação que segura o solo.

Analisando-se o sedimento o processo erosivo pode ser dividido em quatro etapas: (1) desagregação, definido como a liberação de partículas dos agregados e, uma vez desprendidas, elas podem permanecer próximas ao agregado ou serem transportadas (Carvalho *et al.*, 2001); (2) transporte, momento em que os sedimentos desagregados deslocam-se por ação da água, do vento ou do gelo; e (3) sedimentação, quando os sedimentos desagregados e transportados depositam-se nas porções mais baixas do relevo.

Vários modelos tem sido elaborados e aplicados como ferramentas de avaliação nos estudos erosivos. Os modelos por serem simplificações ou abstrações da realidade buscam elaborar hipóteses e previsões de um determinado sistema (Haggett & Chorley, 1967, Harvey, 1969). Cook (1936) foi um dos primeiros a formular um modelo de erosão, onde os fatores

considerados foram erodibilidade do solo, erosividade da chuva e cobertura vegetal. A partir disso, foram propostas a adição de outros fatores ao modelo como: elemento topográfico (comprimento de rampa e declividade) (Zingg, 1940); práticas conservacionistas (Smith, 1941); e uso e manejo do solo (Browning & Class, 1947).

Inicialmente denominada de Musgrave, a Universal Soil Loss Equation - USLE (Equação Universal de Perdas de Solos – EUPS) foi desenvolvida em 1954, pelo *National Runoff and Soil Loss Data Center* e pela *Agricultural Research Service* em colaboração com a Universidade de Perdue (USA) e revisada por Wischmeier & Smith (1965 e 1978). A EUPS ( $\text{ton} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ ) é o produto dos seguintes atributos (Equação 1): (1) da erosividade da chuva (Fator R - MJ.mm/ha.h), (2) da erodibilidade do solo (Fator K - ton. ha.h/ha.(MJ.mm)), (3) do comprimento de rampa (Fator L - adimensional) e do gradiente da declividade (Fator S - %), (4) da cobertura superficial ou uso/manejo (Fator C - adimensional) e, (5) das práticas conservacionistas (Fator P - adimensional).

$$A = R \times K \times L \times S \times C \times P \quad 1$$

Tal equação foi concebida para aplicação em pequenas áreas de clima temperado, entretanto, seu uso em regiões tropicais e em escala regional é possível, principalmente, em um enfoque qualitativo a fim de discriminar áreas de maior e menor suscetibilidade à erosão (Hoyos, 2005, Stein *et al.*, 1987, Bloise *et al.*, 2001). Esta informação, ainda que qualitativa, fornece subsídios relevantes para a elaboração do planejamento agrícola e ambiental de bacias hidrográficas. A adequação do modelo da EUPS em ambiente computacional de um SIG permite uma otimização e resultados espaciais mais precisos.

Outros modelos empíricos foram desenvolvidos como: (a) ANSWERS - *Areal Nonpoint Source Watershed Environmental Response Simulation* (Beasley e Huggins, 1982), que simula o escoamento superficial e a erosão em micro bacias predominantemente agrícolas; (b) MUSLE - *Modified Universal Soil Loss Equation* (Glaetzer & Grierson, 1987) que consiste em uma modificação da USLE e tem sua aplicação restrita a microbacias hidrográficas; (c) AGNPS - *Agricultural Non-Point Source Pollution Model* (Young *et al.* 1989), o qual compara os efeitos do controle da poluição através de práticas de manejo conservacionista, incorporadas às bacias hidrográficas e também é utilizado no estudo de processos erosivos; (d) EPIC - *Erosion Productivity Impact Calculator* (Williams, 1990) que, conforme Araújo (2006), pode ser usado para determinar o efeito de estratégias de manejo agrícola sobre os recursos hídricos e a produtividade de solos; (e) RUSLE – *Revised*

*Universal Soil Loss Equation* (Renard, & Foster, 1991) se diferenciando da USLE na precisão dos valores do fator erosividade das chuvas e do fator K, que utiliza como parâmetro para seu cálculo a umidade dos solos; (f) WEPP - *Water Erosion Prediction Project* (Flanagan & Nearing, 1995), que se baseia em simulações numéricas; e (g) SWAT – *Soil and Water Assessment Tool* (Arnold e Allen, 1996), a qual objetiva estimar o impacto da água sobre o solo em grandes bacias hidrográficas.

Todavia, a EUPS (USLE) devido à sua simplicidade torna-se amplamente utilizada e aplicada. Através desta equação vários estudos tem sido desenvolvidos nas bacias do São Francisco e Parnaíba (Chaves, 1994; Silva, 2001; Farinasso *et al.* 2006).

Diante disto a EUPS será utilizada como ferramenta principal para o alcance dos objetivos desta pesquisa.

## **1.2. OBJETIVOS**

O presente trabalho possui como objetivo identificar áreas que são mais susceptíveis a erosão na Bacia do Rio Urucuia por meio de uma análise multitemporal da EUPS nos anos 1987 e 2007. Este enfoque temporal permitirá avaliar a progressão antrópica e suas relações com processos erosivos na área de estudo. Desta forma, este trabalho fornecerá subsídios para o planejamento territorial da Bacia do Rio Urucuia, área com intensas atividades agropastoris.

### **Objetivos específicos:**

- Gerar o Modelo Digital do Terreno;
- Mapear e caracterizar os atributos da EUPS;
- Mapear e caracterizar o Potencial Natural a Erosão;
- Mapear e caracterizar a Erosão Atual de 1987 e 2007;
- Distinguir as mudanças do uso do solo na Bacia do Rio Urucuia por meio de uma análise multitemporal e espacial do uso do solo.

## **1.3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO**

Os procedimentos metodológicos adotados podem ser subdivididos em três etapas: (a) obtenção dos fatores físicos da EUPS que conjuntamente correspondem ao Potencial Natural de Erosão, (b) obtenção dos fatores antrópicos avaliando suas alterações em duas datas distintas, e (c) integração de todos os fatores para identificar as áreas mais susceptíveis à erosão atual (Figura 1). Neste intuito foram utilizadas técnicas de sensoriamento remoto e de geoprocessamento, associado a trabalho de campo. Fora isso, foram utilizadas as bases de

dados em escala 1:100.000, 1:1.000.000 e 1:5.000.000 (pertencentes à CODEVASF, IBGE, MME e CPRM), relativos aos temas de solo, vegetação, geologia, hidrografia e geomorfologia, descritos no Capítulo II.

O Capítulo III descreve a obtenção dos fatores físicos considerando suas particularidades: (a) Fator Topográfico (LS) foi extraído diretamente do Modelo Digital do Terreno (MDT), (b) Fator Erosividade (R), por meio da interpolação dos dados de chuva, e (c) Fator Erodibilidade do Solo (K) através da edição do mapa de solos de Chaves (1994). Por fim o cruzamento dos mapas relativos aos Fatores L, S, R e K gerou o Mapa de Potencial Natural a Erosão (PNE).

O Capítulo IV descreve e compara os fatores antrópicos da EUPS (C e P) em dois tempos distintos (1987 e 2007) obtidos a partir da classificação de imagens TM-Landsat. Por fim, o Capítulo V salienta as principais conclusões obtidas.

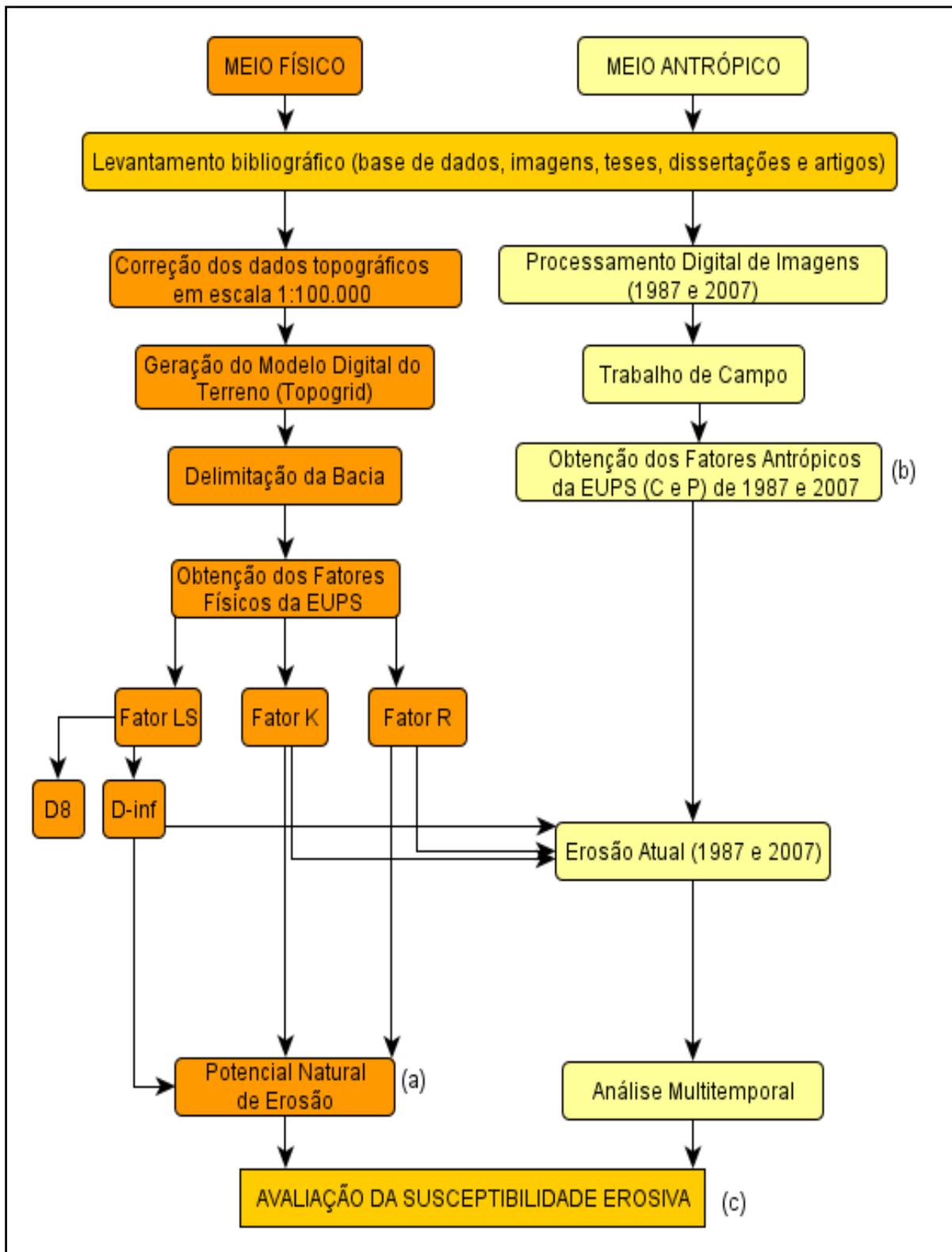


Figura 1: Procedimentos Metodológicos

## **CAPÍTULO II**

---

**ÁREA DE ESTUDO**

## 2.1. ASPECTOS FISIAGRÁFICOS

A Bacia do Rio Urucuia está localizada praticamente toda no estado de Minas Gerais com algumas nascentes situadas no estado de Goiás (45°04'33"W a 47°06'36"W e 14°42'03"S a 16°43'37"S) (Figura 2).

Com aproximadamente 25 mil km<sup>2</sup> de área e densidade hidrográfica<sup>1</sup> igual a 0,16 (Horton, 1945) e índice de circularidade igual a 0,3 (Miller, 1953), é partícipe da Bacia do Rio São Francisco, a qual com área de 639.207,60 km<sup>2</sup> (CODEVASF, 2007), exerce relevante função no abastecimento hídrico do Brasil. O São Francisco é um dos principais rios do Brasil, seu canal principal (2.836 km de comprimento) juntamente com seus tributários atravessa seis estados brasileiros (Minas Gerais, Bahia, Pernambuco, Paraíba, Alagoas e Sergipe), característica que lhe confere jurisdição Federal e importância política. Suas águas promovem o desenvolvimento da agricultura, tanto da agricultura familiar quanto do agronegócio, que utiliza irrigação em larga escala, e atende a demanda de vários outros usos, proporcionando o uso múltiplo.

Atualmente, o rio São Francisco tem sido alvo de discussões devido à implementação da transposição do rio, a qual tem como intuito principal diminuir o problema da seca na região e melhor aproveitar o recurso hídrico disponível.

Nesse contexto, a Bacia do Rio Urucuia tem grande importância, pois é uma das bacias de médio porte do São Francisco e possui expressiva contribuição que corresponde a 10% da vazão total e 18% da carga total de sedimentos recebidos pelo Rio São Francisco (CODEVASF, 2002).

## 2.2. CLIMA

A bacia objeto da pesquisa insere-se em duas tipologias climáticas da classificação de Thornthwaite (1948): (a) tipo B2 (úmido) na porção oeste, que engloba a maior parte da bacia, de montante até as proximidades da confluência do Ribeirão Santa Cruz com o Rio Urucuia, e (b) Tipo C1 (sub-úmido seco) na porção leste da bacia até a confluência com o Rio São Francisco (Figura 3)

Na Bacia do Rio Urucuia todos os meses do ano acusam temperatura média superior a 18°C, sendo que a média anual é de 23°C. O período seco é sempre quente e muito longo, de setembro a março, seguido de uma estação chuvosa que vai de abril a agosto.

---

<sup>1</sup> A hidrografia apresentada nos mapas foi produzida em escala 1:5.000.000 a fim de facilitar a visualização dos temas de cada mapa.

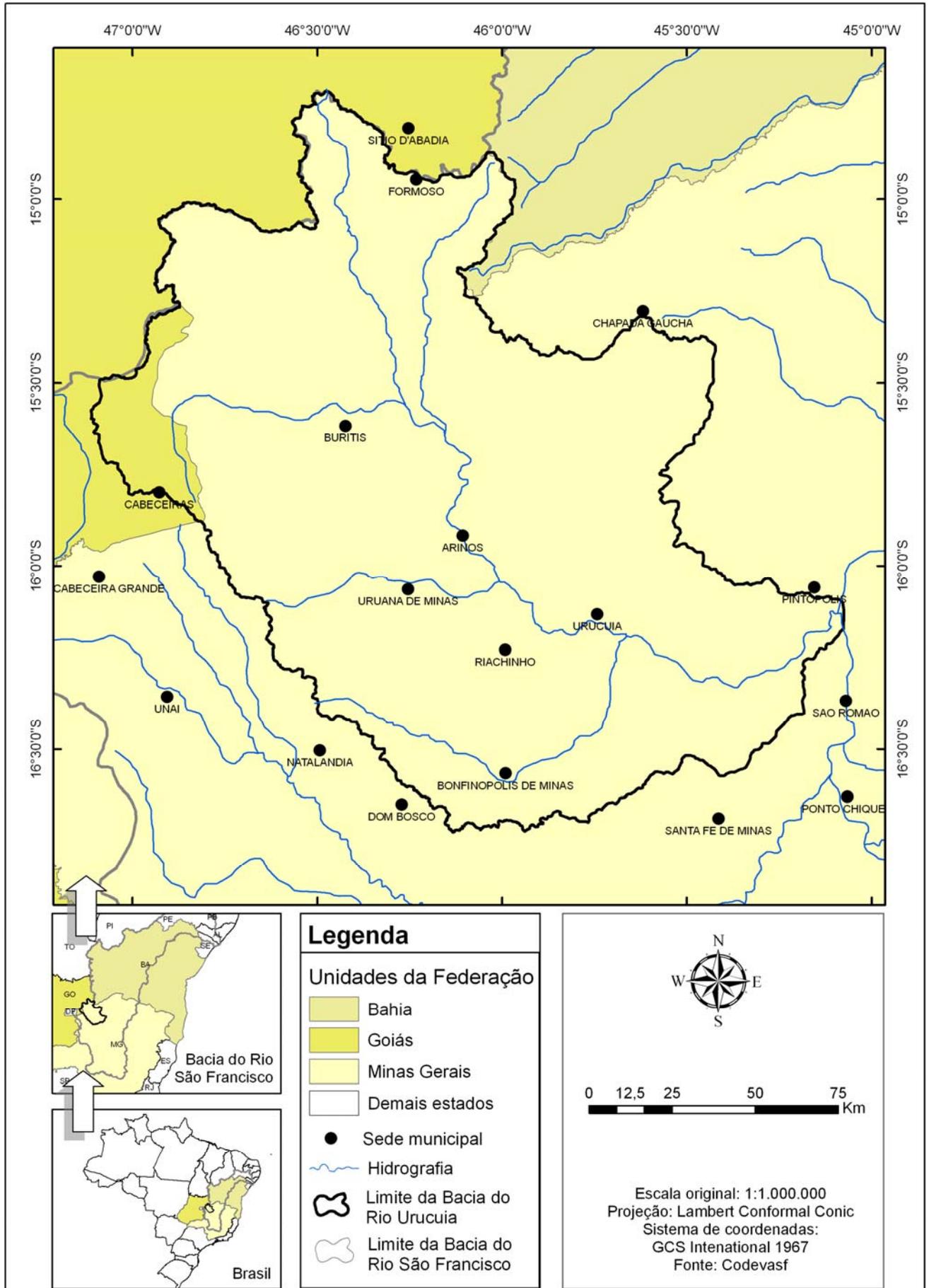


Figura 2: Mapa de Localização da Bacia do Rio Uruçua-MG

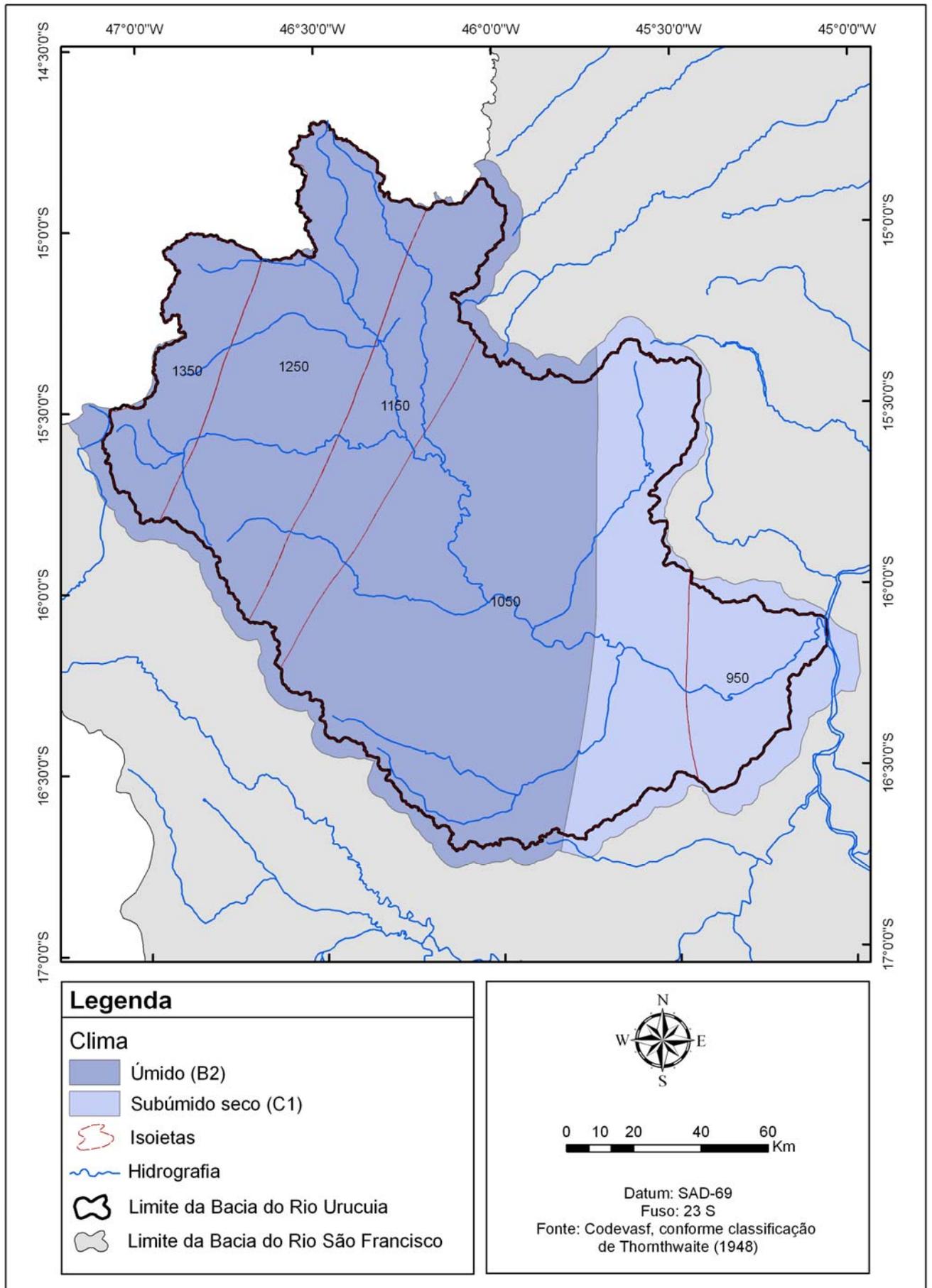


Figura 3: Mapa de Clima da Bacia do Rio Uruçua-MG

No vale do Urucuia, conforme dados do site da ANA (Hidroweb) as médias de precipitação são boas (com total de chuva anual variando entre 1150 mm e 1400 mm). Os máximos verificados nesta região ocorrem nos meses de dezembro ou janeiro. Os valores mínimos de precipitação são verificados entre os meses de junho a agosto. As isoietas presentes na Figura 3 fornecem uma boa demonstração da distribuição pluvial na área estudada.

## 2.3 GEOLOGIA

A região abrangida pelo Cráton do São Francisco apresenta um registro de sucessivos ciclos sedimentares desde o fim do Paleoproterozóico compreendendo diferentes unidades litoestratigráficas (Campos & Dardenne, 1997; Martins-Neto *et al.*, 2001; Spigolon & Alvarenga, 2002). A estratigrafia Fanerozóica é resultante do preenchimento de uma bacia intracratônica denominada de Bacia Sanfranciscana (Sgarbi, 1989). A Bacia do Rio Urucuia apresenta rochas neoproterozóicas do Grupo Paranoá, bem como uma seção fanerozóica, representadas pelos Grupos Geológicos: Bambuí, Areado e Urucuia (Figura 4).

### Grupo Paranoá

O Grupo Paranoá é subdividido em dez unidades mapeáveis distribuídas em duas sequências principais (Olivo, 1989): (a) psamo-pelítica (metaconglomerados, filitos carbonosos e quartzitos); e (b) psamo-pelitocarbonática (calcifilitos, quartzitos, filitos carbonosos e quartzitos feldspáticos). A deposição do Grupo Paranoá é inferida como sendo de 950 e 1300 M.a. devido às associações estromatólitos de *Conophyton metula* (Dardenne *et al.* 1976 e Dardenne 1978, 1981). O evento de metamorfismo e deformação foi estabelecido por volta de 650 M.a., correspondente a orogênese Brasileira (Fuck *et al.*, 1988 e Pimentel *et al.*, 1999). Na bacia do Urucuia as rochas do Grupo Paranoá estão localizadas nas porções mais elevadas da bacia, coincidindo com a área de relevo mais escarpado.

### Grupo Bambuí

O Grupo Bambuí é constituído por depósitos carbonáticos e siliciclásticos. O ambiente de deposição da Bacia do Bambuí é caracterizado por três sequências transgressivo-regressivo cada qual apresentando pelitos e calcilutitos marinho-profundo na base, sobre os quais progridem depósitos marinhos rasos influenciados por tempestades, portadores de estromatólitos (Dardenne, 1981, 2000). Dardenne (1978) estabeleceu uma subdivisão estratigráfica de forma a buscar uma uniformização a partir de correlações litoestratigráficas

na bacia, sendo constituída pelas seguintes formações da base para o topo: Jequitai (ruditos), Sete Lagoas (margas, calcilutitos, calcarenitos, biolitos), Serra de Santa Helena (pelitos), Lagoa do Jacaré (calcarenitos, pelitos), Serra da Saudade (pelitos) e Três Marias (pelitos, arenitos). Na área de estudo estão presentes as formações Três Marias, Serra de Santa Helena, Serra da Saudade, Sete Lagoas e Lagoa do Jacaré. Com exceção da formação Três Marias, que representa o assoreamento final do *foreland* Bambuí, todas as demais formações do Grupo Bambuí formam o Subgrupo Paraopeba.

### **Grupo Areado**

Os sedimentos do Grupo Areado (Cretáceo Inferior) apresentam uma grande variação lateral de fácies, caracterizadas por depósitos de leque aluvial, fluvial entrelaçado, flúvio-deltaico, lacustre, campo de dunas e interdunas. Esta unidade está distribuída por toda a extensão da Bacia Sanfranciscana, formada pelos sedimentos fanerozóicos que recobrem o cráton do São Francisco. O Grupo Areado apresenta uma sequência estratigráfica contínua ao sul (Sub-Bacia Abaeté), enquanto mostra-se descontínua na porção centro-norte (Sub-Bacia Urucuia). O Grupo Areado é composto por três formações: Abaeté, Quiricó e Três Barras (Campos & Dardenne, 1997).

### **Grupo Urucuia**

O Grupo Urucuia (Cretáceo Superior) distribui-se no chapadão da Serra Geral de Goiás, que atua como divisor de águas das bacias do rio São Francisco e Tocantins. O Grupo Urucuia é subdividido em duas formações: (a) Formação Posse, unidade basal constituída por arenitos muito finos, finos, médios, com boa maturidade textural e mineralógica, geralmente bem selecionados; e (b) Formação Serra das Araras constituída por arenitos (polimodais, silicificados, vermelhos e com níveis amarelados), argilitos, e conglomerados com coloração avermelhada, intercalados em bancos plano-paralelos com espessuras variando de 50 cm a 2 metros (Campos & Dardenne, 1997). Os arenitos podem chegar a uma espessura de mais de 200 metros (Tschiedel, 2004). O Grupo Urucuia se distribui na porção leste da Bacia do Rio Urucuia.

### **Depósitos Detrito-lateríticos**

Sobre as rochas do Grupo Bambuí ocorre a cobertura do Terciário-Quartenário formado por sedimentos fluviais silto arenoso e areno-siltosos, cobertura argilo-siltosa e silto-arenosa. Os sedimentos inconsolidados, do Quaternário, ocorrem na porção leste, no vale

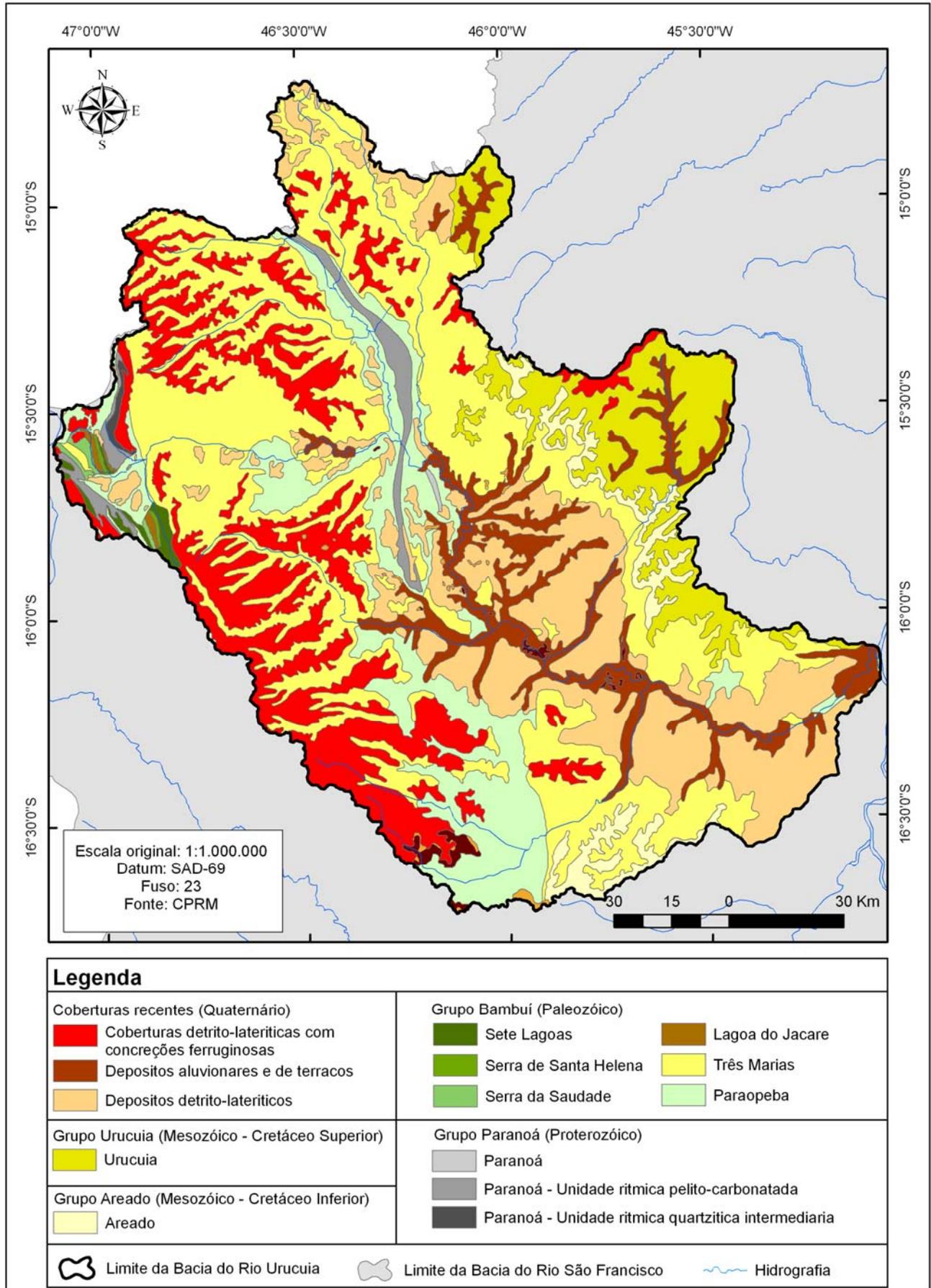


Figura 4: Mapa de Geologia da Bacia do Rio Uruçuia-MG

do Urucuia, da porção central até a jusante, na confluência do rio Urucuia com o Rio São Francisco.

## **2.4. SOLO**

O levantamento de solos existente para a área em estudo foi realizado em escala regional (1:1.000.000) (Brasil, 1982; Embrapa, 1999). A figura 5 apresenta fotos feitas em trabalho de campo, realizado em junho de 2008, dos principais tipos de solo encontrados na bacia. A figura 6 expressa cartograficamente a distribuição espacial das classes de solo: Latossolo, Neossolo, Argissolo e Cambissolo, descritos a seguir.

### **Latossolo**

Os Latossolos caracterizam-se por serem muito evoluídos com horizonte B latossólico e avançado estágio de intemperização (Embrapa, 1999). Os Latossolos podem ter de 15 a 80% de argila, porém mesmo com elevada concentração de argila podem apresentar uma grande permeabilidade devido à estrutura granular muito desenvolvida (Resende, 1985).

Os Latossolos se estendem por toda a Bacia do Rio Urucuia, sendo que o Latossolo Vermelho Amarelo são os mais extensos (solos com matiz 5YR ou mais vermelhos e mais amarelos que 2,5YR na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B, inclusive BA), em menores proporções Latossolo Amarelo e o Latossolo Vermelho.

### **Neossolo**

Compreende solos constituídos por material mineral ou por material orgânico pouco espesso com pequena expressão dos processos pedogenéticos em consequência da baixa intensidade de atuação destes processos, que não conduziram, ainda, a modificações expressivas do material originário, de características do próprio material, pela sua resistência ao intemperismo ou composição química, e do relevo, que podem impedir ou limitar a evolução desses solos (Embrapa, 1999).

Na área pesquisada apresenta-se na forma de Neossolo Quartzarênico, solos com sequência de horizontes A-C, sem contato lítico dentro de 50 cm de profundidade, apresentando textura areia ou areia franca nos horizontes até, no mínimo, a profundidade de 150 cm a partir da superfície do solo ou até um contato lítico; essencialmente quartzosos, tendo nas frações areia grossa e areia fina 95% ou mais de quartzo, calcedônia e opala e, praticamente, ausência de minerais primários alteráveis (menos resistentes ao intemperismo) (Embrapa, 1999). Estão associados às áreas de menor declividade da bacia, em especial nas

proximidades da confluência do canal principal com o Rio São Francisco, na larga planície de inundação.

Os Neossolos Litólicos são solos rasos, variando de 40 a 50 cm (Embrapa, 1999). Na Bacia do Rio Urucuia são distribuídos de forma não homogênea e associam-se às altas altitudes e às altas declividades

O Neossolo Flúvico (antigos solos aluviais) são solos com profundidade que variam de 100 a 120 cm (Embrapa, 1999). Distribuem-se na bacia em torno do canal principal de drenagem, na porção sul, fazendo limite com os Neossolos Quartzarênicos.

Os Neossolos do tipo Regolítico (antigos Regossolos), que se apresentam de 120cm até o contato lítico (Embrapa, 1999), apresentam-se em pequena quantidade e de modo geral, por sua estrutura, são solos que não apresentam grandes evidências de processos erosivos.

### **Cambissolo**

Os Cambissolos são solos constituídos por material mineral, com horizonte B incipiente (Bi) subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial, desde que em qualquer dos casos não satisfaçam os requisitos estabelecidos para serem enquadrados nas classes Vertissolos, Chernossolos, Plintossolos ou Gleissolos. Tem sequência de horizontes A ou hístico, Bi, C, com ou sem R (Embrapa, 1999).

O horizonte B incipiente tem textura franco-arenosa ou mais argilosa, e o solum, geralmente apresenta teores uniformes de argila, podendo ocorrer ligeiro decréscimo ou um pequeno incremento de argila do A para o Bi. Admite-se diferença marcante do A para o Bi, em casos de solos desenvolvidos de sedimentos aluviais ou outros casos em que há descontinuidade litológica. A estrutura do horizonte Bi pode ser em blocos, granular ou prismática, havendo casos, também, de estruturas em grãos simples ou maciça. (Embrapa, 1999)

Podem ser encontrados na área em estudo associados aos canais fluviais na porção noroeste e sudoeste da Bacia Hidrográfica do Rio Urucuia, em locais de alta declividade e suave ondulado e, de modo geral, fazendo limite com os Neossolos litólicos.

### **Argissolo**

Os Argissolos compreendem solos constituídos por material mineral, que tem como características diferenciais argila de atividade baixa e horizonte B textural (Bt), imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte superficial, exceto o hístico. Parte dos solos desta classe apresenta um evidente incremento no teor de argila, com ou sem

decréscimo, do horizonte B para baixo no perfil. A transição entre os horizontes A e Bt é usualmente clara, abrupta ou gradual. (Embrapa, 1999).

Na Bacia do Rio Urucuia o Argissolo Vermelho Amarelo apresenta-se de forma esparsa, sendo que sua maior concentração está na planície de inundação do canal principal do rio, nas proximidade da confluência com o Rio São Francisco.



a. Latossolo em processo de coleta



b. Cambissolo com furo do trado de coleta

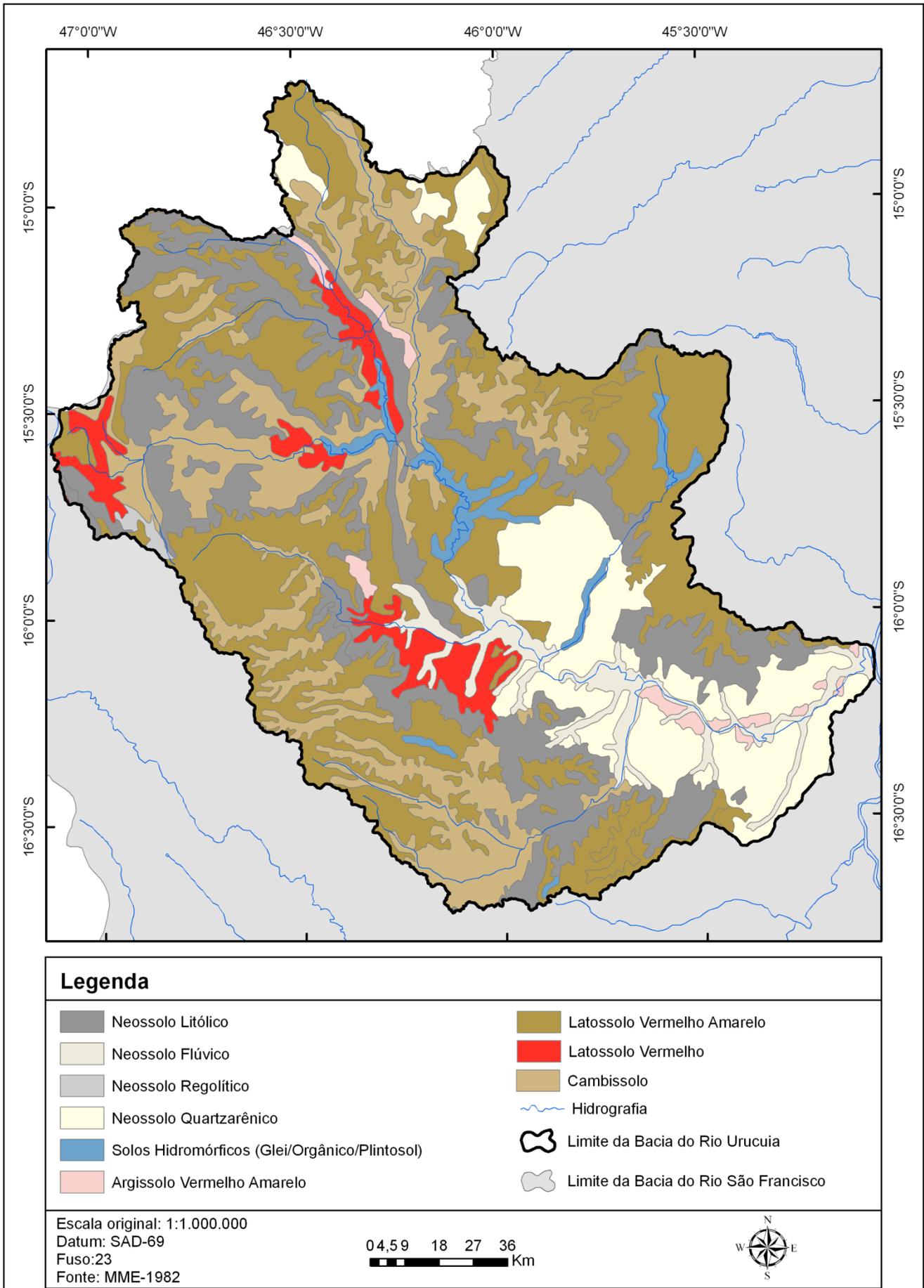


c. Neossolo Litólico



d. Neossolo Flúvico.

**Figura 5: Fotos dos principais tipos de solos encontrados em trabalho de campo a Bacia do Rio Urucuia-MG, realizado em junho de 2008. Fotos de Kelly Resende e Clarisse Lacerda.**



**Figura 6: Mapa de Solos da Bacia do Rio Urucuia-MG, com a classificação de solos conforme Embrapa, 2006.**

## 2.5. VEGETAÇÃO

A bacia está contida no Bioma Cerrado com a presença das seguintes fitofisionomias: Cerrado *Strito Censo*, Cerradão, Vereda, Mata Ciliar, Campo sujo e limpo (Figura 7).

O Mapa de Vegetação elaborado na escala 1:5.000.000 (IBGE, 1988) apresenta a predominância de savana (ou cerrado) natural, em especial com vegetação arbórea aberta (Figura 8). Há ainda a presença de Floresta estacional, que se distribui em forma de manchas nas porções Noroeste e Sudoeste da Bacia.

Na bacia ocorrem extensas áreas de pastagem e de plantio provenientes da expansão da fronteira agrícola e do desenvolvimento da região. Tais áreas são denominadas pelo IBGE de área antropizada (Figura 8).



a. Cerrado *Strito Censo*

b. Vereda

c. Cerradão

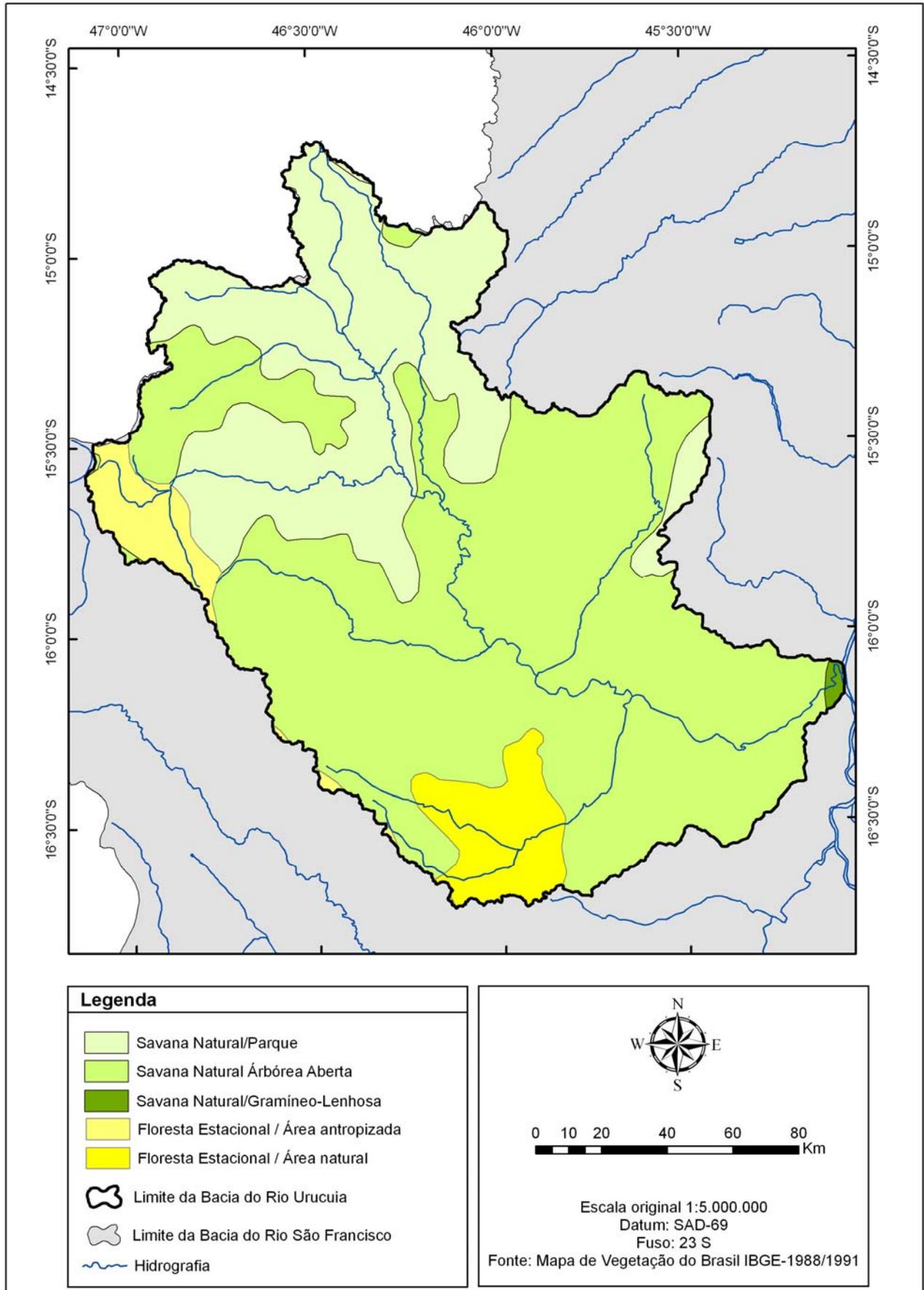


d. Campo Sujo

e. Campo Limpo

f. Mata Ciliar

**Figura 7: Fitofisionomias de Cerrado encontradas na Bacia do Rio Urucuia-MG em trabalho de campo realizado em junho de 2008. Fotos de Kelly Resende e Clarisse Lacerda.**



**Figura 8: Mapa de Vegetação da Bacia do Rio Urucuia-MG**

## **CAPÍTULO III**

---

**EQUAÇÃO UNIVERSAL DE PERDA DE SOLOS E POTENCIAL NATURAL A  
EROSÃO**

No presente capítulo é abordada a confecção e análise do mapa de Potencial Natural a Erosão (PNE) da Bacia Hidrográfica do Urucuia. O PNE consiste em um modelo onde os Fatores C e P da equação da EUPS adquirem o valor 1, referente ao pior cenário em relação ao uso e ao manejo do solo. Cada fator é descrito individualmente e por fim é demonstrado o mapa resultante.

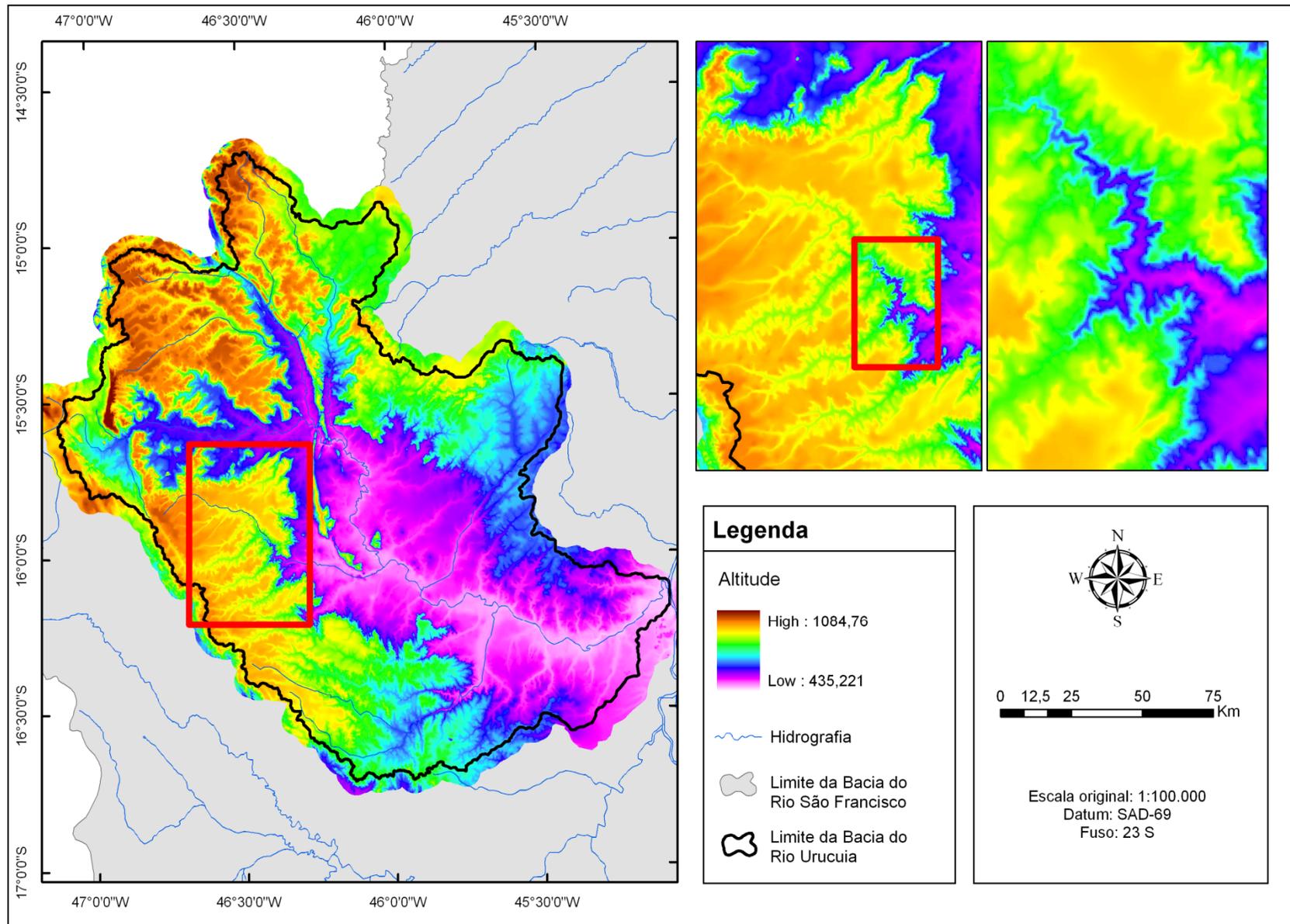
### **3.1. FATOR LS (TOPOGRÁFICO)**

#### **3.1.1. Elaboração do Modelo Digital do Terreno (MDT)**

O comprimento de rampa (L) e a declividade (S) podem ser extraídos de um MDT em um ambiente de SIG. Para a geração do MDT foram utilizadas vinte cartas topográficas em escala 1:100.000 em meio digital cedidas pela CODEVASF (Companhia para o Desenvolvimento do Vale do São Francisco). A edição das cartas para geração do MDT foi realizado nos programas Arcgis 9.2, Arcview 3.3 e Arcinfo Workstation 9.0. Foram realizadas as seguintes correções dos atributos: (a) curvas de nível (conexão das curvas, averiguação das cotas e junção das curvas fragmentadas); (b) pontos cotados (averiguação das cotas); (c) drenagens (verificações dos nós, junção de vetores fragmentados e correção da direção de fluxo); e (d) lagos (averiguação de polígonos).

Na interpolação dos dados foi utilizado o método Topogrid (Hutchinson, 1989), implementado no programa Arcinfo. Este procedimento de interpolação utiliza o método de diferenças finitas conjugando tanto o esforço de manter as características hidrográficas (drenagens, lagos e direção de fluxo) como a remoção de dados espúrios relativos a pontos de depressões ou de elevações (Hutchinson, 1989). Tal método possui a eficiência computacional dos métodos de interpolação local (método IDW) e a continuidade da superfície proporcionada pelos interpoladores globais (interpolador Kriging) (Guimarães, 2000). O Topogrid possui melhores resultados quando comparado com outros métodos de interpolação como: INTERCON (do software IDRISI), o Inverso do Quadrado da Distância (IQD), Kriging e Kriging Multi-Direcional (Fernandes & Menezes, 2005).

O MDT foi confeccionado com resolução espacial de 35 metros (Figura 9). Este demonstra uma amplitude altimétrica de 649 metros com as maiores altitudes atingindo 1084 m na porção norte - noroeste da bacia e as menores altitudes (altitude mínima de 435 m) nos vales e planícies fluviais.



**Figura 9: Modelo Digital do Terreno gerado pelo módulo de interpolação Topogrid**

### 3.1.2. Obtenção do Fator L

A capacidade de remoção, transporte e sedimentação das partículas do solo pelo escoamento superficial está estreitamente ligada ao comprimento de rampa. O Fator L pode ser caracterizado como sendo a distância do ponto do caimento da água até o ponto em que ela decresce, delimitando o início de uma sedimentação, podendo ser uma ruptura de vertente junto aos vales ou o encontro com um canal definido (Wischmeier & Smith, 1978).

Originalmente, o comprimento de rampa foi obtido por métodos manuais (Griffin, *et al.* 1988), porém, com o advento dos Sistemas de Informação Geográfica pode ser extraído pelo atributo área de contribuição proveniente do MDT (Moore & Burch, 1986). Desmet & Govers (1996) aprimoraram a aquisição do fator L (Equação 2) ajustando a área de contribuição na equação de Foster & Wischmeier (1974):

$$L_{ij} = \frac{[(A_{ij-in} + D^2)^{m+1} - (A_{ij-in})^{m+1}]}{D^{m+2} \cdot x_{ij} (22, 13)^m} \quad 2$$

Onde:

$L_{ij}$ : fator de comprimento de vertente de uma célula com coordenadas (i,j);

$A_{ij-in}$ : área de contribuição da célula em coordenadas (i,j) (m<sup>2</sup>);

D: é o tamanho da célula;

x: é o coeficiente função do aspecto para grade de célula em coordenadas (i,j);

m: é o coeficiente função da declividade para grade de célula com coordenada (i,j).

A área de contribuição pode ser obtida por diferentes algoritmos, destacando-se os métodos: (a) D8 (O'calaghan & Mark, 1984); e (b) D $\infty$  (Tarboton, 1997).

O método D8 (*uniflow*) distribui o fluxo de água de forma direcional e única para uma das oito direções preferenciais de uma janela de dimensões 3x3 células, considerando a maior declividade entre a célula central e as oito células circunvizinhas. Esse modelo não permite simular fluxo divergente e apresenta sempre direções que são múltiplos de 45 graus (Holmgren, 1994).

O método D $\infty$  (*biflow*) considera as direções múltiplas do fluxo e calcula sua direção considerando o maior decaimento do terreno em um contínuo entre 0 e  $2\pi$ . O cálculo da direção de fluxo utiliza oito facetas triangulares em uma janela móvel 3x3 células. Portanto, a maior declividade e a distribuição do fluxo são calculadas de forma proporcional entre as células presentes em uma determinada faceta, no caso de uma área plana sem a presença de fluxo a jusante é assinalado um valor de direção de fluxo igual a -1. Assim a direção de fluxo

é forçada para um vizinho de igual elevação que possui uma direção resolvida (Tarboton, 1997).

Para obter o fator LS conforme Desmet & Govers (1996), foi desenvolvido por Carvalho Júnior & Guimarães (2003) um programa em AML (ARCINFO Macro Language) que utiliza como dado de entrada somente o MDT.

### 3.1.3. Obtenção do Fator S

Dentre os fatores topográficos, a declividade do terreno (S), Equação 3, é um dos mais importantes por proporcionar a aceleração da água e conseqüentemente o aumento do potencial erosivo. Conforme Wischmeier e Smith (1978) o fator declividade é calculado por meio da seguinte fórmula:

$$S = 0,00654s^2 + 0,0456s + 0,065 \quad 3$$

Onde:

S = fator declividade

s = declividade média da vertente (%)

A partir dos valores de L e S aplica-se a equação de Bertoni e Lombardi Neto (1990) para cálculo do fator LS (Equação 4), correspondente à morfologia das vertentes da bacia:

$$LS = 0,00984 \times L^{0,63} \times S^{1,12} \quad 4$$

Onde:

L: comprimento de rampa (m)

S: declividade (%)

### 3.1.4. Elaboração dos Fatores LS

O Fator LS foi gerado utilizando-se as duas metodologias de direção de fluxo: D8 (Figura 10) e D $\infty$  (Figura 11). A comparação entre os dois métodos apresenta que o método D $\infty$  permite um melhor detalhamento dos canais fluviais e da direção do fluxo, enquanto que o método D8 apresenta problemas principalmente em áreas planas (Freeman, 1991; Desmet & Govers, 1996; Ramos *et al.*, 2003). Em vista disso, optou-se por utilizar as informações provenientes do D $\infty$  nas demais etapas de processamento.

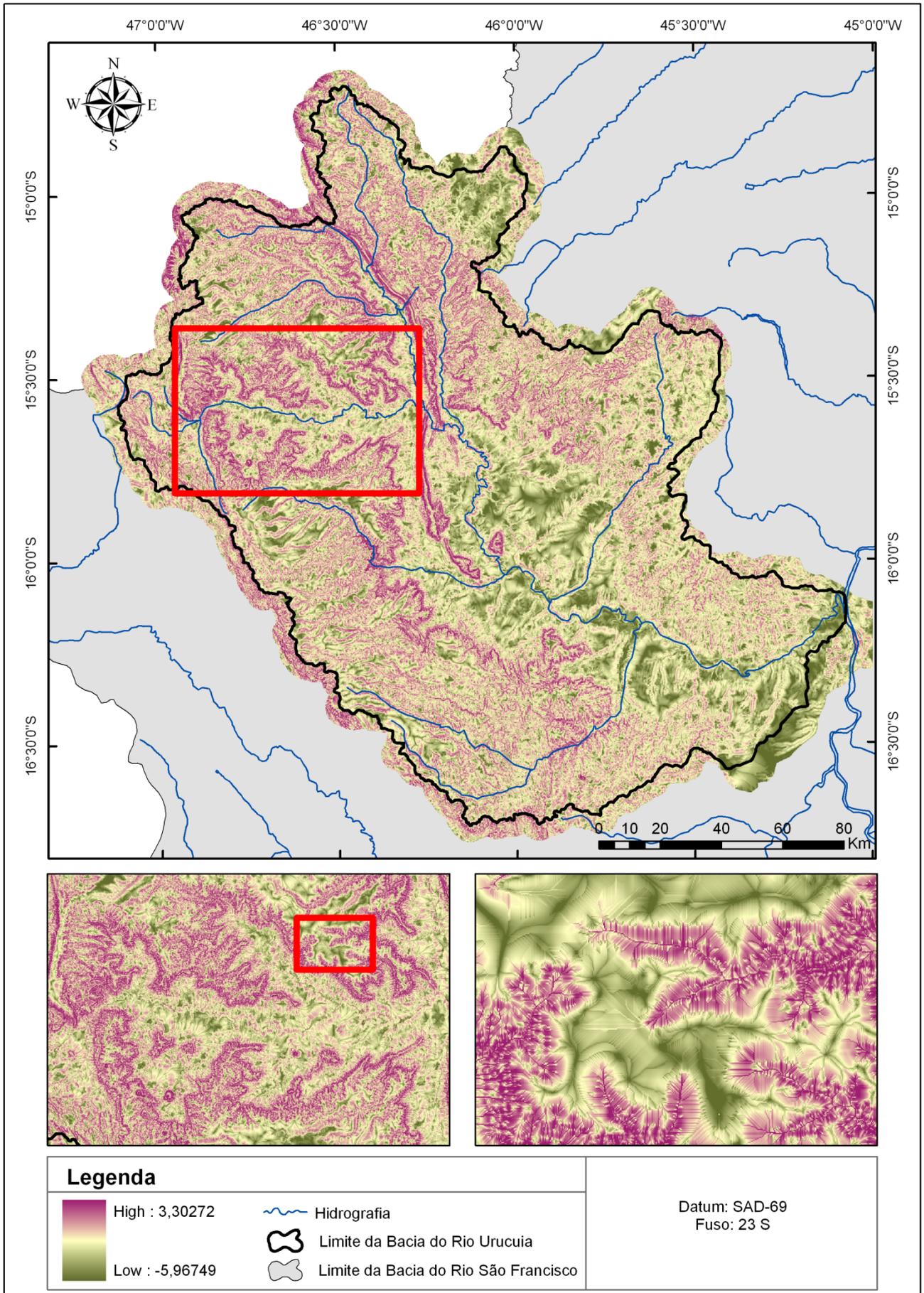


Figura 10: Mapa dos Fatores L e S gerado pelo algoritmo D8

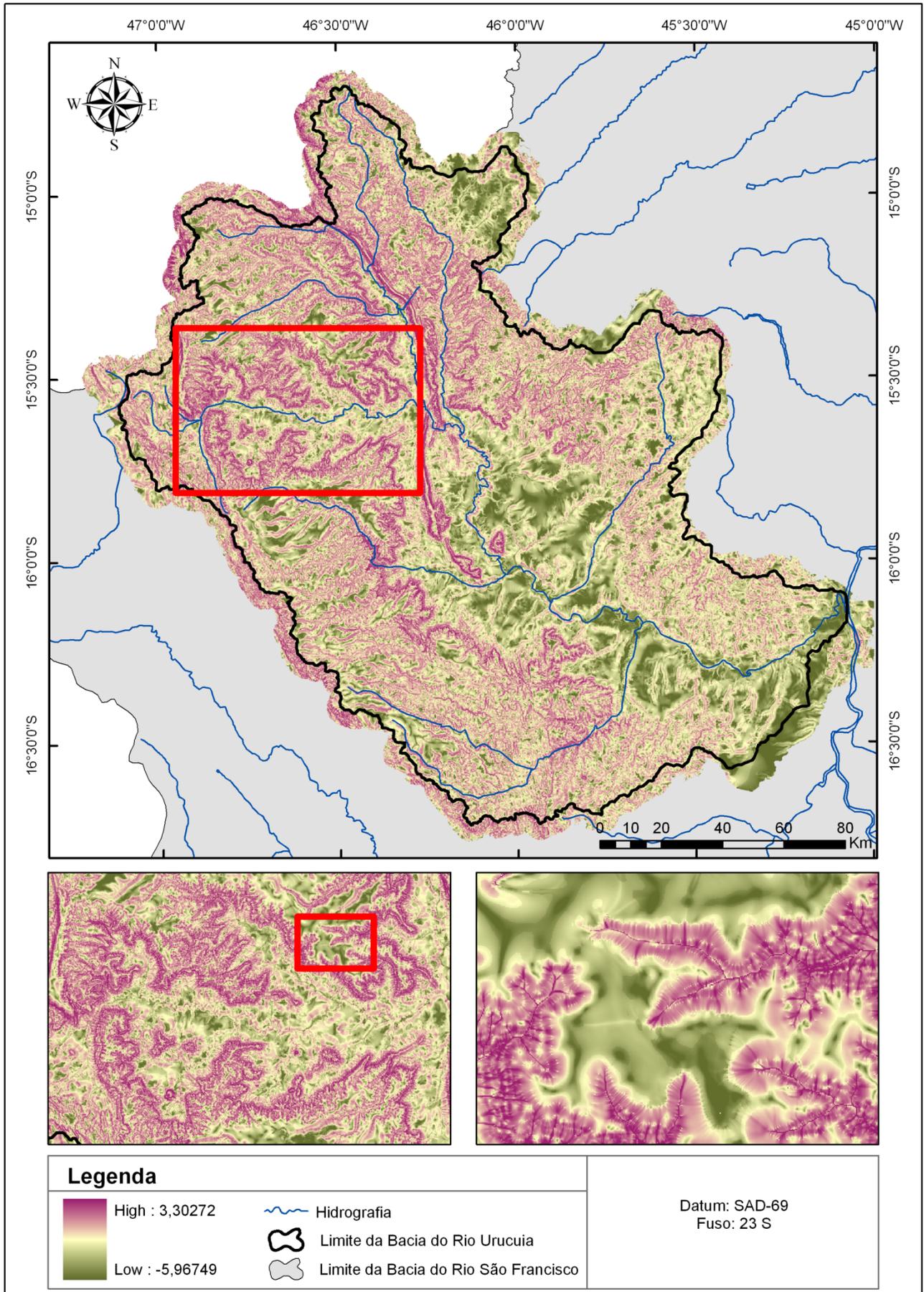


Figura 11: Mapa dos Fatores L e S gerado pelo algoritmo  $D_{\infty}$

### 3.2. FATOR R (EROSIVIDADE)

O desprendimento ou desagregação das partículas do solo ocorre, principalmente, pelo efeito integrado da energia de impacto das gotas de chuva e da força cisalhante do escoamento superficial constituindo, assim, o estágio inicial e mais importante do processo da erosão hídrica. O arraste, ou transporte das partículas, é feito pelo escoamento superficial da água. O estágio final do processo, a deposição das partículas, normalmente nos corpos de água, resultada no assoreamento dos leitos dos rios (Panachuki *et al.*, 2006)

O Fator R (MJ.mm/ha.h.ano) corresponde à capacidade erosiva da chuva em contato direto com o solo. Este fator depende das características físicas das chuvas, tais como: intensidade, duração, distribuição e tamanho das gotas (Wischmeier e Smith, 1978).

Lombardi Neto e Moldenhauer (1980) propõem para o município de Campinas-SP o Índice de Erosividade (EI) (Equação 5) baseado nas médias anual e mensal de uma determinada estação pluviométrica. Tal equação foi adaptada da equação original de Wischmeier & Smith (1958), os quais determinam o EI30, índice que trata a capacidade erosiva da chuva num intervalo de 30 minutos.

$$EI = 67,355(r^2/p)^{0,85} \quad 5$$

Onde:

r: média do total mensal de precipitação em mm, e

p: média do total anual de precipitação em mm.

Conhecendo-se o Índice de Erosividade para cada estação pluviométrica aplica-se o cálculo do Fator R (Equação 6) pela equação de Wischmeier & Smith (1978):

$$R = \sum_{J=1}^{12} EI \quad 6$$

Onde:

R: Fator erosividade da chuva

EI: Energia cinética da chuva

Segundo Wischmeier & Smith (1978), para que se obtenha êxito no cálculo do Fator R faz-se necessário uma análise temporal que englobe um período de 10 a 20 anos. No presente trabalho foi utilizada uma série histórica de 20 anos (de 1987 a 2007), considerando as estações com séries completas localizadas dentro e nas proximidades da bacia.

O número e distribuição das estações pluviométricas devem ser compatíveis ao tamanho da área de estudo. Farinasso *et al.* (2006) utilizaram em sua pesquisa 52 estações pluviométricas para uma área de 133.571 km<sup>2</sup>, o que corresponde a aproximadamente uma estação pluviométrica para cada 2.570 km<sup>2</sup>.

Na Bacia do Rio Urucua existem vinte e três estações pluviométricas distribuídas dentro da bacia e em suas zonas limítrofes. Todavia, para esta pesquisa foram utilizadas dezessete estações que tinham a disponibilidade e consistência dos dados bem como uma boa distribuição espacial (Tabela 1 e Figura 14). Tais números conferem uma distribuição de 1 estação pluviométrica para cada 1.470 km<sup>2</sup>.

Conforme a Tabela 1 e a Figura 12 observa-se que, de modo geral, as médias anuais ficam em torno de 990 a 1.414 mm. A estação Formosa localizada fora do limite da Bacia do Rio Urucua possui a maior média anual, o que ocorre devido à existência de intensas chuvas orográficas provocadas pelas cristas de Unaí. Pelo mesmo motivo tem-se elevada taxa anual pluviométrica na estação Sítio D'Abadia, também localizada fora da bacia e próximo a um conjunto de serras que se configuram como elemento propulsor das chuvas orográficas.

Em contrapartida a menor taxa anual foi encontrada na estação Miravânia, na porção leste da bacia, dentro da Bacia do Rio Carinhanha.

O Fator Erosividade da chuva (R) foi dividido em quatro classes: (a) 6.600-7000 MJ.mm/ha.h.ano, encontrada na planície sudeste da bacia; (b) 7100-7300 MJ.mm/ha.h.ano; (c) 7400-7800 MJ.mm/ha.h.ano; e (d) 7900-8200 MJ.mm/ha.h.ano situado no oeste da bacia (Figura 14).

Tabela 1: Dados pluviométricos utilizados para a análise do Fator R

ESTAÇÃO	COORDENADAS	MUNICÍPIO	ESTADO	MA	R
Sítio D'Abadia	14°48'14''S e 46°15'12''W	Sítio D'Abadia	GO	1217,6	7135,0
Serra das Araras	15°30'08''S e 45°23'24''W	Chapada Gaúcha	MG	1149,79	7308,4
Arinos (Montante)	15°55'28''S e 46°06'35''W	Arinos	MG	1137,3	7685,5
Cabeceiras	15°48'03''S e 46°55'29''W	Cabeceiras	GO	1300,0	7816,5
Fazenda Carvalho	15°31'18''S e 46°16'59''W	Buritis	MG	1165,4	7617,6
Fazenda Conceição	16°25'43''S e 45°44'32''W	Riachinho	MG	1122,3	7295,4
São Romão	16°22'18''S e 45°04'58''W	São Romão	MG	1027,9	6744,0
Vila Urucua	16°18'01''S e 45°44'32''W	Riachinho	MG	1043,2	6629,8
Fazenda Limeira	16°12'22''S e 47°13'29''W	Cabeceira Grande	MG	1089,4	9377,3
Fazenda O resfriado	16°30'42''S e 46°39'44''W	Unai	MG	1060,2	8435,9
Formosa	15°31'56''S e 47°20'34''W	Formosa	GO	1414,1	8073,1
Porto dos Poções	16°49'45''S e 46°19'22''W	Dom Bosco	MG	1139,2	7178,2
Rio Preto	15°47'56''S e 47°27'04''W	Brasília	DF	1212,1	7566,5
Buritis Jusante	15°36'58''S e 46°24'49''W	Buritis	MG	1255,2	7459,98
Gaúchos	15°17'42''S e 45°37'36''W	Formoso	MG	1242,4	7351,73
Cajueiro	14°50'10''S e 45°10'24''W	Bonito de Minas	MG	1140,3	7114,20
Miravânia	15°36'58''S e 46°24'49''W	Miravânia	MG	990,8	5844,58

MA: Média Anual; R: Fator Erosividade

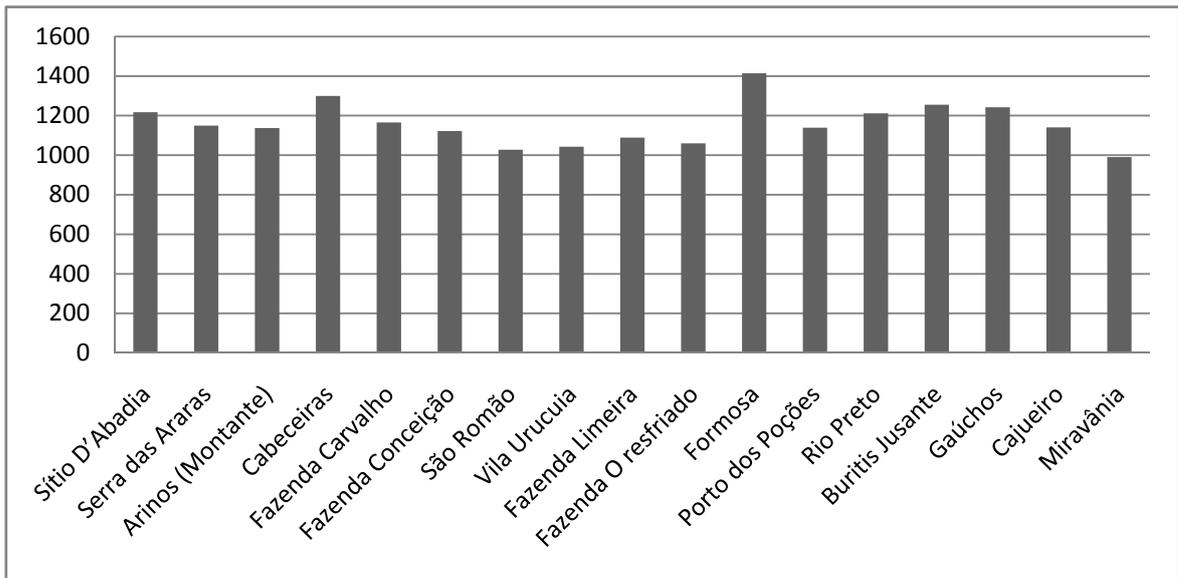


Figura 12: Média Anual do total pluviométrico para as estações trabalhadas

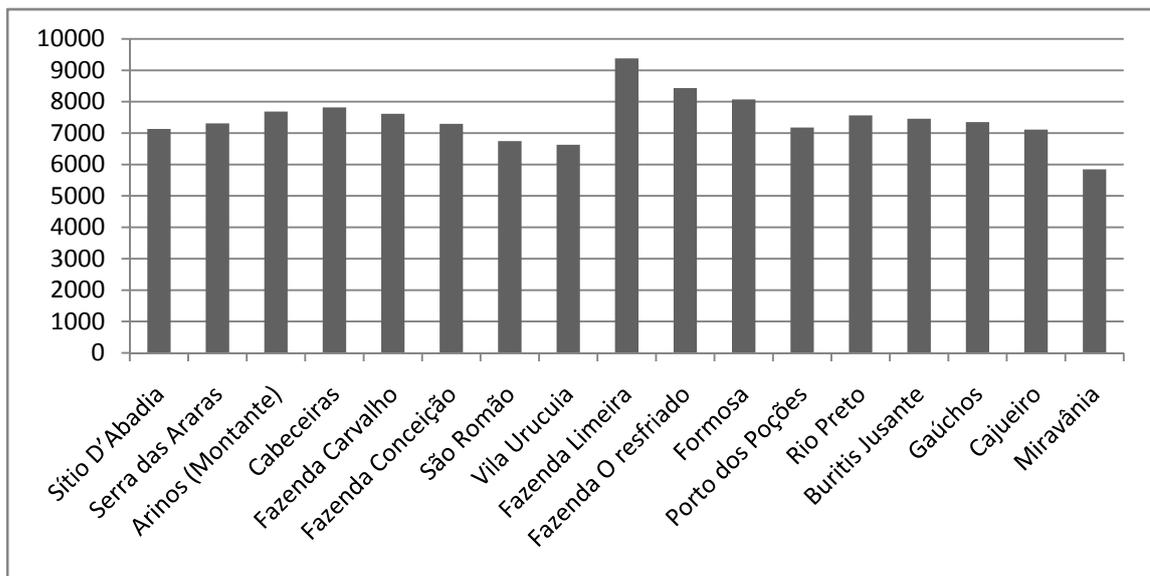
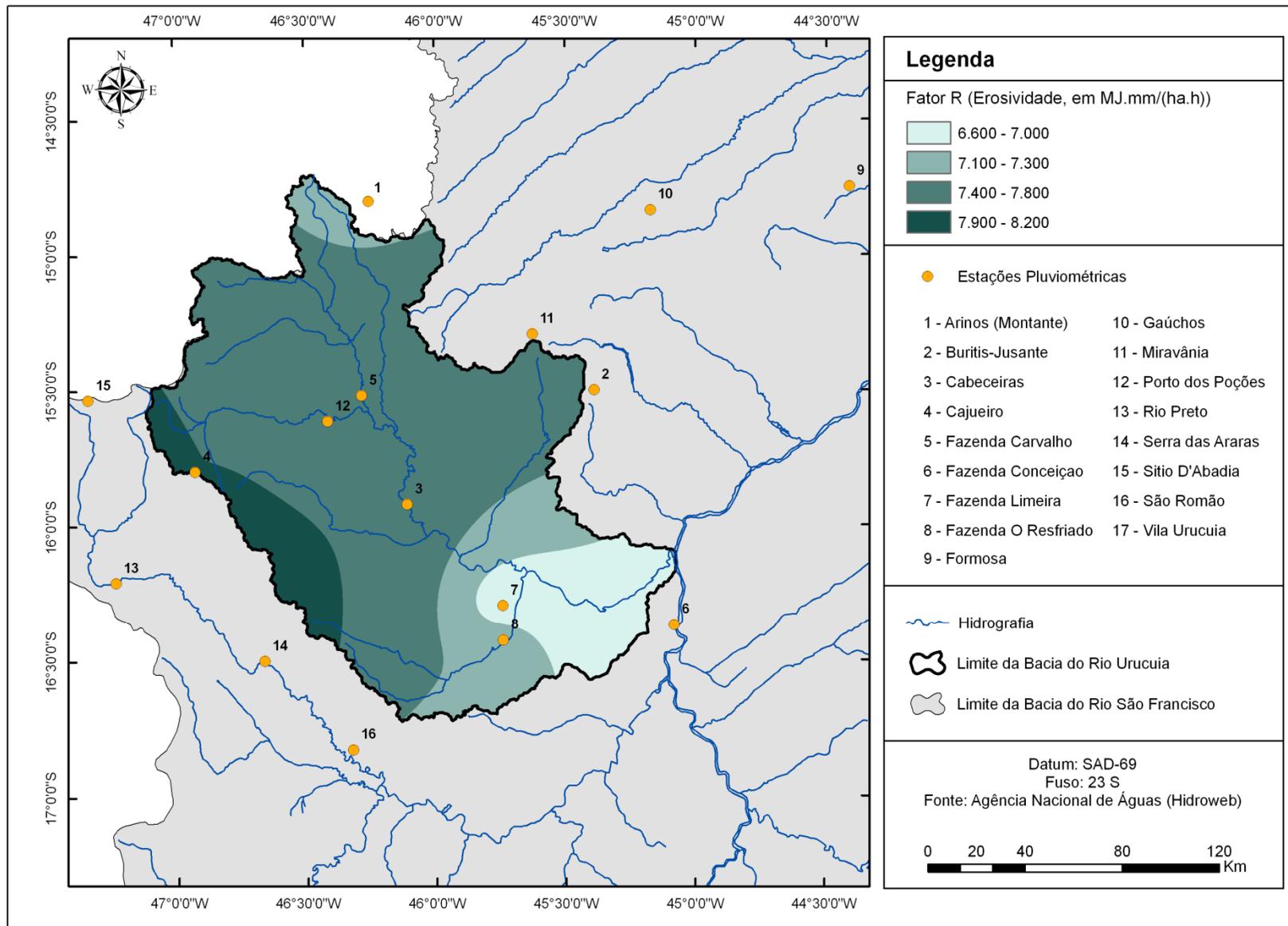


Figura 13: Distribuição do Fator R para as estações trabalhadas



**Figura 14: Mapa do Fator R para a Bacia do Rio Urucuia-MG**

A partir do cálculo do Fator R, pode-se observar que a bacia apresenta uma amplitude geral de 3.532,72 (Tabela 1 e Figura 13) sendo que valor de R mais elevado é encontrado na estação Fazenda Limeira, na porção sul da bacia, e o mais baixo na estação Miravânia, na porção nordeste, fora de seus limites e dentro da Bacia Hidrográfica do Rio Carinhanha.

Os valores de MA e R, conforme visto nas Figuras 12 e 13, por vezes apresentam algumas discrepância de dados, isso deve ao fato do cálculo do Fator R levar em consideração não somente a média anual mas também a média mensal, assim, a distribuição das chuvas em cada estação se dá de forma diferenciada ao longo dos meses, isso acarreta em diferente padrão dos gráficos relativos à Média Anual e ao Fator R.

### 3.3. FATOR K (ERODIBILIDADE)

O Fator Erodibilidade reflete a suscetibilidade à erosão ou a falta de capacidade de resistir aos processos erosivos para um determinado tipo de solo (Wischmeier & Smith, 1978; Vilar & Prandi, 1993). Tal fator depende de vários atributos como: textura, teor de matéria orgânica, estrutura e permeabilidade (Resende, 1985).

Para a determinação da erodibilidade do solo vários métodos foram elaborados, entre eles destaca-se os de Wischmeier *et al.* (1971), Lombardi Neto & Bertoni, (1975), Denardin (1990) e Chaves (1994).

Nesta pesquisa foi utilizado o estudo feito por Chaves (1994), que desenvolveu uma equação para determinação do Fator K de forma indireta e o aplicou para aferir a erodibilidade para toda a Bacia do Rio São Francisco (Equação 7). Este método leva em consideração a concentração de silte, carbono orgânico, óxido de alumínio, óxido de ferro e óxido de silício.

Através da edição do mapeamento de Chaves (1994) o mapa gerado apresenta-se dividido em classes de interpretação, adaptado de Carvalho (1994), (Tabela 2 e Figura 15).

$$K = 2,47 \times 10^3 (SIL) - 5,23 \times 10^3 (OAL) + \\ + 8,89 \times 10^3 (CO)^2 + 1,15 \times 10^{-2} (OFE)^4 + \\ + 1,42 \times 10^{-4} (OSI + OSI^2) - 1,89 \times 10^{-2} \left[ \frac{OSI}{(OFE + OAL)} \right]^2$$

Onde:

SIL = porcentagem de silte no solo;

OAL = porcentagem de óxido de alumínio;

CO = porcentagem de carbono orgânico;

OFE = porcentagem de óxido de ferro;

OSI = porcentagem de óxido de silício, sendo todos os óxidos extraíveis por ácido sulfúrico.

**Tabela 2: Classes de interpretação dos valores de K**

<b>INTERVALOS DE VALORES DE K</b> (ton.ha.h.MJ <sup>-1</sup> .ha <sup>-1</sup> .mm <sup>-1</sup> )	<b>CLASSES DE INTERPRETAÇÃO</b>	<b>ÁREA (km<sup>2</sup>)</b>	<b>ÁREA (%)</b>
K < 0,0198	Erodibilidade baixa	4.580,29	18,67
0,0198 < K < 0,040	Erodibilidade média	14.357,45	58,53
K > 0,040	Erodibilidade alta	5.594,26	22,80

Fonte: Carvalho (1994) adaptada.

É importante ressaltar que o método de Chaves leva em consideração apenas as características químicas dos solos o que pode acarretar em alguns erros e/ou dúvidas, a exemplo da atribuição de baixa erodibilidade a solos do tipo Neossolo Quartzarênico, que são altamente erodíveis quando levado em consideração sua textura.

Diante dos dados que se tem disponíveis, então, o resultado apresenta o mapa de erodibilidade (Figura 15), o qual demonstra o seguinte padrão: (a) As altas erodibilidades estão associadas, principalmente aos Neossolos Flúvicos e Cambissolos. Esta classe compreende uma área de 5.594,26 km<sup>2</sup>, equivalendo a aproximadamente 23% da área total da bacia. (b) As médias erodibilidades se concentram, especialmente, sobre os solos do tipo Latossolo Vermelho Amarelo, Neossolo Quartzarênico Hidromórfico, Neossolos Litólicos, Neossolo Regolítico, Argissolo Vermelho Amarelo e Argissolo Vermelho Distrófico. Distribui-se em uma área percentual de 58,53% (14.357,45 km<sup>2</sup>). (c) As baixas erodibilidades estão nos Neossolos Quartzarênicos profundos, Latossolo Vermelho e Solos Hidromórficos, compreendendo a menor proporção na bacia (4.580,29 km<sup>2</sup> 18,67%).

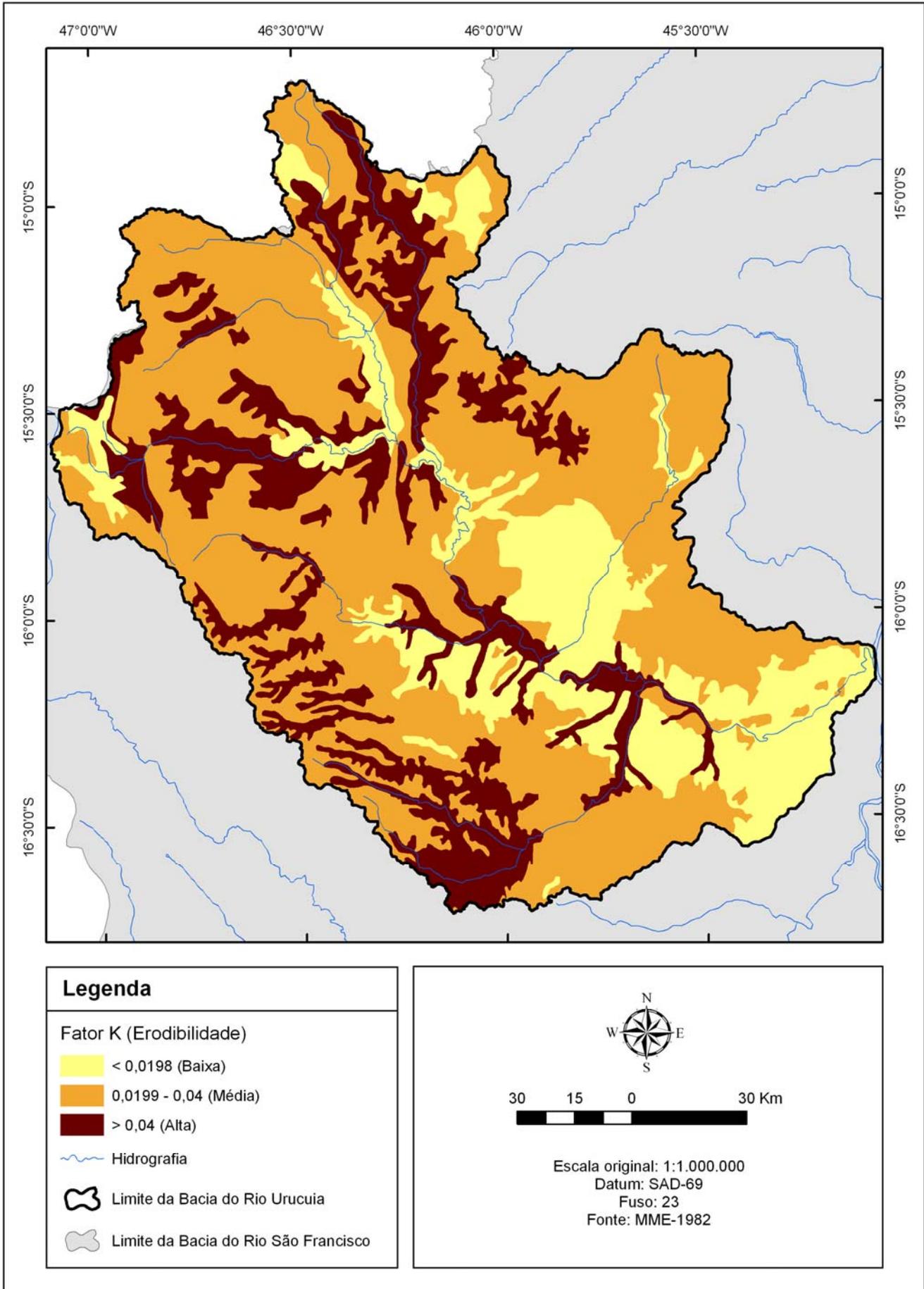


Figura 15: Mapa do Fator K para a Bacia do Rio Uruçuia-MG

### 3.4. POTENCIAL NATURAL A EROSÃO

O PNE representa a interação dos principais fatores naturais do meio físico intervenientes no processo de erosão laminar, que corresponde às estimativas de perdas de solo laminar em áreas continuamente destituídas de cobertura vegetal e sem qualquer intervenção conservacionista (Stein *et al.*, 1987).

É um importante método de averiguação dos possíveis impactos ambientais gerados por ação antrópica a saber: agricultura mecanizada, pecuária extensiva e edificação de cidades, os quais são responsáveis por mudanças no padrão de impermeabilização e infiltração de água no solo. Tais mudanças podem gerar significativa alteração no ciclo hidrológico o que, por conseguinte, altera a ação dos processos erosivos de origem hídrica e aumenta a fragilidade ambiental.

O PNE da bacia do Rio Urucuia foi calculado utilizando-se a extensão *Raster Calculator* do Arcgis 9.2 tendo-se como dados de entrada os fatores R, K, L e S da EUPS (Figura 16). O mapa foi classificado em quatro unidades de acordo com Valério Filho (2004) (Tabela 3).

**Tabela 3: Classes de interpretação para a perda de solo potencial na Bacia do Rio Urucuia**

INTERVALO (t/ha.ano)	CLASSE DE INTERPRETAÇÃO	ÁREA (Km <sup>2</sup> )	ÁREA (%)
< 400	Fraca	17.871,33	70,9
400 – 800	Moderada	5.922,27	23,49
800 – 1600	Moderada a forte	1.405,18	5,57
> 1600	Forte	6,72	0,04

Fonte: Valério Filho (2004)

A classe de fraca perda de solos é predominante (70,9% da área total) e localiza-se em áreas planas (baixo Fator Topográfico) com solos bem desenvolvidos (baixa erodibilidade). Em algumas dessas localidades na porção sudeste ocorre também os menores valores de erosividade (R) (Figuras 14 e 16).

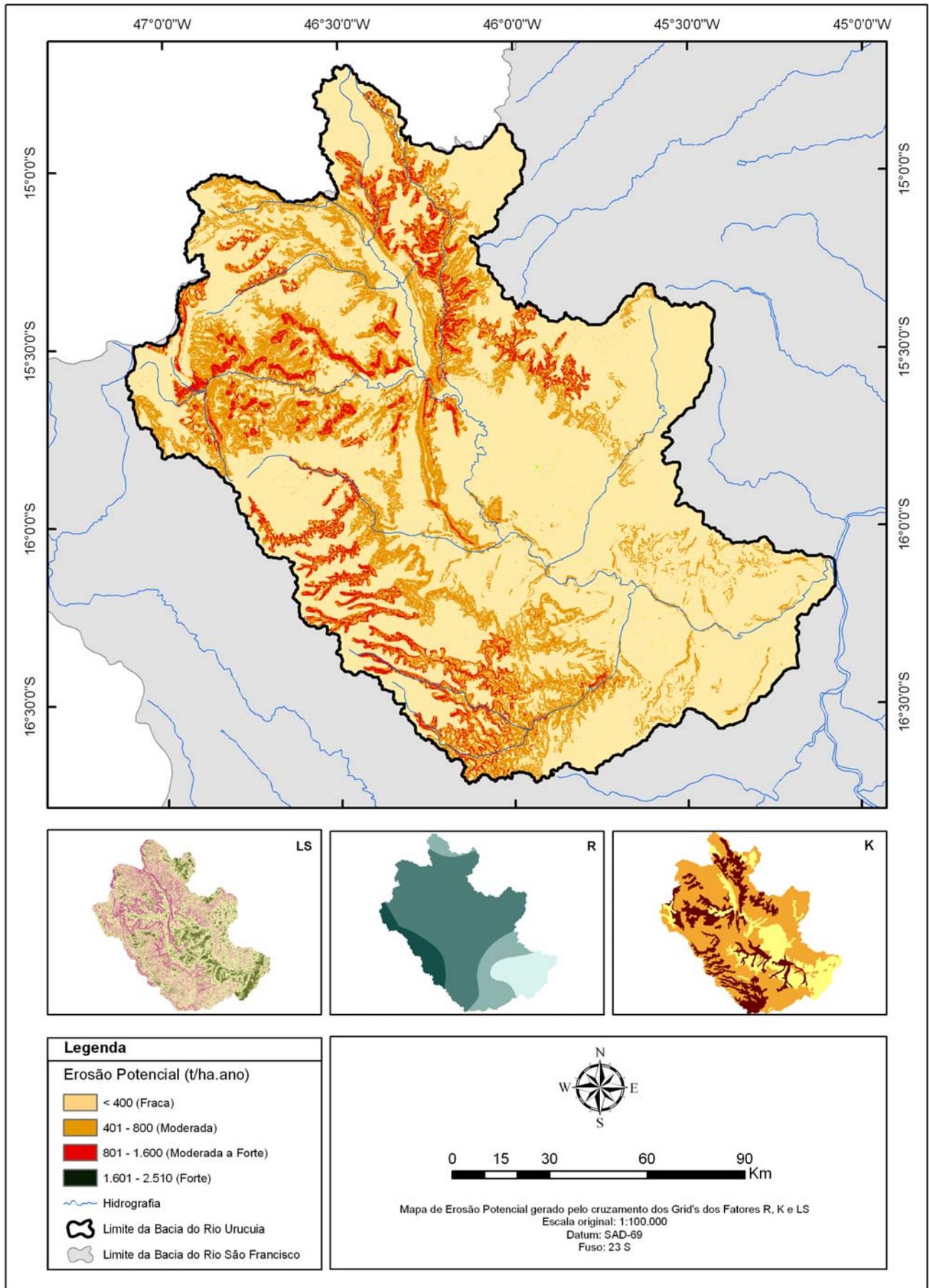
A classe moderada é a segunda em área ocupada (23,49%) distribuindo-se, principalmente, na porção oeste da bacia. Sua conformação se dá principalmente nas proximidades dos canais fluviais, sobretudo nas áreas de confluência de um canal com outro, nas porções a jusante, já que nas nascentes, a montante, há o predomínio de perda de solo moderada a forte, classe esta que se apresenta associado aos relevos mais escarpados da bacia, próximo aos limites das cristas de Unai (sudoeste) e nas áreas de maior declive da Serra Bonita, localizada na porção centro-norte da bacia. Nas proximidades das cristas de Unai

encontram-se o maior índice de erosividade e erodibilidade, sendo assim o local mais susceptível aos processos erosivos.

A classe de forte perda de solo é pouco representada na bacia (0,04%) localizando-se nos canais fluviais com alta declividade.

Por meio da análise do Mapa de Erosão Potencial é possível observar a forte influência exercida pelo Fator Topográfico, seguido do Fator K e por último em menor influência tem-se o Fator R. A maior influência do Fator Topográfico pode ser resultado de um maior detalhamento destes dados, já que obtido em escala maior (1:100.000) enquanto os outros atributos foram obtidos em escala original de menos detalhe (1:1.000.000).

Em resumo os dados mostram que em se tratando de fatores físicos a bacia é fracamente erodível, os locais mais susceptíveis à erosão se apresentam em pequena proporção.



**Figura 16: Mapa de Potencial Natural a Erosão (PNE) na Bacia do Rio Urucuia-MG**

## **CAPÍTULO IV**

---

### **ANÁLISE MULTITEMPORAL DA EROSÃO ATUAL**

#### 4.1. INTRODUÇÃO

A ocupação desordenada e o manejo inadequado do solo podem promover um aumento substancial da taxa de erosão e sedimentação. A remoção da vegetação natural através do desmatamento intensifica o processo erosivo podendo tornar a taxa de perda de solos superior à taxa de formação (Curi *et al.*, 1993). Além disso, o solo submetido ao cultivo intensivo tem a sua estrutura original alterada e compactada com fracionamento dos agregados em unidades menores e aumento da sua densidade (Panachuki *et. al.*, 2006). A compactação do solo provoca alteração reduzindo permeabilidade e capacidade de infiltração do solo modificando a dinâmica do ciclo hidrológico e o equilíbrio ambiental. Sob este ponto de vista, solos de baixa susceptibilidade a erosão podem tornar-se altamente susceptíveis à medida que o uso e o manejo se efetiva de forma inadequada.

Neste capítulo, serão abordados os fatores antrópicos (C e P) modificadores da paisagem referentes ao uso, manejo e práticas conservacionistas. O cruzamento dos fatores C e P aos demais fatores da EUPS, já gerados no capítulo anterior, possibilitará analisar a erosão atual nas duas décadas (1987 – 2007).

#### 4.2. CONFECCÃO DO MAPA DE USO E COBERTURA DA TERRA

A obtenção do mapa de uso e cobertura da terra foi realizada pelo tratamento das imagens TM-Landsat 5 referentes às datas de 09/08/1987 e 08/09/2007. A metodologia adotada pode ser subdividida nas seguintes etapas: (a) classificação da imagem pelo método *Iterative Self-Organizing Data Analysis Technique* (ISODATA); (b) aferição de campo; e (c) ajuste manual.

O classificador ISODATA é um método não supervisionado que permite uma análise exploratória dos dados sem a intervenção do usuário (Ball & Hall, 1967). Este método está no âmbito dos classificadores por análise de grupos, sendo cada vez mais empregada como uma forte ferramenta na investigação científica, contribuindo significativamente para uma análise exploratória dos sistemas existentes. A análise de grupos tem como propósito particionar um conjunto de N entidades, em subconjuntos distintos e não vazios, que sejam tão homogêneos quanto possível (Sampaio, 1990). A classificação dos grupos é definida por intermédio de uma medida de similaridade ou dissimilaridade entre os parâmetros, como por exemplo, o da distância Euclidiana. No final do processo objetiva-se definir grupos ou clusters que sejam pertinentes e decorrentes naturais da própria estruturação dos dados. O ISODATA é um método não-hierárquico que seleciona primeiramente os centros para os agrupamentos denominados sementes e a partir de uma distância pré-determinada agrupa os elementos em

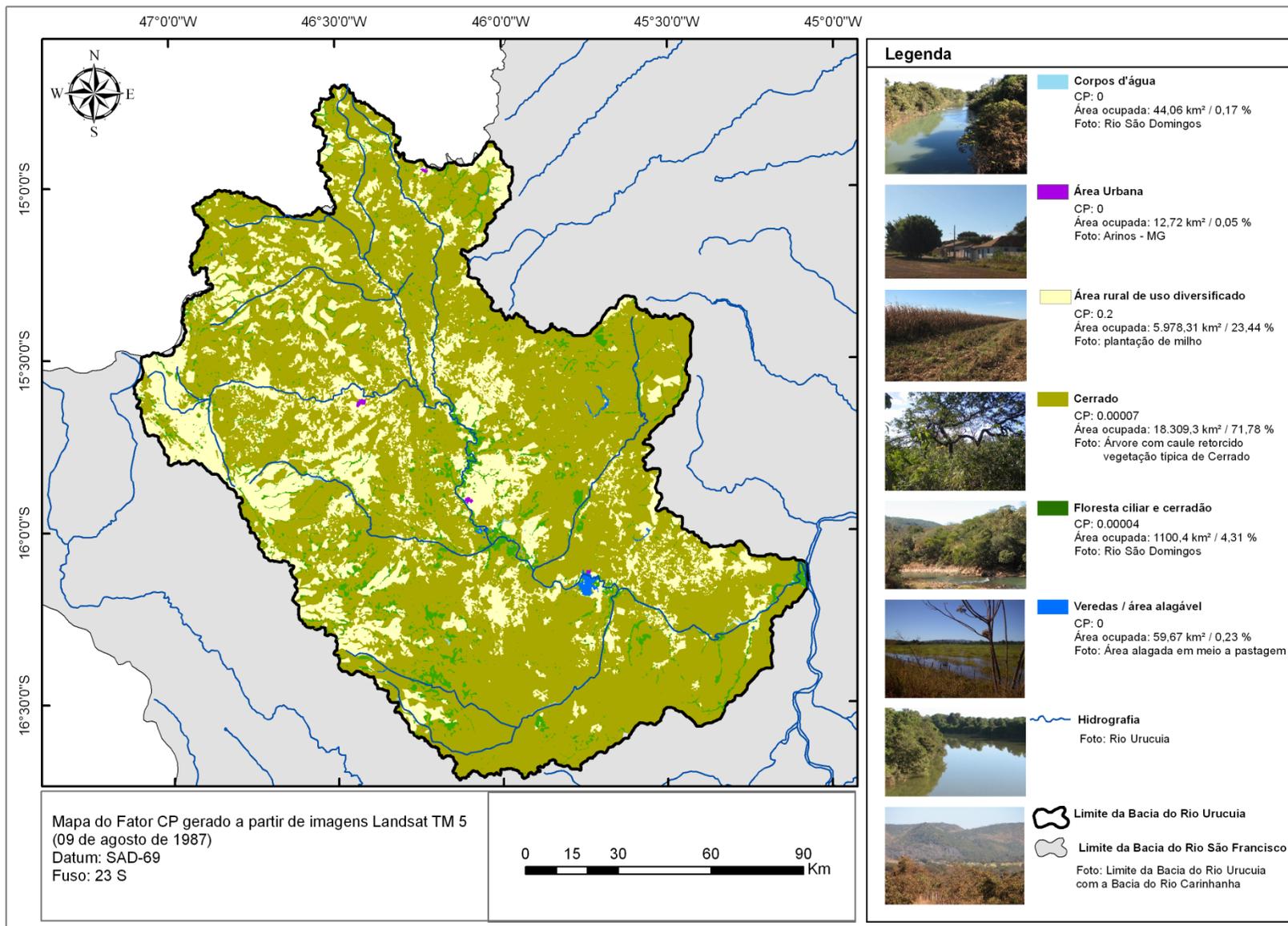
sua volta, sendo que o número de classes não é definido anteriormente. Este método estatístico favorece a formulação de hipóteses sobre a estrutura interna dos dados.

As classificações realizadas foram aferidas em trabalho de campo realizado em junho de 2008, quando foram realizadas fotos dos principais usos detectados e comparação instantânea através da visualização das imagens pelo GPS e posterior por meio da comparação com a classificação gerada.

Depois desta etapa foi feito um ajuste manual no intuito de salientar as classes de interesse e diminuir o número de polígonos gerados, a escala de visualização utilizada foi 1:100.000. Como resultado são apresentados os mapas referentes ao uso de solo em 1987 (Figura 17) e em 2007 (Figura 18).

No ano de 1987 as classes de uso e cobertura vegetal correspondentes ao ambiente natural (Corpos D'água, Áreas Inundáveis, Mata Ciliar/Cerradão e Cerrado) apresentam 76,28% da área, enquanto a área antropizada (área urbana e área rural de uso diversificado) corresponde aos 23,72% restantes.

No ano de 2007 observa-se um aumento da classe de Área rural de uso diversificado que se estende em forma de manchas contínuas nas chapadas e planície, atingindo inclusive áreas de relevo acidentado, ocupando 41,45%. Nota-se através das imagens Landsat, a presença de plantio em curva de nível em locais com declividade baixa a média, o que evidencia o crescimento da atividade agrícola na área, se estendendo a áreas menos propícias e que demandam maior investimento.



**Figura 17: Mapa de uso do solo de 1987 da Bacia do Rio Urucuia-MG**

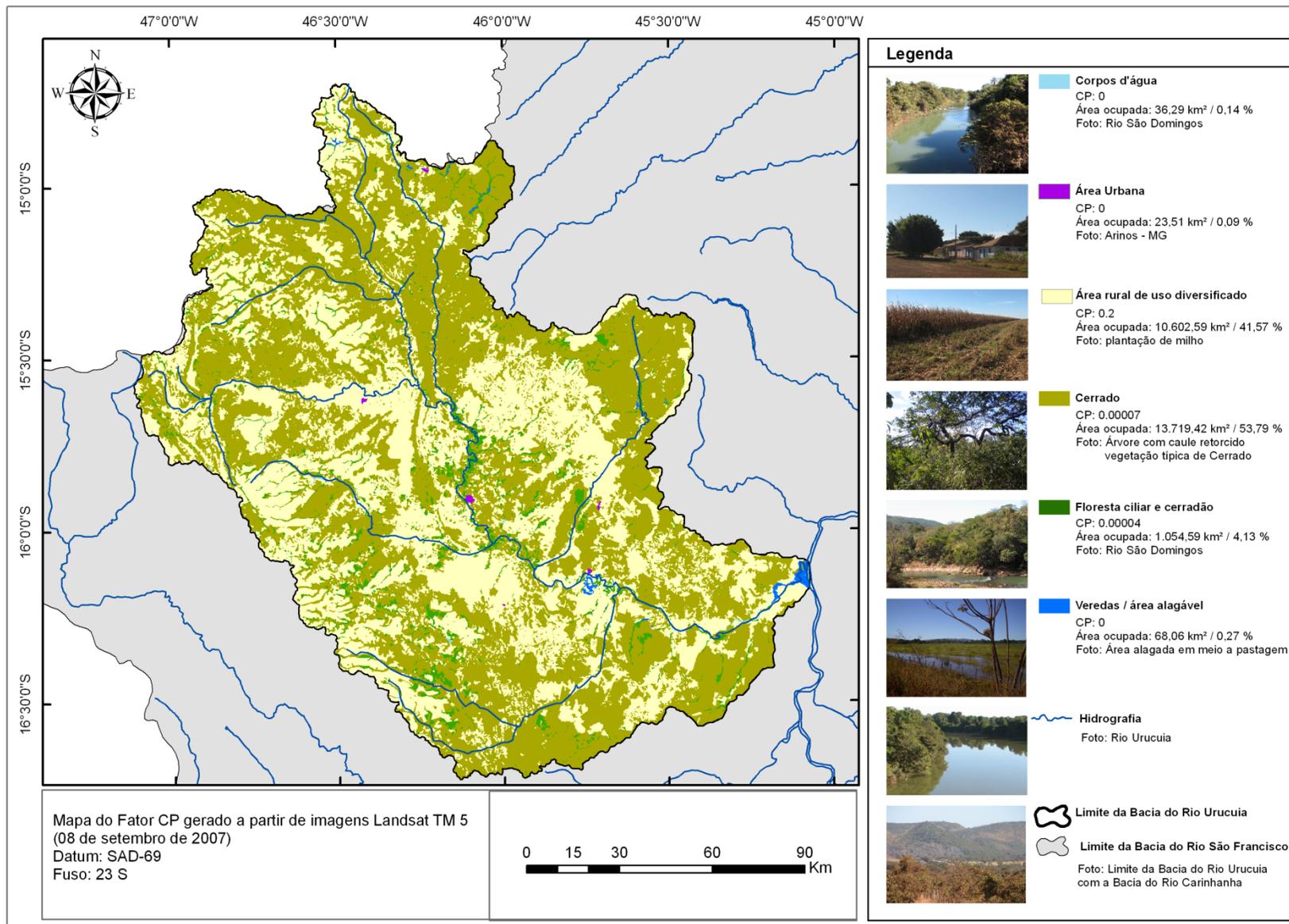


Figura 18: Mapa de uso do solo de 2007. Bacia do Rio Urucuia-MG

#### 4.2.1. Análise dos Fatores C e P para os anos 1987 e 2007

Bertoni e Lombardi Neto (1990) conceituam os Fatores C e P de forma dissociada. O Fator C (uso e manejo) pode ser definido como a relação esperada entre as perdas do solo de uma área cultivada, segundo um manejo qualquer, e as perdas correspondentes de um solo na mesma área, mantendo o solo descoberto. O Fator P (prática conservacionista), por sua vez, é caracterizado como a relação entre a intensidade esperada de perdas com determinada prática conservacionista e aquelas quando a cultura está plantada no sentido do declive (morro abaixo).

O Fator CP de forma conjunta é definido como a relação entre a perda de solo esperada das áreas com cultivos e vegetação e as áreas descobertas. Stein *et al.*(1987) estabelecem índices para os Fatores CP, em função dos distintos tipos de vegetação (Tabela 4). Estes índices foram adequados para as classes de vegetação e uso identificadas na Bacia do Rio Urucuia (Tabela 5).

Tabela 4: Integração dos fatores C e P

GRUPO	CATEGORIA	CP
1. Vegetação de porte alto a médio, cobertura total do terreno		0,00004
	1a. Floresta	0,00004
	1b. Vegetação secundária	0,00004
	1c. Cerradão	0,00004
	1d. Reflorestamento	0,00004
2. Vegetação de porte médio a baixo, cobertura total do terreno		0,01035
	2a. Cobertura residual	0,00007
	2b. Cerrado	0,00007
	2c. Cultura perene	0,02
	2d. Cana-de-açúcar	0,05
3. Vegetação de porte médio a baixo, cobertura parcial do terreno		0,25
	3a. Cobertura residual	0,25
	3b. Cultura perene	0,25
4. Vegetação de porte baixo a rasteiro, cobertura total do terreno		0,01
	4a. Cobertura residual	0,01
	4b. Pastagem	0,01
	4c. Cultura temporária	0,01
	4d. Campo cerrado	0,01
	4e. Campo natural	0,01
5. Vegetação de porte baixo a rasteiro, cobertura parcial do terreno		0,10
	5a. Cobertura residual	0,10
	5b. Pastagem	0,10
	5c. Cultura temporária	0,20
6. Ocupações naturais diversas		0,00

6a. Várzea	0,00
6b. Espelho d'água	0,00
7. Ocupações antrópicas	0,00
7a. Área urbana	0,00
7b. Estrada	0,00

Fonte: Stein *et al* (1987) adaptado

**Tabela 5: Classes de CP adotadas para a Bacia do Rio Urucuia-MG**

CLASSE	FATOR CP
Corpos d'água	0
Área urbana	0
Áreas inundáveis ou alagadas	0
Mata ciliar e cerradão	0,00004
Cerrado	0,00007
Área rural de uso diversificado	0,2

Na tabela proposta são identificados quatro valores para CP. As classes de Corpos d'água, Área urbana e Áreas inundáveis ou alagadas onde a perda de solo é incipiente apresentam valor nulo. As classes Mata ciliar e Cerradão, equivalentes a áreas com densa vegetação e baixa perda de solo, possuem valor de 0,00004. Nesta classe a vegetação de médio a grande porte é responsável pela diminuição do impacto das gotas da chuva diretamente no solo.

A classe Cerrado possui um valor de CP (0,00007) um pouco maior que o da Mata ciliar e cerradão, devido sua vegetação mais esparsa, menos densa e composta por árvores em geral de médio a baixo porte, além de arbustos e gramíneas.

O maior CP corresponde à classe Área rural de uso diversificado (0,2). Este valor foi adotado por corresponder à classe de cultura tanto temporária quanto perene na Tabela de Stein *et al.* (1987). O uso agrícola de modo geral acarreta em grande taxa de perdas de solo, a retirada da vegetação e a exposição do solo para o contato direto com a água pluvial é um dos principais motivos.

**Tabela 6: Comparativo do Fator CP para a Bacia do Rio Urucuia (1987 e 2007)**

ANO DE REFERÊNCIA →		1987		2007	
CLASSE	CP	ÁREA (Km <sup>2</sup> )	ÁREA (%)	ÁREA (Km <sup>2</sup> )	ÁREA (%)
Corpos d'água	0	44,06	5,78	36,29	0,14
Área Urbana	0	12,72	0,05	23,51	0,09
Áreas inundáveis ou alagadas	0	59,67	0,24	68,06	0,27
Mata ciliar e cerradão	0,00004	1.100,40	3,36	1.054,59	4,13

Cerrado	0,00007	18.309,30	72,51	13.719,42	53,79
Área rural de uso diversificado	0,2	5.978,31	23,67	10.602,59	41,57

Através dos dados expostos na Tabela 6 foi elaborado o gráfico comparativo (Figura 19), o qual demonstra que no período de 20 anos a mudança no padrão de uso do solo foi relevante na área pesquisada. Esta mudança é um elemento importante na análise multitemporal da susceptibilidade erosiva.

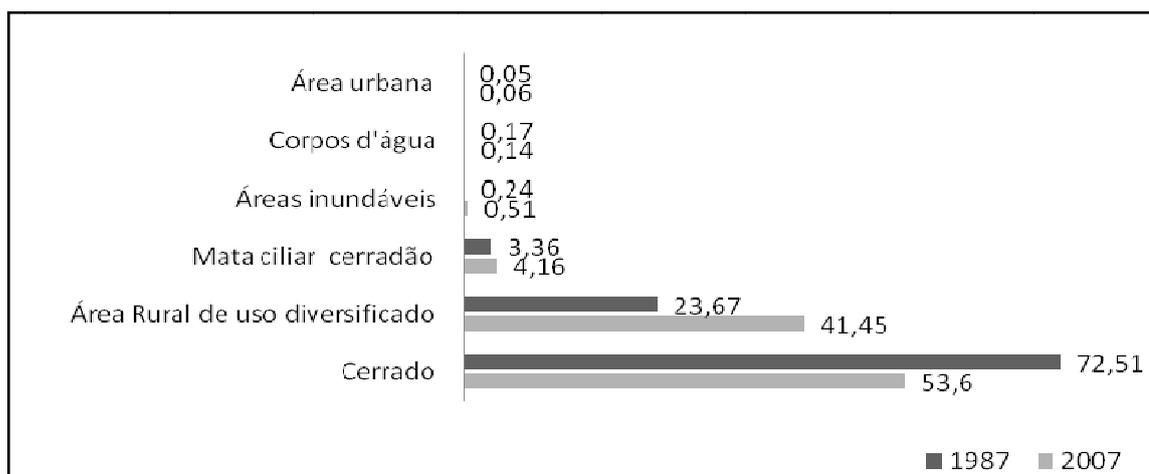


Figura 19: Comparativo entre o Fator CP de 1987 e 2007

A informação de maior relevância diz respeito ao aumento das áreas destinadas a uso rural com conseqüente perda de áreas de vegetação natural, para melhor demonstrar os dados a Figura 20 trata de forma separada as duas grandes classes, uso antrópico e natural.

A evolução da agricultura nos anos analisados corresponde à diminuição da classe de uso natural. O índice relativo ao Fator CP para áreas de uso rural diversificado corresponde à maior perda de solo quando comparado a áreas de vegetação natural. Sendo assim, no ano de 2007 a fragilidade ambiental é aumentada em relação a 1987, isso ocorre devido ao avanço da fronteira agrícola verificada para esta área em um intervalo de duas décadas. Por fim em 2007 verifica-se que o padrão de uso do solo para práticas agrícolas apresenta-se como manchas bem mais coesas do que aquelas encontradas em 1987.

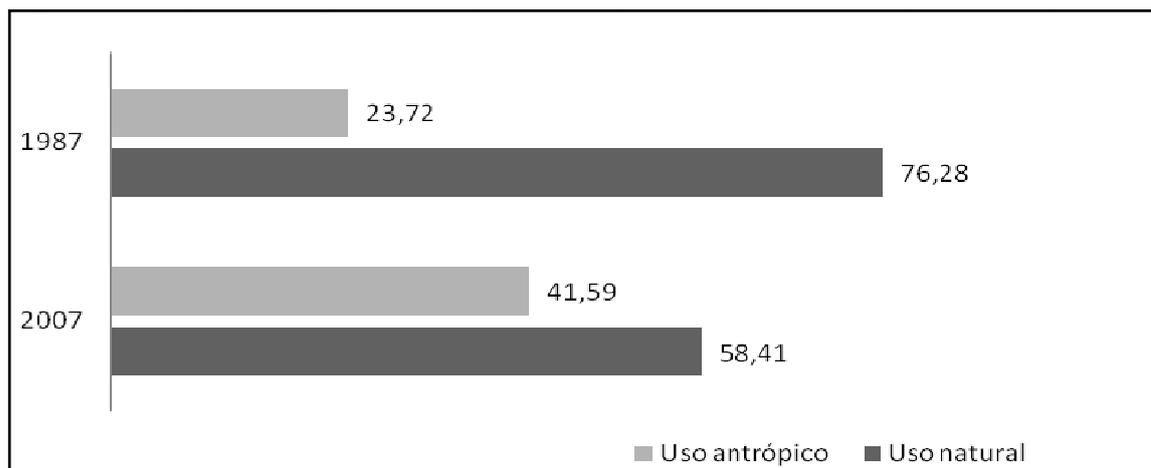


Figura 20: Comparativo das áreas de uso natural e uso antrópico do solo a partir do Fatores C e P

### 4.3. CONFECÇÃO DO MAPA DE EROSÃO ATUAL (Ea)

A Erosão Atual corresponde à estimativa das perdas de solo quando submetidos a distintos tipos de uso e manejo do solo. A redução da erosão vai depender do tipo de cultura e manejo adotado, da quantidade de chuvas, da fase do ciclo vegetativo entre outras variáveis, cujas combinações apresentam diferentes efeitos na perda de solo.

Para calcular a Erosão Atual é multiplicado todos os atributo da EUPS, Fatores L, S, R, K (obtidos no Capítulo III) e Fatores C e P. O resultado do cruzamento dos Grid's representa a interação entre os fatores. Para interpretar os valores gerados a partir deste cruzamento, Carvalho (1994) organizou classes de interpretação que vão desde nula a muito forte perda de solo (Tabela 7), tais classes dão um viés qualitativo a análise da erosão atual.

Tabela 7: Classes de interpretação para a estimativa de perda de solo atual na Bacia do Rio Urucuia-MG

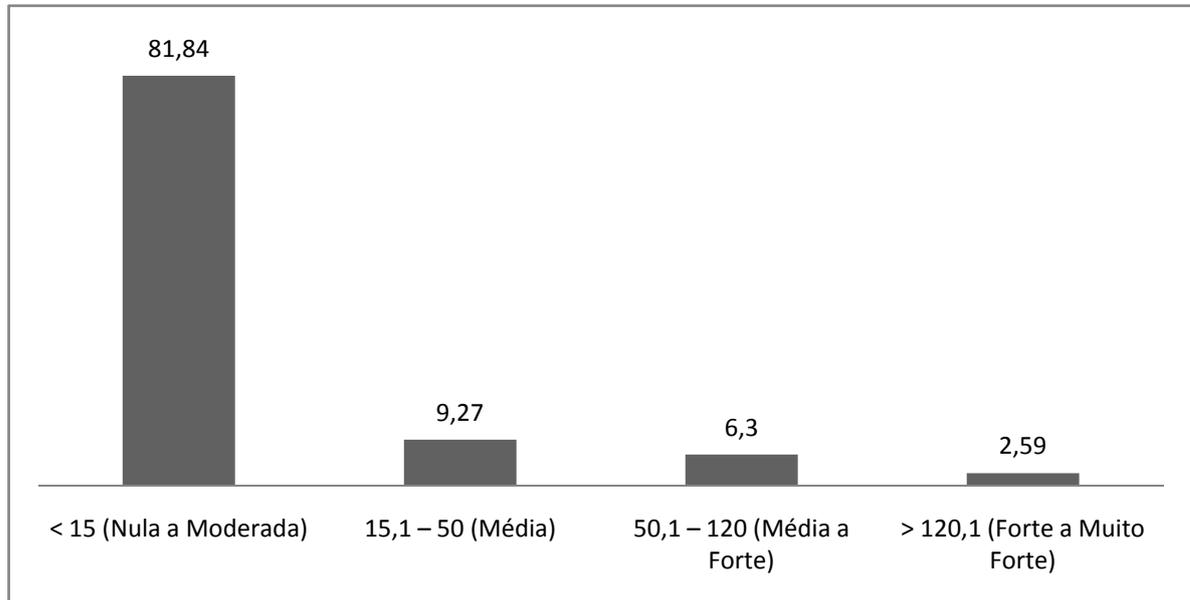
TAXAS DE PERDA DE SOLO (t/ha.ano)	CLASSES DE INTERPRETAÇÃO
< 15	Nula a moderada
15,1 – 50	Média
50,1 – 120	Média a Forte
> 120,1	Forte a Muito Forte

Fonte: Carvalho (1994) adaptada

#### 4.3.1 Erosão Atual em 1987

Os dados da Erosão Atual em 1987 (Figura 24) foram detalhados na Figura 21. Neste ano percebe-se a predominância da classe Nula a moderada (81,84%), isto decorre da combinação entre os fatores relativos ao meio físico, que dão à área a propriedade de serem fracamente erodíveis, e da grande extensão de áreas com vegetação natural, estando a classe

Áreas de uso agrícola diversificado limitada a manchas esparsas e descontínuas. As demais classes, de média a muito forte se apresentam em baixas proporções.



**Figura 21: Perda de solo na Bacia do Rio Urucuia em 1987 em %**

#### **4.3.2. Erosão Atual em 2007**

Para o ano de 2007 os dados do mapa de erosão atual (Figura 25), são detalhados na Figura 22, demonstra uma suave predominância da classe Nula a Moderada (68,87%), isto se deve às extensas áreas de vegetação natural presentes na bacia, as quais devido às altas declividades em que se encontram não se mostram como áreas de interesse ao avanço da agricultura. Em seguida, em semelhantes proporções tem-se as classes Média e Média a Forte (15,8% e 11,36%, respectivamente). Em muito baixa proporção está a classe Forte a Muito Forte (3,97%).

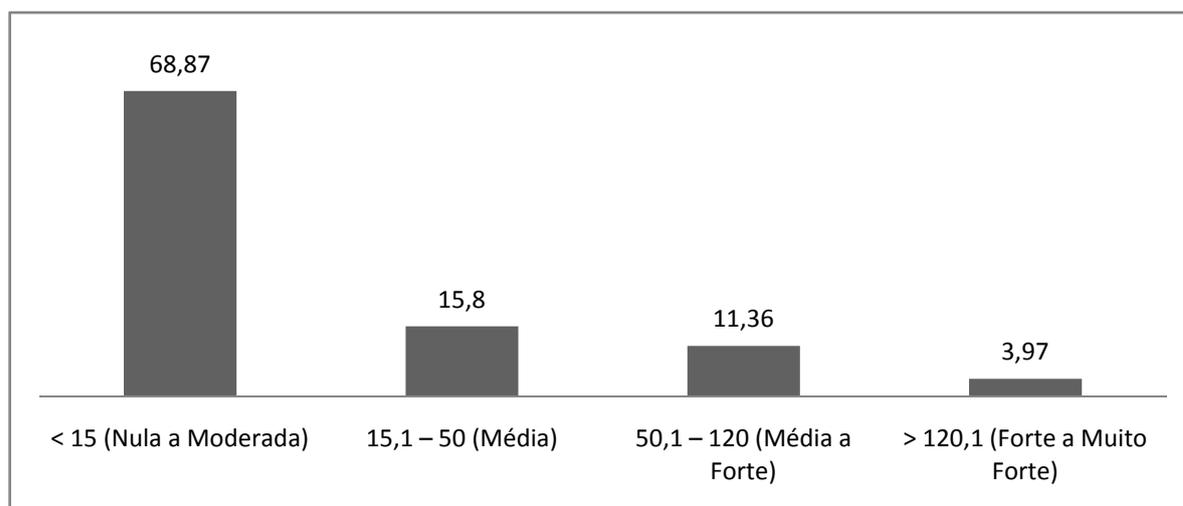


Figura 22: Perda de solo na Bacia do Rio Urucuia em 2007 em %

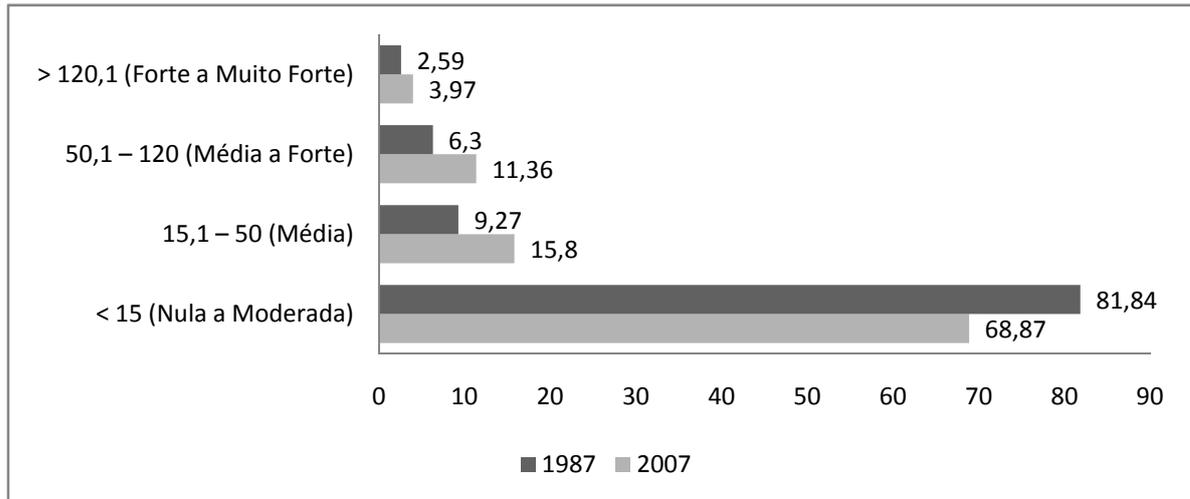
#### 4.3.3. Análise Multitemporal da Erosão Atual

A partir da comparação dos mapas de Erosão Atual de 1987 (Figura 24) e de 2007 (Figura 25) é possível perceber grande diferença visual. Esta diferença numérica, expressa visualmente no mapa, é mais bem evidenciada na análise comparativa dos dados (Tabela 8 e Figura 23), os quais demonstram que entre os anos analisados houve diminuição da classe Nula a moderada e consequente aumento das demais classes. Em 2007 a fragilidade ambiental se acentua visto que o avanço das áreas destinadas a uso rural configura-se como elemento fundamental ao aumento da susceptibilidade erosiva.

Tabela 8: Comparativo da perda de solo para a Bacia do Rio Urucuia entre 1987 e 2007.

TAXAS DE PERDA DE SOLO (t/ha.ano)	CLASSES DE INTERPRETAÇÃO	ÁREA (Km <sup>2</sup> ) 1987	ÁREA (%) 1987	ÁREA (Km <sup>2</sup> ) 2007	ÁREA (%) 2007
< 15	Nula a Moderada	20.635,91	81,84	16.669,41	68,87
15,1 – 50	Média	2.338,31	9,27	3.177,88	15,8
50,1 – 120	Média a Forte	1.587,80	6,3	3.281,47	11,36
> 120,1	Forte a Muito Forte	652,69	2,59	2.086,01	3,97

Fonte: Carvalho (1994) adaptada



**Figura 23: Análise Multitemporal da Erosão Atual (1987 - 2007) em %**

Os Mapas de Erosão Atual configura-se como uma síntese de todos os elementos da EUPS, porém é notável a forte influência dos Fatores C e P no resultado final, o que pode ser percebido mediante a comparação visual das Figuras 17 e 18, bem como das Figuras 16, 24 e 25.

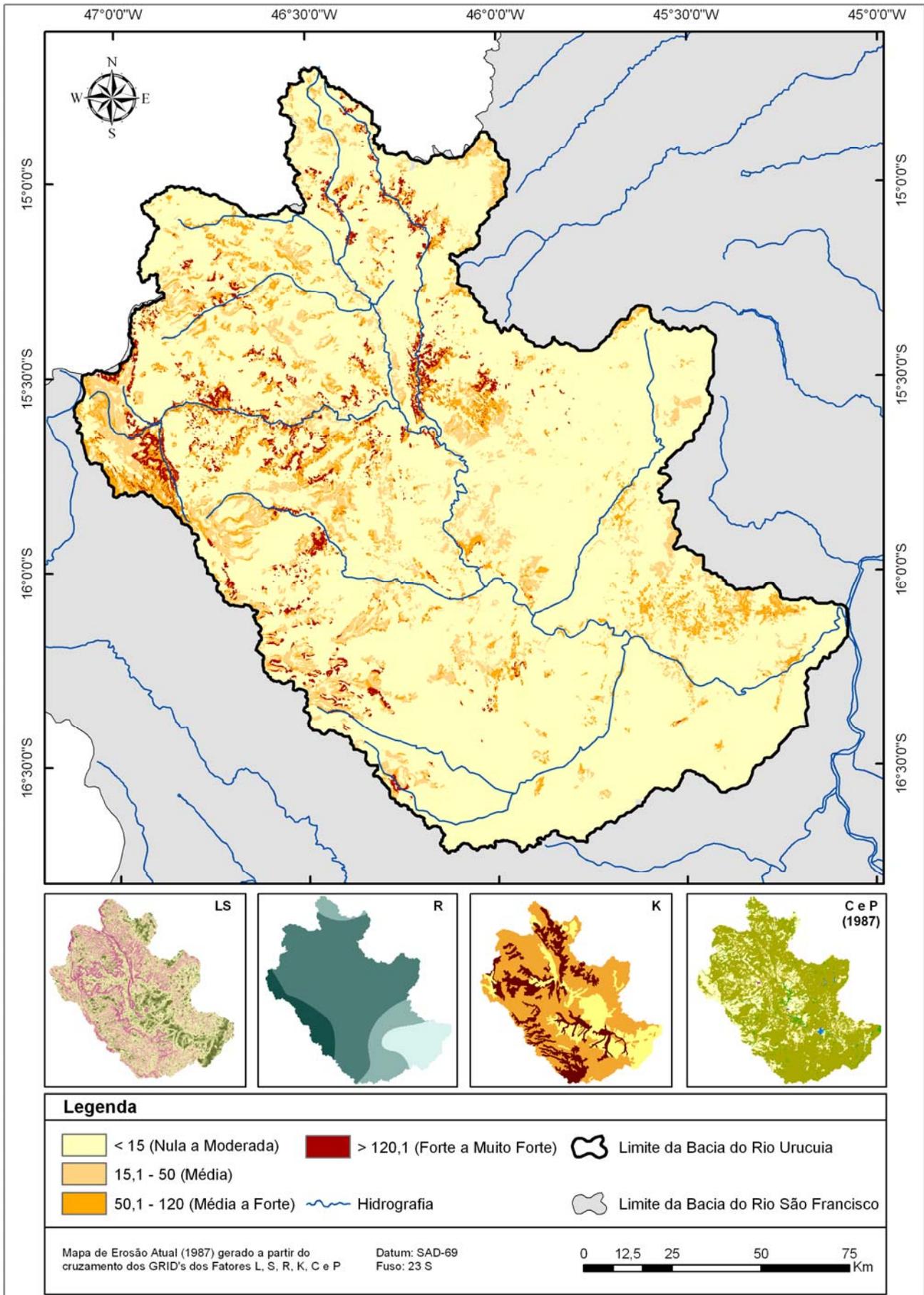


Figura 24: Mapa de Erosão Atual da Bacia do Rio Urucuia (1987)

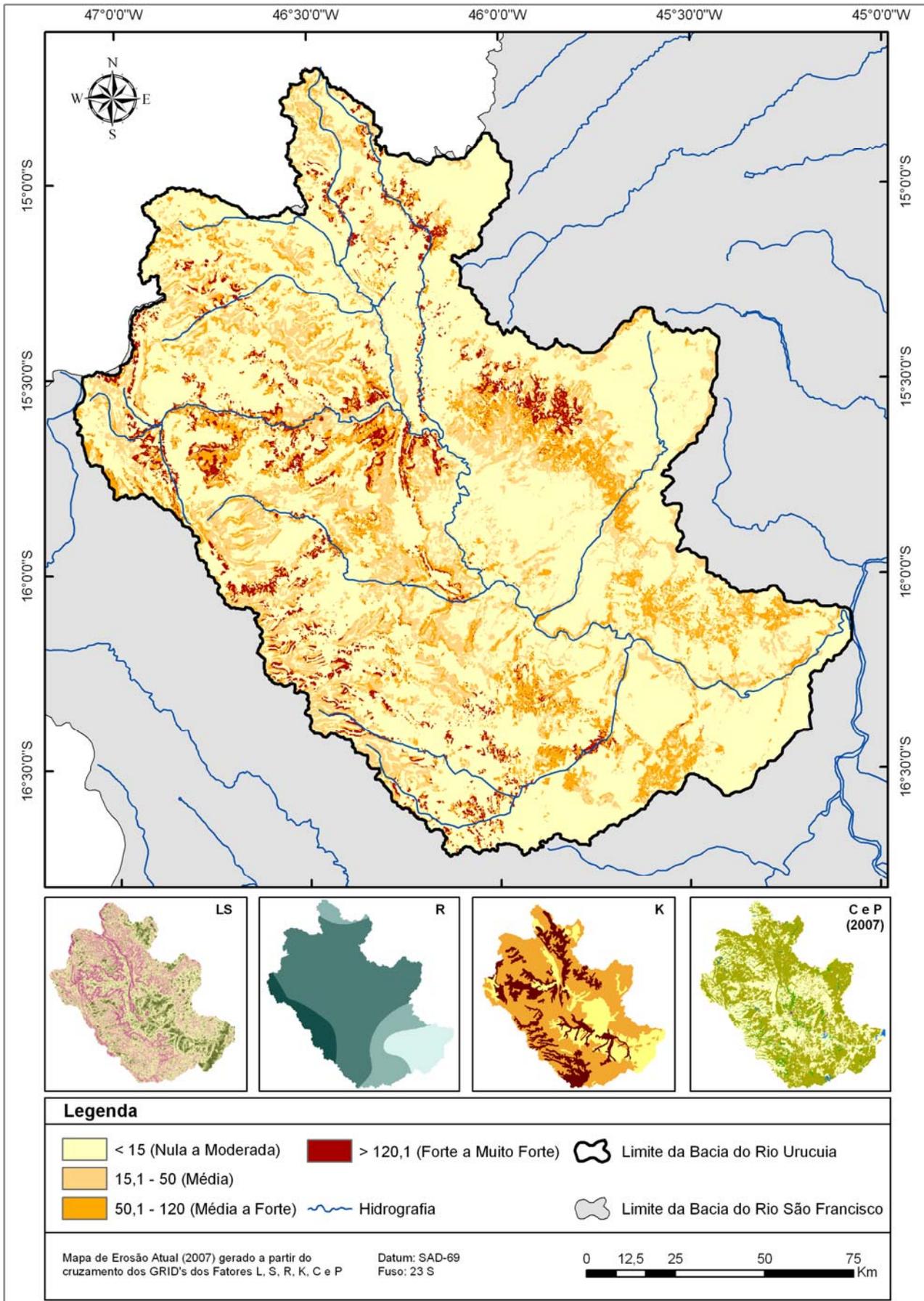


Figura 25: Mapa de Erosão Atual da Bacia do Rio Urucui (2007)

## **CAPÍTULO V**

---

### **CONCLUSÕES**

A partir da análise dos mapas de Erosão Potencial e Atual para a Bacia do Rio Urucuia pode-se concluir:

1. Em relação à Erosão Potencial:

A bacia apresenta grande extensão de áreas com fraco potencial erosivo, isso ocorre em especial nas áreas de planície, sobretudo nas proximidades da confluência do canal principal com o Rio São Francisco. Não obstante locais de chapadas também se configuram como áreas de baixo potencial erosivo, a exceção a esse respeito limita-se às bordas de chapadas, onde o alto grau de declividade configura uma mudança abrupta não só no padrão de perda de solo como também na paisagem. Assim, em consonância com tais mudanças nota-se a presença de locais de moderado a forte potencial natural à erosão associados aos canais fluviais, em especial aqueles que se encontram encaixados no relevo. Nota-se uma progressão que vai de jusante a montante, quando se analisa os canais secundários que confluem com o canal principal da Bacia do Rio Urucuia, próximo à confluência, há o domínio da classe fraca perda de solo enquanto na zona de transporte – onde há maior movimentação de sedimentos – domina a classe moderada, as classes moderada a forte e forte predominam nas nascentes.

2. Em relação à Erosão Atual:

Entre os anos de 1987 e 2007 a mudança no padrão de uso do solo é perceptível, o aumento de áreas destinadas a uso agrícola diverso traz consigo a diminuição de áreas de vegetação preservada. Porém a área apresenta ainda vários locais potenciais ao uso agrícola (com declividade baixa a média) e outros locais nem tão propícios como as áreas de moderada a forte perda de solo. A intensidade em que se deu a mudança no padrão de uso do solo na Bacia do Rio Urucuia, com o avanço das atividades agropastoris, evidencia que nos próximos vinte anos a área pode estar saturada e sem mais perspectivas de crescimento em termos de área ocupada. Por conseguinte a susceptibilidade erosiva tende a aumentar em iguais proporções, pois o novo cenário da agricultura terá que se expandir em áreas de menor potencial agrícola, com solos sazonalmente inundáveis ou em locais de média a alta declividade, tais locais demandam maior investimento em tecnologias de correção das propriedades químicas e físicas do solo e práticas mecânicas, vegetativas e de manejo (CP) para reduzir volume e velocidades de escoamento de águas condicionadas do relevo. Não obstante, nota-se nas imagens de 2007 que alguns locais com declividade média já apresentam práticas conservacionistas que mitigam riscos de erosão favorecidos pelo relevo, a

exemplo das plantações em curvas de nível. Tais medidas são fundamentais para compatibilizar o desenvolvimento agrícola à conservação ambiental e se utilizadas em larga escala podem dar novas perspectivas a área.

Por fim, por meio da comparação entre os mapas de Potencial Natural a Erosão e de Erosão Atual pôde-se perceber importante diferença, o que ratifica a relevância e a modificação que o elemento antrópico traz para as análises acerca dos processos erosivos que alteram fortemente as propriedades do solo. A diferença numérica entre os valores encontrados para os mapas de PNE e Ea se deve aos baixos valores de C e P (0 a 0,2), assim, enquanto o mapa de Potencial Natural a Erosão varia de 0 a 2.510, os mapas de Erosão Atual estão entre 0 e 682.

A susceptibilidade erosiva é bem representada pelos mapeamentos de Erosão Atual e Potencial, que podem dar subsídios ao planejamento conservacionista com vistas ao desenvolvimento sustentável na área pesquisada.

Esta pesquisa pode embasar estudos de susceptibilidade e instalação de processos erosivos e dar base a demais estudos na Bacia do Rio Urucuia, como: (a) indicadores que definam cenários para próximos vinte anos; (b) estudos de compartimentação do relevo; (c) estudos de análise para subsidiar políticas públicas estratégicas para a efetiva aplicabilidade da legislação ambiental pertinente, serviços ambientais, entre outros.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Araújo, E.P (2006) *Aplicação de dados SRTM a modelagem da erosão em micro bacias por geoprocessamento*. 88f. Dissertação de mestrado, Inpe, São José dos Campos-SP.
- Arnold, J.G. & Allen, P.M. (1996) Estimating hydrologic budgets for three Illinois watersheds. *Journal of Hydrology*, 176(1): 57 - 77.
- Ball, G & Hall, D. (1967) A clustering technique for summarizing multivariate data. *Behav. Scienc* 12: 153 - 155.
- Beasley, D.B.; Huggins, L. F. (1982) Answers User's Manual. Chicago: *U.S. Environmental Protection Agency*. Report n°. 905/9-82-001.
- Bertoni, J. & Lombardi Neto, F. (1990) *Conservação do solo*. 2ª. ed. São Paulo: Ícone Editora. 335 p.
- Bloise, G.L.F.; Carvalho Júnior, O.A.; Reatto, A.; Guimarães, R.F.; Martins, E.S. & Carvalho, A.P. (2001) Avaliação da suscetibilidade natural à erosão dos solos da Bacia do Olaria - DF. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento – Embrapa Cerrados*, 14 p.
- Brasil. Ministério das Minas e Energia. Projeto Radambrasil (1982). Folhas SE.20/21 – Corumbá. Geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro. 452 p.
- Browning, P.C.L. & Class, J.A. (1947) A method for determining the use and limitation of rotation and conservation practices in control of soil erosion in Iowa. *Soil Science Society of America Proceedings*, Madison, v.23 p. 246 – 249.
- Campos, J.E. & Dardenne, M.A. (1997) Estratigrafia e Sedimentação da Bacia Sanfranciscana: Uma Revisão. *Revista Brasileira de Geociências*, 27 (3): 269 – 282.
- Carvalho Júnior, O. A & Guimarães, R. F. (2003). Confecção de cartas morfométricas da bacia do São Francisco como subsídio ao estudo de vulnerabilidade ambiental. In: CODEVASF (org.). *Zoneamento ecológico-econômico do vale do São Francisco: estudos dos meios bióticos e abióticos*. Brasília: Fundação de Empreendimentos Científicos e Tecnológicos. p. 201-224.
- Carvalho, N.O. (1994). *Hidrossedimentologia Prática*. Rio de Janeiro: CPRM, 372 p.
- Carvalho, J.C., Lima, M.C., Mortari, D. (2001) Considerações sobre prevenção e controle de voçorocas. In: *Anais do 7º Simpósio Nacional de Controle de Erosão*, Goiânia. ABMS/ABGE;

- CEMIG – Companhia Energética de Minas Gerais (2001) *Erosão e formas de controle*. Belo Horizonte – MG, 31p.
- Chaves, H.M.L. (1994) Estimativa da erosão atual e potencial no Vale do São Francisco. *Relatório Final de Consultoria*. CODEVASF/FAO, Brasília, 35p.
- CODEVASF – Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (2002) Análise Multitemporal da dinâmica de alteração da conformação do leito do Rio São Francisco – Trecho Médio. *Resumo Executivo do Relatório Final*.
- CODEVASF – Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (2007) <<http://www.Codevasf.gov.br/osvales/vale-do-sao-francisco/identificacao>> Acessado em 24 de outubro de 2007.
- Cook, H.L. (1936) The nature and controlling variables of the water erosion process. *Soil Science Society of America Proceedings*. Madison, p. 487 – 4949.
- Curi, N.; Larach, J. O. I.; Kämpf, N.; Moniz, A. C. & Fontes, L. E. F. (1993) *Vocabulário de ciência do solo*. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 89p.
- Dardenne, M.A., Faria, A. & Andrade G.F. (1976). Occurrence de stromatolithes columnaires dans le Groupe Bambuí (Goiás-Brésil). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, 48(3): 555–566.
- Dardenne, M.A. (1978) Síntese sobre a estratigrafia do Grupo Bambuí no Brasil central. In: Congresso Brasileiro de Geologia, Recife. *Anais*: SBG, 2: 597 - 610.
- Dardenne, M.A. (1981) Os grupos Paranoá e Bambuí na faixa dobrada Brasília. In: SBG-BA/SE, Simpósio sobre o Cráton do São Francisco e suas Faixas Marginais, Salvador, *Anais*, p.140-157.
- Dardenne, M.A. (2000) The Brasília Fold Belt. In: Cordani, U.G.; Milani, E.J. Thomaz Filho, A. & Campos, D.A. (eds). *Tectonic Evolution of South America*. Rio de Janeiro, 231-263 (Intern. Geol. Congr. 31).
- Denardin, J.E. (1990) *Erodibilidade de solo estimada por meio de parâmetros físicos e químicos*. 81f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.
- Desmet, P. J. J. & Govers G. (1996) A GIS procedure for automatically calculating the USLE LS factor on topographically complex landscape units. *Journal of Soil and Water Conservation*, 51 (5): 427 - 433.
- Embrapa (1999) *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Serviço de Produção de Informação. Embrapa-EPI, Brasília, 412p.

- Embrapa (2006) *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Serviço de Produção de Informação. Embrapa-EPI, Brasília, 306p.
- Farinasso, M.; Carvalho Jr.; O.A.; Guimarães, R.F.; Gomes, R.A.T. & Ramos, V.M. (2006) Avaliação qualitativa do potencial de erosão laminar em grandes áreas por meio da EUPS – Equação Universal de Perdas de Solos utilizando novas metodologias em SIG para os cálculos dos seus fatores na região do Alto Parnaíba – PI-MA. *Revista Brasileira de Geomorfologia* - Ano 7, nº 2, p. 57 - 69.
- Fernandes, M. do C. & Menezes, P.M.L de (2005) Comparação entre métodos para geração de MDE para a obtenção de observações em superfície real no maciço da Tijuca-RJ. *RBC - Revista Brasileira de Cartografia* 57 (2): 154 – 161.
- Flanagan, D. C. & Nearing, M. A. (1995) USDA water erosion prediction project: hillslop profile and watershed model documentation. Washington: Report n. 10, *USDA-ARS*.
- Foster, G.R. & Wischmeier, W.H. (1974) Evaluating irregular slopes for soils loss prediction. *Transactions of the ASAE*, 17: 305 - 309.
- Freeman, T.G. (1991). Calculating catchment area with divergent flow based on a regular grid. *Computers and Geosciences* 17, 413-422.
- Fuck, R.A.; Marini O.J.; Dardenne, M.A. & Figueiredo, A.N. (1988) Coberturas metassedimentares do Proterozóico Médio: os grupos Araí e Paranoá na região de Niquelândia-Colinas, Goiás. *Revista Brasileira de Geociências*, 18(1): 54–62.
- Glaetzer, B. & Grierson, I. (1987) The Universal Soil Loss Equation. A Computer Package. *Roseworthy Agricultural College*.
- Griffin, M.L.; Beasley, D.B.; Fletcher, J.J.; & Foster, G.R. (1988) Estimating soil loss on topographically nonuniform field and farm units: *Jour. Soil and Water Conservation*, v. 43, p. 326-33.
- Guimarães, R. F. (2000) *Utilização de um modelo de previsão de áreas susceptíveis à escorregamentos rasos com controle topográfico: Adequação e calibração em duas bacias de drenagem*. 156 f. Tese (Doutorado em Geografia) Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro.
- Haggett, P. & Chorley, R. J. (1967) Models, paradigmes and the new geography. In: Chorley, R. J. & Haggett, P. (Eds) *Models In Geography*. Methuen, London, p. 19 - 41.
- Harvey, D. W. (1969) *Explanation in geography*. Ed. Arnold, London, 521p.
- Holmgren, P. (1994) Multiple flow direction algorithms for runoff modelling in grid-based elevation models: An empirical evaluation. *Hydrologic Processes* 8: 327-334.

- Horton, R.E. (1945) Erosional development of streams and their drainage basin: hydrophysical approach to quantitative morphology. *Geol. Soc. America Bulletin*, 56 (3): 275-370.
- Hoyos, N. (2005) Spatial modeling of soil erosion potential in a tropical watershed of the Colombian Andes. *Catena*, 63 p. 85 – 108.
- Hutchinson, M.F. (1989). A new procedure for gridding elevation and stream line data with automatic removal of spurious pits. *Journal of Hydrology*, 106: 211-232.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) e IBDF (Instituto Brasileiro do Desenvolvimento Florestal, atualmente IBAMA) (1988) *Mapa de Vegetação do Brasil*. 1:5.000.000, IBGE, Rio de Janeiro.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) (2005) Manual técnico de pedologia 2. ed. - Rio de Janeiro, *Manuais técnicos em geociências*, ISSN 0103-9598, n. 4, 300p.
- Lombardi Neto, F. & Bertoni, J. (1975) Erodibilidade de solos paulistas. *Boletim Técnico do Instituto Agrônomo de Campinas*, n. 27, 12 p.
- Lombardi Neto, F. & Moldenhauer, W.C. (1980) Erosividade da chuva: sua distribuição e relação com perdas de solo em Campinas, SP. *Bragantia*, 51 (2): 189-196.
- Martins-Neto, M.A.; Pedrosa-Soares, A.C. & Lima, S.A.A. (2001) Tectono sedimentary evolution of sedimentary basins from Paleoproterozoic to Late Neoproterozoic in the São Francisco craton and Araçuaí fold belt, eastern Brazil. *Sedimentary Geology*, 141-142: 343-370.
- Merten, G.H.; Caviglione, J.H.; Ciaomini, D.C.; Rufino, R.L.; Medeiros, G.; Saintraint, D.; Ribas, G.C.; Dedecek, R. & Kessler, C.A. (1995) *El uso del SIG del modelo USLE para determinar mapas de erosion potencial y actual em lãs microcuencas pilotos de Água Grande y Córrego do Pensamento, Mamborê, Paraná, Brasil*. Santiago, Chile: Proyecto Regional GCP/RLA/107/JPN (FAO. Documento de Campo, 6) 43p.
- Miller, V.C. (1953) A quantitative geomorphic study of drainage basins characteristic in the Clinch mountain area. *Technical Report (3)*, Dept. Geology Columbia University.
- Moore, I. D.; & Burch, G. J. (1986). Modeling erosion and deposition. Topographic effects. *Transactions of the ASAE* 29, 1624–1630.
- O'Callaghan, J.F.; Mark, D.M. (1984) The extraction of drainage network from digital elevation data. *Computer Vision, Graphics, and Image Processing*, 28: 328- 344.

- Olivo, G.R. (1989) *Controle lito-estratigráfico e gênese das ocorrências auríferas da seqüência psamo-pelito-carbonática do Grupo Paranoá-Goiás*. 134f. Dissertação de mestrado, UNB, Brasília.
- Panachuki, E.; Sobrinho, T.A.; Vitorino, A.C.T.; Carvalho, D.F. & Urchei, M.A. (2006) Parâmetros físicos do solo e erosão hídrica sob chuva simulada, em área de integração agricultura-pecuária. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, PB: DEAg/UFCG v. 10, n. 2: 261 - 268.
- Pimentel, M.M.; Dardenne, M.A.; Viana, M.G.; Gioia, S.M.; Junges, S.L. & Seer, H.J. (1999) Nd isotopes and the provenance of sediments of the Brasília Belt, central Brazil. In: *South American Symp. On Isot. Geology*, Carlos Paz Actas, p. 426 – 429.
- Primavesi, A. (1987) *Manejo ecológico do solo*. 9ª. Edição, São Paulo, Nobel, 549p.
- Ramos, V.M.; Guimarães, R. F.; Redivo, A. L.; Carvalho Junior, O. A. de; Fernandes, F. N. & Gomes, R. A. T. (2003) Avaliação de metodologias de determinação do cálculo de áreas de contribuição. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, Ano 4, Nº 2: 41-49.
- Renard, K. G. & G. R. Foster (1991) RUSLE - Revised Universal Soil Loss Equation. *Journal of Soil and Water Conservation*, v.46, n.1, p.30 - 33.
- Resende, M. (1985) Aplicações de conhecimentos pedológicos à conservação de solos. *Informativo Agropecuário*, Belo Horizonte, 11 (128): 3 - 18.
- Sampaio, C.E.M (1990) *Análise de grupo via programação matemática*. Dissertação (Mestrado) 95f. Departamento de Estatística, Instituto de Ciências Exatas, Universidade de Brasília, Brasília.
- Sgarbi, G.N.C. 1989. *Geologia da Formação Areado. Cretáceo Inferior a Médio da Bacia Sanfranciscana, Oeste do Estado de Minas Gerais*. 324 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Silva, V.C. (2001) *Erosão atual, erosão potencial e aporte de sedimentos na Bacia do rio Paracatu (MG/GO/DF)*. Tese (Doutorado), 108f. Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília.
- Smith, D.D (1941) Interpretation of soil conservation data for field use. *Agricultural Engineering*, St. Joseph, v. 22, p. 173 - 175.
- Spigolon, A.L.D. & Alvarenga, C.J.S. (2002) Fácies e elementos arquiteturais resultantes de mudanças Climáticas em um ambiente desértico: Grupo Urucuaia (neocretáceo), bacia sanfranciscana. *Revista Brasileira. de Geociências* 32 (4): 579 - 586.

- Stein, D.P., Donzelli, P.L., Gimenez, A.F., Ponçano, W.L. & Lombardi Neto, F. (1987) Potencial de erosão laminar, natural e antrópica, na Bacia do Peixe Paranapanema. Simpósio Nacional de Controle de Erosão, Marília SP, *Anais*, p. 105 – 135.
- Tarboton, D. G. (1997) A new method for the determination of flow directions and upslope areas in grid digital elevation models. *Water Resources Research*, 33 (2): 309 – 319.
- Thornthwaite, C.W. (1948) *An approach towards a rational classification of climate*. *Geographical Review*, Londres, v.38, p.55-94.
- Valério Filho, M. (2004). Técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto aplicadas ao estudo integrado de Bacias Hidrográficas, in Ferreira, M. E. E Cruz, M. C. P. *Solos Altamente Suscetíveis à Erosão*. FCAVUNESP/ Jaboticabal - Soc. Bras. de Ciênc. do Solo, p. 223-242.
- Vilar, O.M. & Prandi, E.C. (1993) *Erosão dos solos – Solos do interior de São Paulo*. (Eds. J.C.A. Cintra & J.H. Albiero). ABMS, Departamento de Geotecnia, EESC, USP, p. 177-206.
- Williams, J.R. (1990) *The erosion-productivity impact calculator (EPIC) model – a case-history*. Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences, 329(1255): 421-428.
- Wischmeier, W.H. & Smith, D.D. (1958) Rainfall energy and its relationship to soil loss. *Transaction American Geophysical Union*. Washington, v.39, p. 285 – 291.
- Wischmeier, W.H. & Smith, D.D. (1965) Predicting rainfall-erosion losses from cropland east of the Rocky Mountains—guide for selection of practices for soil and water conservation. *USDA Handbook*, vol. 282. 47p. U.S. Department of Agriculture, Washington, DC.
- Wischmeier, W.; Johnson, C.; Cross, B. (1971) A soil erodibility nomograph for farmland and construction sites. *Journal of Soil Water Conservation*, v. 26, n. 2, p.189-193.
- Wischmeier, W.H. & Smith, D.D. (1978) *Predicting rainfall erosion losses; a guide to conservation planning*. U.S. Department of Agriculture, Washington, D.C. 58p.
- Young, R.A.; Onstad, C.A.; Bosh, D.D. & Anderson, P. (1989) AGNPS A nonpoint-source pollution model for evaluating agricultural watersheds. *Journal of Soil & Water Conservation*, Ankey, v.44, n.2, p.168-173.
- Zingg, R. W. (1940) Degree and length of land slope as it affects soil loss runoff. *Agricultural Engineering*. St. Joseph, v.21, p. 59 – 64.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)