



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
LABORATÓRIO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÕES ESPACIAIS

**Análise Ambiental do Uso da Terra e dos Processos Erosivo do
Município de Riachão das Neves (BA)**

ROSANA SUMIYA GURGEL

ORIENTADOR: PROF.DR. OSMAR ABÍLIO DE CARVALHO JÚNIOR

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

BRASÍLIA

FEVEREIRO/2011
ROSANA SUMIYA GURGEL

**Análise Ambiental do Uso da Terra e dos Processos Erosivo do
Município de Riachão das Neves (BA)**

Dissertação de Mestrado
submetida ao Departamento de
Geografia da Universidade de
Brasília, como parte dos requisitos
necessários para a obtenção do
Grau de Mestre (Doutor)
Geografia, área de concentração
Gestão Ambiental e Territorial,
opção Acadêmica.

ORIENTADOR: PROF. DR. OSMAR ABÍLIO DE CARVALHO JÚNIOR

BRASÍLIA

FEVEREIRO\ 2011
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
LABORATÓRIO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÕES ESPACIAIS

**Análise Ambiental do Uso da Terra e dos Processos Erosivo do
Município de Riachão das Neves (BA)**

ROSANA SUMIYA GURGEL

Dissertação de Mestrado aprovada pela Banca Examinadora, constituída por:

Prof. Dr. Osmar Abílio de Carvalho Júnior Universidade de Brasília
(Orientador)

Prof. Dr. Roberto Arnaldo Trancoso Gomes – Universidade de Brasília
(Examinador Interno)

Dr. Éder de Souza Martins – Embrapa Cerrados
(Examinador Externo)

Prof. Dr. Renato Fontes Guimarães – Universidade de Brasília
(Suplente)

Brasília-DF, 15 de Fevereiro de 2011

FICHA CATALOGRÁFICA

GURGEL, ROSANA SUMIYA

Análise Ambiental do Uso da Terra e dos Processos Erosivo do Município de Riachão das Neves (BA) (UnB-IH-GEA-LSIE, Mestrado, Gestão Ambiental e Territorial, 2011).

Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília. Departamento de Geografia

1. Uso e cobertura da terra

2. EUPS-Equação Universal de Perda de solos

3. FRAGSTAT

I. UnB-IH-GEA-LSIE

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

GURGEL, Rosana Sumiya. **Análise Ambiental do Uso da Terra e dos Processos Erosivo do Município de Riachão das Neves (BA)**. (Dissertação de Mestrado), Curso de Pós-graduação em Geografia, Universidade de Brasília, 2011, 100f.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR (A): Rosana Sumiya Gurgel

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: “Análise Ambiental do Uso da Terra e dos Processos Erosivo do Município de Riachão das Neves (BA) GRAU/ANO: Mestre/ 2011.

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação (tese) 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 (tese de doutorado) pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Rosana Sumiya Gurgel

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente à minha família, em especial os meus pais Rosa e Jorge que sempre me apoiaram.

Ao meu marido Fábio Gurgel que nunca me deixou desistir nos momentos mais indecisos. À minha filha Beatriz que nasceu no decorrer do mestrado, e sempre foi a minha inspiração para a conclusão deste curso.

Ao meu Professor orientador Dr. Osmar Abílio de Carvalho Júnior, pela sua orientação, correções, apoio, troca de informações e atenção no decorrer deste trabalho.

Ao Professor Dr. Roberto Arnaldo Trancoso Gomes que com suas orientações e paciência ajudou na solução de várias dúvidas que surgiram no decorrer deste trabalho.

Aos Drs Éder de Souza Martins e Renato Fontes Guimarães que contribuíram com suas dicas e explicações para um melhor resultado deste trabalho.

Aos colegas do LSIE, em especial ao Feliciano Câmara, sua ajuda foi essencial para a finalização deste trabalho, principalmente pelo seu companheirismo e amizade.

Aos colegas de curso, Thiago Chaves, Wátilla Machado e Wellington pela amizade, ajuda e companheirismo.

Às minhas amigas Laura Friche e Gabriela Romão pelos momentos de descontração.

Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelo apoio financeiro concedendo-me uma bolsa de pesquisa de mestrado.

Muito obrigada a todos.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	I
LISTA DE FIGURAS	IV
ÍNDICES DE TABELA	V
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS	VI
RESUMO	VII
ABSTRACT	VII
CAPÍTULO I –INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO II - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	3
2.1 ASPECTOS SÓCIOS ECONÔMICOS	3
2.2 ASPECTOS FISIOGRAFICOS	5
2.2.1. Vegetação	5
2.2.2. Clima	6
2.2.3. Geomorfologia	7
2.2.4. Solos	7
2.2.5. Geologia	9
2.2.6. Hidrogeologia.....	10
CAPÍTULO III - RELAÇÃO DAS UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS COM A EVOLUÇÃO MUTITEMPORAL DO USO DA TERRA E SUAS IMPLICAÇÕES NAS ÁREAS DE PROTEÇÃO PERMANENTE NO MUNICÍPIO DE RIACHÃO DAS NEVES	11
3.1 INTRODUÇÃO	11
3.2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	13
3.2.1 Imagens dos sensores Alos e Landsat-5	13
3.2.2. Detecção de mudança pelo método de pós-classificação.....	14
3.3.3. Análise das áreas de Preservação Permanente (APPs) do município.	16
3.4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	18
3.4.1. Evolução do uso da terra e os seus condicionantes geomorfológicos.....	18
3.4.2. Avaliação das áreas de conflitos nas APPs	21
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	25
CAPÍTULO IV - ANÁLISE MULTITEMPORAL DA FRAGMENTAÇÃO DA VEGETAÇÃO NATURAL	26
4.1 INTRODUÇÃO	26
4.1.1 O Uso do SIG como ferramenta na aquisição dos dados	28
4.2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	28
4.2.1. Aquisição dos dados de uso e cobertura da terra	28
4.2.2. As métricas do Fragstat	29
4.2.3.1 Métricas de forma.....	30
4.2.3.2. Métricas de borda	31

4.2.3.3. Métricas de tamanho e variabilidade.....	32
4.2.3.4. Métricas de área.....	32
4.3. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	35
4.3.1. Métricas de forma.....	35
4.3.2 Análise das métricas de borda.....	35
4.3.3 Análise das métricas de tamanho e variabilidade.....	35
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	38
CAPÍTULO V - IDENTIFICAÇÃO DAS ÁREAS SUSCEPTÍVEIS À EROSÃO A PARTIR DO EMPREGO DA EUPS – EQUAÇÃO UNIVERSAL DE PERDA DE SOLOS.....	42
5.1 INTRODUÇÃO.....	42
5.2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	44
5.2.1 Erosividade da Chuva – Fator R.....	45
5.2.2 Erodibilidade do Solo – Fator K.....	48
5.2.3. Fator Topográfico – Fator L e S.....	52
5.2.4 Uso e manejo da terra e práticas conservacionistas – Fator CP.....	55
5.2.5 Mapeamento do uso e cobertura da terra.....	56
5.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	59
5.3.1 Fator R.....	59
5.3.2 Fator K.....	61
5.3.3 MDT e mapas derivados.....	64
5.3.4 Mapa do Fator LS.....	67
5.3.5 FATORES CP.....	69
5.4 POTENCIAL NATURAL À EROSÃO LAMINAR (EP).....	70
5.5 EROSÃO ATUAL NO MUNICÍPIO DE RIACHÃO DAS NEVES.....	71
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	74
VI CONSIDERAÇÕES FINAIS GERAIS.....	76
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	72

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de localização da área de estudo.....	4
Figura 2. Mapa da distribuição dos ecossistemas no estado da Bahia. Fonte: CBPM, 2010.....	6
Figura 3: Compartimentação da paisagem em Riachão das Neves – BA.	7
Figura 4. Análise multitemporal de uso do solo do município de Riachão das Neves – BA.....	19
Figura 5. Gráfico do percentual de uso da terra dentro das unidades geomorfológicas.....	20
Figura 6: Análise multitemporal do uso em APPs no município de Riachão das Neves – BA.....	22
Figura 7: Gráfico da análise multitemporal do uso em APPs no município de Riachão das Neves-BA.	23
Figura 8: Mapa multitemporal de fragmentação da vegetação.....	40
Figura 9: Mapa de localização das estações pluviométricas.....	46
Figura 10: Mapa das unidades geomorfológicas (EMBRAPA, 2010, no prelo).....	50
Figura 11: Pontos de coleta de solo.....	51
Figura 12: Mapeamento de uso pela imagem ALOS.....	57
Figura 13: Mapa de uso e cobertura da terra para o ano de 2008.....	58
Figura 14: Mapa do Fator R – erosividade da chuva.....	59
Figura 15: Mapa do Fator K – Erodibilidade do solo.....	64
Figura 16: Modelo digital do terreno.....	65
Figura 17: Mapa das classe de declividade.....	66
Figura 18: Mapa da área de contribuição.....	66
Figura 19 Mapa do Fator LS.....	68
Figura 20: Mapa do Fator CP – Uso e manejo e práticas conservacionistas.....	70
Figura 21: Mapa de erosão potencial do município.....	71
Figura 22: Mapa da Erosão Atual.....	73
Figura 23: Mapa da erosão potencial reclassificada.....	74

ÍNDICES DE TABELA

Tabela 1 Imagens Landsat utilizadas.	14
Tabela 2 Feições mapeadas para gerar as APPs.....	17
Tabela 3: Dimensão das APPs e de uso indevido por unidade geomorfológica.	24
Tabela 4: Resumo das métricas vetoriais utilizadas pelo FRAGSTAT.	34
Tabela 5: Multitemporal do cálculo das métricas geradas a partir do FRAGSTAT para o município de Riachão das Neves	37
Tabela 6: Dados de pluviosidade.	47
Tabela 7: Unidades de mapeamento de solos e suas respectivas feições geomorfológicas do município de Riachão das Neves – BA.	52
Tabela 8: Valor de P para algumas práticas conservacionistas (Bertoni e Lombardi Neto, 2008).	55
Tabela 9: Categorias de ocupação e os valores para os fatores CP (Stein et al., 1987).	56
Tabela 10: Classes de uso da terra.	58
Tabela 11: Estações pluviométricas e seus respectivos valores de EI e o Fator R.....	60
Tabela 12: Unidades de solo e o Fator K	63
Tabela 13: Classes de declividade do município de Riachão das Neves	65
Tabela 14: Valores de CP para os tipos de uso no município	69
Tabela 15: Classes de potencial erosivo (Ep).....	71
Tabela 16: Classe de erosão atual – (Carvalho, 1994)	72
Tabela 17: Classes de Erosão Atual (2008).....	72
Tabela 18: Taxa da perda de solo da erosão potencial reclassificada.	74

Lista de Siglas e Abreviaturas

AGRINVEST – Programa de Investimento para Modernização da Agricultura Baiana
ALOS – Advanced Land Observing Satellite
ANA – Agência Nacional de Águas
APPs – Áreas de Proteção Permanente
CBPM – Companhia Baiana de Pesquisa Mineral
CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente
EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ENVI – *Environment for Visualizing Images*
EUPS – Equação Universal de Perda de Solo
FRAGSTAT - Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
JAXA – Japan Aerospace Exploration Agency
MDT – Modelo Digital de Terreno
PRISM Panchromatic Remote Sensing Instruments for Stereo Mapping
PROALBA Programa de Incentivo ao Algodão na Região Oeste do Estado da Bahia
PROBAHIA Programa de Promoção do Desenvolvimento da Bahia
PRODECAF Programa de Desenvolvimento da Cafeicultura do Oeste do Estado da Bahia
SRHSH – Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Habitação
SRTM - Shuttle Radar Topography Mission
SIG – Sistema de Informação Geográfica
UFLA – Universidade Federal de Lavras

RESUMO

Com o advento da tecnologia espacial, atualmente é possível mapear de forma rápida e precisa a superfície da Terra, fornecendo dados que auxiliem na gestão territorial de uma região. As ferramentas de SIG são essenciais em todas as etapas, desde a aquisição de imagens de satélite, o seu pré-processamento até a geração de dados mais detalhados. Utilizando-se do SIG, foi possível fazer um mapeamento do uso e cobertura da terra multitemporal para o município de Riachão da Neves condicionados aos fatores geomorfológicos, bem como as Áreas de Preservação Permanente que estão sendo ocupadas pelo uso antrópico. Consequentemente ocorre a fragmentação da vegetação natural. Esse processo é analisado através das métricas de vetor do FRAGSTAT. A retirada da cobertura vegetal do solo combinado com o volume de chuvas pode dar início a processo erosivos causando desastres ambientais, tais como perdas de solo e prejuízos econômicos e sociais. Para o município foi feito um trabalho de mapeamento das áreas susceptíveis à erosão a partir do emprego da EUPS – Equação Universal de Perda de Solos. Desta forma são gerados informações que auxiliem no planejamento de uso e ocupação da terra bem como prevenir futuros desastres ambientais.

Palavras-chaves: Uso e cobertura da terra; FRAGSTAT; EUPS-Equação Universal de Perda de Solos

ABSTRACT

With the advent of space technology, it is now possible to map quickly and accurately identify the Earth surface providing data to assist in land management in a region. The GIS tools are essential in all stages, from the acquisition of satellite images, its pre-processing to generate more detailed data. Using the GIS, it was possible to make a use mapping and multitemporal coverage of land for the city of the Riachão das Neves conditioned to geomorphological factors as well as the permanent preservation areas that are occupied by anthropic use. Consequently, there is fragmentation of natural vegetation. This process is analyzed using the metrics FRAGSTAT. The removal of ground cover combined with the volume of rainfall may initiate the process of erosion causing environmental disasters, such as soil loss and economic damages and social. For the municipality was done a mapping of areas susceptible to erosion from the use of USLE – Universal Soil Loss Equation. Thus are generate information to aid in planning land use and occupation and prevent future environmental disasters.

Keywords: Use end land cover; FRAGSTAT; USLE-Universal Soil Loss Equation

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

A paisagem rural é um mosaico de áreas naturais e antrópicas que variam de tamanho, forma e arranjo (Burgess & Sharper, 1981; Forman and Gordorn, 1986). Nestes ambientes, as múltiplas funções no campo social, econômico e ecológico geram conflitos que devem ser intermediados por um planejamento e manejo dos recursos naturais. As mudanças e as sucessões no uso e cobertura da terra são resultantes das complexas interações dos fatores naturais com os humanos (Forman 1995; Zonneveld 1995).

Um dos enfoques dentro dos estudos de paisagem é analisar a relação dos atributos físico-bióticos (solos, topografia, micro-clima, vegetação entre outros) na determinação da variação do uso da terra ao longo do tempo e espaço (Iverson, 1988; Domon et al., 1993; Poudevigne et al. 1997, Schneider & Potius, 2001). Nesta perspectiva, alguns estudos demonstram que os fatores ambientais constituem em um arcabouço que direciona o tipo e as mudanças de uso (Pan et al. 1999; Chen et al. 2001, Simpson et al., 1994).

Neste propósito, torna-se prioritário o mapeamento e o monitoramento da superfície terrestre a partir de sensores remotos por permitirem uma visão sinóptica, maior rapidez e menor custo. O sensoriamento remoto tem sido amplamente utilizado para o reconhecimento e detecção das modificações do uso da terra (Singh, 1989; Coppin et al., 2004, Lu et al., 2004). A detecção de mudança pode fornecer importantes informações para o planejamento ambiental, como: (a) a área e a taxa em que a paisagem altera; (b) a distribuição e relação espacial dos tipos de mudanças avaliando os fatores ambientais e sociais que as condicionam; (c) definição da trajetória de mudança definindo a sucessão de uso da terra na paisagem; (d) monitoramento e definição de estratégias de conservação; e, (e) elaboração de uma representação cartográfica que auxilia e evidencia os problemas existentes, favorecendo a atuação da fiscalização e na construção de um material didático para a educação e conscientização ambiental local.

O presente trabalho tem como proposta fazer um levantamento e mapeamento de dados dos aspectos ambientais do município de Riachão das Neves, divididos em capítulos. O capítulo seguinte (II) contém a caracterização geofísica da área de estudo (solo, vegetação, clima, geomorfologia, geologia e hidrografia), bem como a sua localização e aspectos sócio econômicos; o capítulo III trata da relação das unidades geomorfológicas com a evolução multitemporal do uso da terra e suas implicações nas áreas de proteção permanente; o capítulo

IV trata da questão da análise da evolução temporal dos fragmentos da vegetação natural por ocupação antrópica e por fim o capítulo V a identificação das áreas susceptíveis à erosão a partir do emprego da EUPS – Equação Universal de Perda de Solos.

Com o cruzamento desses dados será possível ter informações detalhada do município, auxiliando na gestão de seu território e de seus recursos naturais na busca de um desenvolvimento sustentável, assim como o seu potencial de uso.

Portanto, o objetivo deste trabalho é realizar uma análise multitemporal das últimas duas décadas, do uso da terra e da fragmentação da vegetação natural do município de Riachão das Neves, a partir de técnicas de geoprocessamento com o propósito de prever o seu avanço e de fornecer diretrizes para o uso sustentável. Neste propósito, as Áreas de Proteção Permanente (APPs) foram delimitadas e mapeadas de forma a identificar as localidades com uso indevido. A Geomorfologia será utilizada no âmbito de verificar como a mesma influencia no uso e ocupação do município, assim como as classes de solo. Será feito o emprego da EUPS, que, dará uma visão qualitativa das áreas susceptíveis à erosão, auxiliando assim na gestão e planejamento territorial.

As informações geo-ambientais do município serão esquematizadas em um SIG (Sistema de Informações Geográficas), que possibilita criar um banco de dados georeferenciados no qual permite realizar análises complexas ao integrar diversos dados, o que torna possível automatizar a produção de documentos cartográficos.

O desenvolvimento de um SIG para o monitoramento municipal é um eficaz instrumento para intervenção governamental auxiliando na fiscalização dos recursos naturais. Esta tarefa implica por um lado considerar os objetivos de planejamento do território e, por outro lado, a assistência mútua das instituições presentes na formulação de diretrizes para o desenvolvimento local.

CAPÍTULO II

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

2.1 ASPECTOS SÓCIOS ECONÔMICOS

O município de Riachão das Neves localiza-se no extremo norte do Oeste da Bahia (Figura 1), um importante pólo agrícola regional. Seu povoamento iniciou-se na 1ª metade do século XIX, por colonos vindos do estado de Pernambuco. A fertilidade das terras atraiu novas famílias, que ali se estabeleceram, formando o arraial Riachão das Neves, elevado a vila em 1934 e, depois virou município em 1962. A população em 2009 era estimada em 23.431 habitantes (IBGE, 2009). A agricultura é a principal atividade econômica do município, destacando-se o cultivo de soja, arroz, milho e feijão (IBGE, 2009).

Até a primeira metade do século XX, a região do oeste baiano permaneceu parcialmente ocupada e com baixo nível de atividade econômica. A partir da década de 70, a região foi marcada por um novo ciclo de desenvolvimento intenso e vigoroso (Santos, 2000).

Nos últimos anos toda a região do oeste baiano vem passando por um intenso processo de transformação econômica, impulsionado pelo desenvolvimento tecnológico da agricultura, que acarreta em mudanças de ordem ambiental, sócio-econômica e cultural (Bahia, 1993).

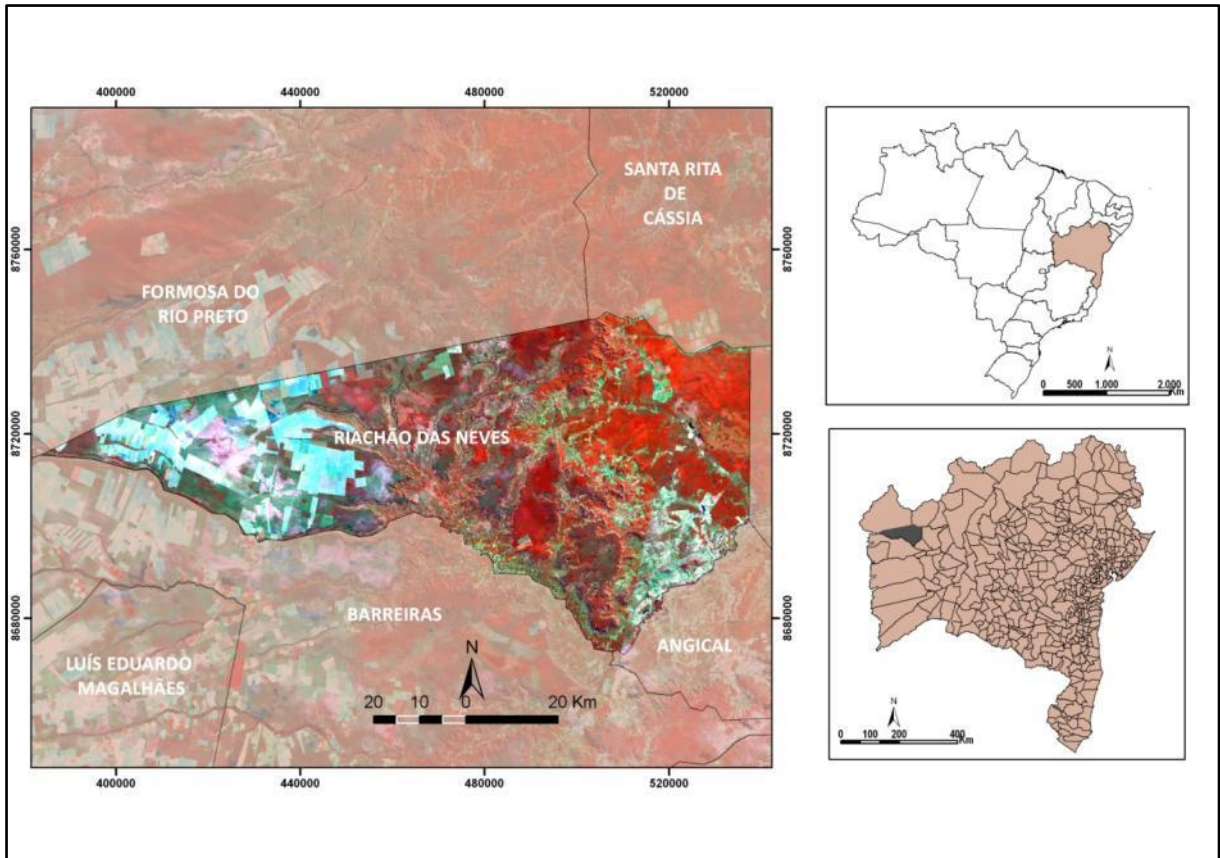


Figura 1: Mapa de localização da área de estudo.

O município integra a bacia hidrográfica do Rio Grande que é um afluente do rio São Francisco, sendo uma das principais bacias hidrográficas do país, fundamental para o desenvolvimento nacional. A Bacia como um todo sofre com o uso exaustivo de seus recursos, sendo que está em andamento um projeto polêmico, que é a transposição de parte de suas águas para as regiões do semiárido nordestino.

Já a Bacia do Rio Grande, no qual o município integra, detém um grande potencial hídrico e seus atributos edáficos definem áreas atrativas para a agricultura comercial de grãos. Mas os desmatamentos progressivos nas cabeceiras de seus afluentes e o uso irracional dos solos poderão determinar sérias consequências hidrológicas, interferindo na dinâmica fluvial e nos mecanismos erosivos da área (SRHSH, 1993).

A atividade agrícola é a atividade que mais têm provocado alterações no meio ambiente da área de estudo (meio físico, biológico e socioeconômico). Isto se deve ao fato de que o oeste baiano tem sido uma região que tem apresentado uma alta dinâmica de desenvolvimento no que tange à agricultura (SRHSH, 1993).

Portanto, é importante que se tome os devidos cuidados, no que se refere à ocupação, independente da atividade econômica, utilizando-se sobretudo de práticas conservacionistas de manejo do solo e da água para evitar maiores problemas futuros (SRHSH, 1993).

2.2 ASPECTOS FISIAGRÁFICOS

2.2.1. Vegetação

A vegetação predominante no município é o Cerrado (Figura 2) cuja vegetação xeromórfica de arvoredos, oligotrófica, cuja fisionomia varia de arbórea densa (cerradão) a gramíneo lenhosa (campos). Tem como característica, de um modo geral, árvores de pequeno porte, isoladas ou agrupadas, sobre tapete graminóide, serpenteada às vezes por florestas de galeria. As principais ameaças à biodiversidade do Cerrado estão relacionadas com a monocultura intensa de grão, a pecuária extensiva de baixa tecnologia e a utilização indiscriminada de agrotóxico (CBPM, 2010).

Encontram-se também as veredas que são resultantes de processos de exsudação do lençol freático, cujas águas geralmente convergem para um talvegue, estas possuem uma vegetação típica, caracterizada por diferentes espécies de palmeiras, especificamente buritis (EMBRAPA, 2010).

Nas porções leste do município são encontradas áreas de transição ecológica para a caatinga, pode-se observar uma vegetação mais rica que a da Caatinga, com florestas de árvores de folhas secas (CBPM, 2010), composta por espécies decíduas, com dois estratos distintos – a mata com o seu dossel superior em torno de 15 a 18 metros de altura, regularmente denso – e a sub-mata composta por arbustos e indivíduos jovens arbóreo formando um emaranhado denso onde há a predominância de espécies com espinhos (SRHSH, 1993).

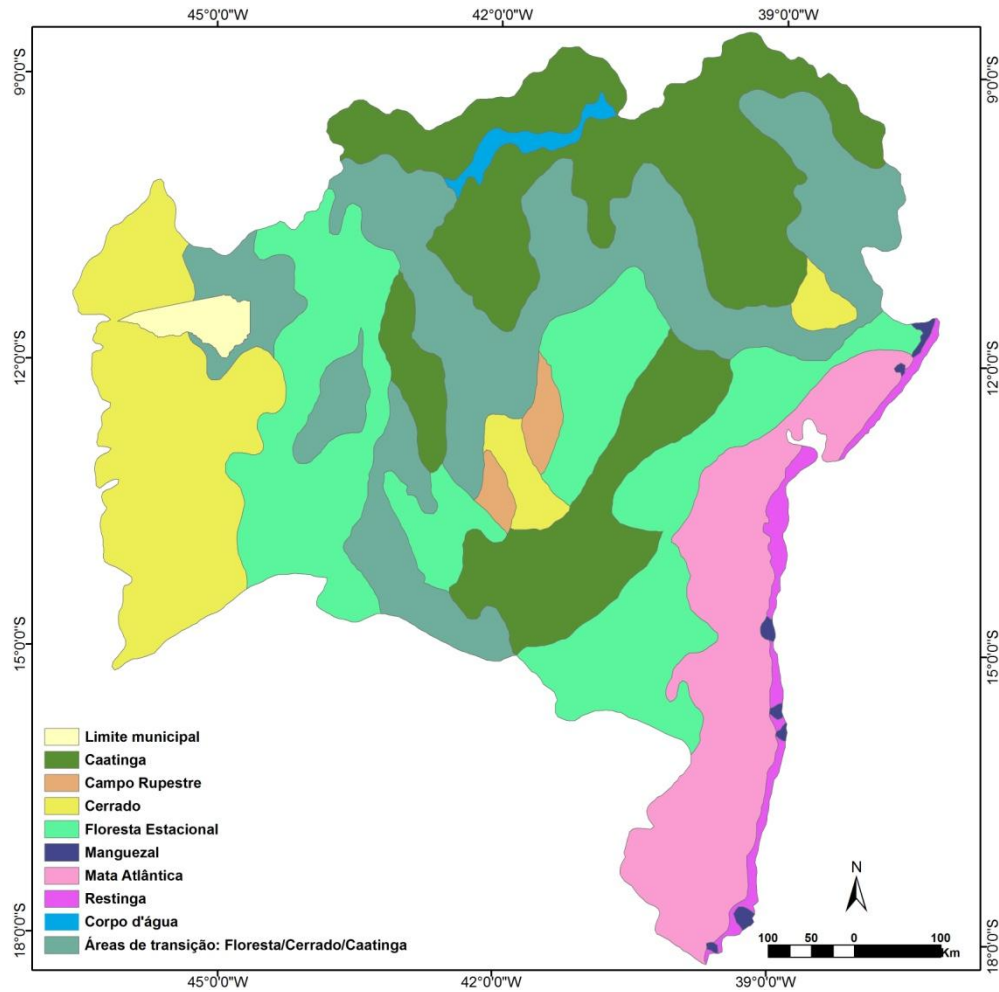


Figura 2. Mapa da distribuição dos ecossistemas no estado da Bahia. Fonte: CBPM, 2010.

2.2.2. Clima

O clima na região é classificado como AW - Tropical de Savana (Köppen, 1936), caracterizado por duas estações bem definidas: uma chuvosa que vai de outubro a abril e a outra seca que abrange os meses de maio a setembro. A precipitação média anual é de 900 mm a 1500 mm, sendo que os meses de novembro, dezembro e janeiro são o de maior concentração de precipitação (SRHSH, 1993).

As temperaturas médias anuais variam de um mínimo de 20 a 22°C e até um máximo de 24 a 26°C. Entretanto a umidade do ar atinge níveis muito baixos quanto aquela do domínio das caatingas no inverno seco (Ab'Sáber, 2003).

Nas depressões o clima é mais seco que o Cerrado, com solo mais ressecado e períodos mais longos sem chuva (CBPM, 2010). O ritmo sazonal é muito similar ao do

domínio dos cerrados, no entanto a média anual de precipitações varia entre 268 a 800 mm, com temperatura média anual de 25 a 29°C (Ab'Sáber, 2003).

2.2.3. Geomorfologia

O município está dividido basicamente em três grupos de relevo: região de Chapada (porção oeste) desenvolvida a partir dos arenitos Urucuaia; Vales e Escarpas na porção central e Depressão Cárstica na porção leste (Figura 3).

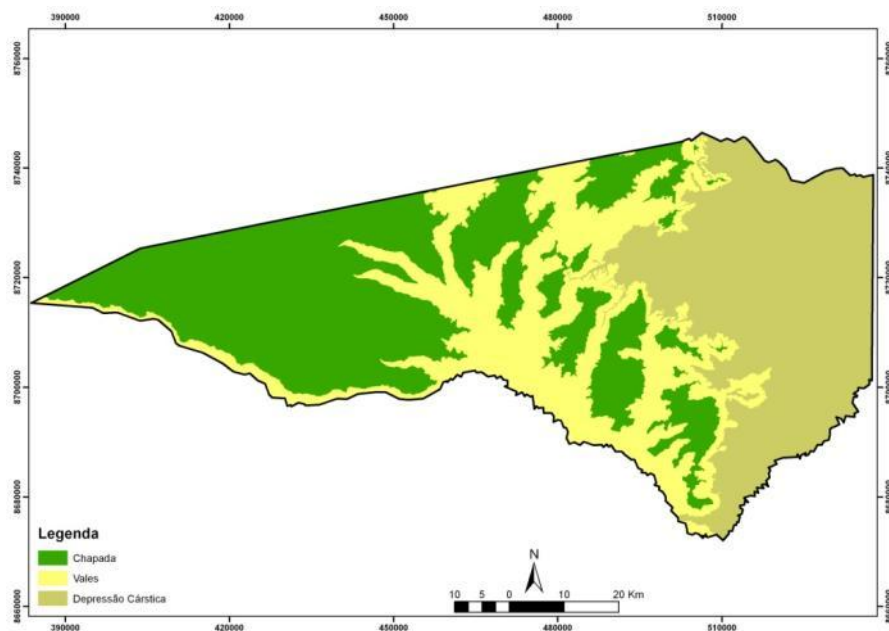


Figura 3: Compartimentação da paisagem em Riachão das Neves – BA.

2.2.4. Solos

Os solos mais expressivos nas áreas de chapadões, situados na porção ocidental do município, são: os Latossolos de textura média, são solos bastante desenvolvidos que apresentam textura arenosa e média, excessivamente drenados, em regiões de relevo plano e favoráveis ao desenvolvimento da agricultura intensiva e mecanizada (Cunha et al., 2001); e, os Neossolos Quartzarênicos, que são solos pouco evoluídos e ocorrem em superfície de topografia plana e suave ondulada, e sem qualquer tipo de horizonte B, sem contato lítico dentro de 50 cm de profundidade, apresentando textura arenosa ou areia franca nos horizontes, são essencialmente quartzosos, tendo nas frações areia grossa e areia fina com 95% ou mais de quartzo, são mais resistentes ao intemperismo, raramente são encontrados no

alto de chapadas e normalmente ocupam altitudes mais baixas com relevo suavemente ondulado (UFLA, 2010).

Na depressão cárstica os tipos de solos encontrados são os Argissolos e os Cambissolos. Os Argissolos são solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B textural (Bt) que é formado pela movimentação de argila dos horizontes superiores para os inferiores, faz com que os horizontes superiores ao Bt tenham teores menores de argila e maiores de areia. O acúmulo de argila no horizonte Bt reduz a permeabilidade dos Argissolos, isso somado ao fato do horizonte superficial ser arenoso faz com que a limitação agrícola seja o risco de erosão, por isso os Argissolos devem preferencialmente ser utilizados com culturas perenes ou pastagens (UFLA, 2010). São solos que ocorrem geralmente nas encostas côncavas e plano-inclinadas das superfícies onduladas e forte ondulada. A sua fitofisionomia vegetal pode ser composta por formações florestais, caatingas, cerrados e campos cerrado (Palmieri & Larach, 2004).

Já os Cambissolos são solos constituídos por material mineral com horizonte B incipiente subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial, com 40 cm ou mais de espessura, constituído por fragmento de material originário ou não. Ocorrem de forma descontínua sob várias coberturas vegetais, em quase todas as unidades de relevo, são mais representativos em relevos movimentados, mas podendo ocorrer em superfícies planas de sedimentos quaternários aluviais (Palmieri & Larach, 2004).

Na porção central do município são encontrados os Cambissolos (já citado no parágrafo anterior), Gleissolos e o Neossolo Litólico. Os Gleissolos compreendem o solo hidromórfico com seqüência de horizontes, preferencialmente, A ou H e horizonte glei (EMBRAPA, 2006). Apresentam horizonte A superficial de cor preta, teores de matéria orgânica elevados e espessura variando de 10 a 30 cm. As suas camadas apresentam cores acinzentadas com mosqueados amarelados e avermelhados causados pelos processos de oxidação devido às oscilações do lençol freático. São encontrados nas planícies fluviais e fluviolacustres por todo o Brasil, sob diversas condições de clima (Palmieri & Larach, 2004). E os Neossolos Litólicos, são solos pouco evoluídos com assente diretamente sobre a rocha, constituída por fragmentos de rocha com diâmetro menor que 2 mm (cascalhos, calhaus e matações) admite um horizonte B em início de formação (EMBRAPA, 2006). São solos de paisagens mais íngremes, cornijas e frente de cuevas (Palmieri & Larach, 2004).

2.2.5. Geologia

A porção oeste do município pertence ao Grupo Urucuia, no qual estão compreendidas as áreas de Chapadões, com altitudes variando de 1000 m nas fronteiras baianas com os estados de Goiás e Tocantins e cerca de 550 m em torno da planície do rio São Francisco (Amorim Júnior & Lima, 2007). Enquanto que na porção leste estão as depressões cársticas, constituídos por relevo cársticos.

O Grupo Urucuia compõe-se de arenitos quartzosos de cores variadas, predominando castanho-avermelhados, róseos e amarelo-esbranquiçados. Possuem granulometria variando de fina a média, são friáveis e limpos, mas muitas vezes contém argilas em suas matrizes e, localmente, aparecem cimentados com material silicoso ou carbonático. Incluem intercalações siltosas e siltico-argilosas e freqüentes níveis conglomeráticos dispersos. Zonas silicificadas são comuns ao longo de fraturas e falhas as quais são registradas em poços a diferentes profundidades. É constituído por arenitos variados de grãos finos a médios, contendo intercalações de siltitos e folhelhos e, localmente, níveis conglomeráticos. Uma extensa, mas rarefeita rede de drenagem sobrepõe a esse chapadão, constituindo a expressão superficial do fluxo hídrico num dos maiores reservatórios de água potável do país. (Amorim Júnior & Lima, 2007).

O Grupo Bambuí constitui a maior parte do substrato sobre o qual se depositaram os sedimentos clásticos do Grupo Urucuia. Compreende uma espessa seqüência pelítico-carbonática, de idade Proterozóica. Compõe-se de calcários, calcários dolomíticos, dolomitos, margas, siltitos e argilitos, resultantes de uma sedimentação em mar epi-continental raso, mas de subsidência variável ao longo de toda sua extensão (Amorim Júnior & Lima, 2007).

Embora não se tenha registro de atividades tectônicas expressivas após o Cretáceo, os grandes falhamentos no Grupo Bambuí (alinhados preferencialmente segundo N60-70° E) controlaram marcadamente a evolução estrutural posterior dos depósitos Urucuia. Movimentos de reativação ao longo dessas linhas de fraqueza produziram conjuntos conjugados de falhas e fraturas subverticais, que hoje se expressam na rede de drenagem retilínea em malha retangular, que caracteriza toda essa região. Algumas falhas e fraturas associadas são reconhecidas no campo pela presença de estruturas cataclásticas e intensa silicificação que geraram verdadeiras muralhas nas escarpas de muitos '*canyons*' da região". (Amorim Júnior & Lima, 2007).

2.2.6. Hidrografia

Os padrões de drenagem superficial na região, em sua maioria se dão de oeste para leste, desaguando no rio São Francisco. Esses rios possuem padrão de drenagem paralelo a subparalelo, normalmente encaixados nas calhas das drenagens, condicionado a um controle estrutural de fraturamento (RADAMBRASIL, 1982). Conforme estudos realizados pela Superintendência de Recursos Hídricos da Bahia (SRH-BA) na sub-bacia do Rio Grande, no qual faz parte o município de Riachão das Neves, foram constatados sinais de degradação ambiental, caracterizado principalmente pelo mau uso e manejo dos solos e pela destruição das matas ciliares e veredas, este é o tipo de problema encontrado em todos os rios do oeste baiano (Gaspar, 2006).

CAPÍTULO III

RELAÇÃO DAS UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS COM A EVOLUÇÃO MULTITEMPORAL DO USO DA TERRA E SUAS IMPLICAÇÕES NAS ÁREAS DE PROTEÇÃO PERMANENTE NO MUNICÍPIO DE RIACHÃO DAS NEVES

3.1 INTRODUÇÃO

A necessidade de mapear a superfície terrestre em uma escala temporal permite fornecer dados para um planejamento de uso do solo o que contribui para uma análise de explicações multi-fatorial, quantitativa e comparativa nos processos de intensificação do uso da terra e crescimento populacional; oferece uma escala de trabalho que compatibiliza a análise ao nível local aos processos ecológicos e econômicos regionais (Brondízio, et al., 1993); possibilita a identificação de paisagens geográficas, a previsão de ampliação da área agrícola, seus respectivos problemas e soluções, determinando, assim, áreas prioritárias de uso (Moreno, 1971, apud Kleinpaul, 2005).

Este tipo de abordagem permite considerar a heterogeneidade espacial e temporal do uso da terra integrando os processos das ações antrópicas na dinâmica ambiental da paisagem regional (Brondízio, et al., 1993).

A detecção de mudanças na cobertura e uso da terra envolve o emprego de conjuntos de dados multitemporais para discriminar áreas imageadas em diferentes datas. A análise de séries temporais por imagens de satélite vem sendo amplamente utilizada em estudos da dinâmica da paisagem (Sader et al., 1990; Brondízio et al., 1993; Morán et al., 1994; Alencar et al., 1996; Venturieri et al., 1998; Watrin et al., 1998, entre outros).

É importante salientar que devido a crescente pressão populacional e as múltiplas formas de ocupação territorial, faz-se necessário o conhecimento do uso da terra, desde a sua intensidade e distribuição espacial (Donzeli et al., 1992). Para a descrição desse processo dinâmico é necessária uma fonte coletora de informações que atentam às exigências de forma ágil e de custo relativamente baixo. Dessa forma, a utilização de imagens de satélite orbitais vem merecendo destaque pela possibilidade de obtenção de informações da superfície terrestre de forma rápida, confiável e repetitiva (Chaves Jr. & Howell, 1988). Gerando assim

uma fonte imprescindível de informações e análises de acordo com a necessidade dos órgãos gestores.

Portanto, as técnicas de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto constituem, atualmente, um importante conjunto de ferramentas aplicáveis ao planejamento geográfico para a obtenção de dados a serem utilizados, tanto em níveis regionais quanto municipais (Catelani & Batista, 2007).

Os dados gerados pelas técnicas de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto permitem realizar várias combinações de plano de informação, assim como a superposição dos temas sobre imagens de diferentes épocas, sendo possível efetuar o monitoramento da evolução do uso da terra em uma determinada área (Kleinpaul, 2005). Além de disponibilizar uma série de ferramentas que auxiliam na investigação da adequação do uso do solo em áreas de preservação permanente (Aulicino et al., 2000; Corrêa et al., 1996).

Os sistemas de informação geográfica permitem integrar informações espaciais e não espaciais de natureza, origem e forma diversas em uma única base de dados, possibilitando a derivação de novas informações e sua visualização na forma de mapas (Burrough, 1992; Câmara, 1993).

O uso da tecnologia do Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto vêm crescendo nos últimos anos, segundo Catelani e Batista (2002), diversas instituições governamentais e não governamentais vêm desenvolvendo metodologias adequadas à detecção, monitoramento e ao mapeamento de desmatamentos. Tais tecnologias constituem de técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento de informações geográficas que permitem a espacialização dos dados levantados, permitindo uma melhor visualização, análise e interpretação dos mesmos (Saraiva et al., 2010). Otimizando, assim, o monitoramento dos recursos naturais e dos avanços do uso antrópico.

Ao se tratar de dados multitemporais é preciso ressaltar a importância de fazer constantes atualizações dos dados de uso do solo e a sua distribuição espacial, que são essenciais para o manejo eficiente dos recursos agrícolas e florestais, para que as suas tendências sejam analisadas (INPE, 1980). Pois, a velocidade e a extensão com que problemas ambientais vêm ocorrendo, decorrentes da intensa pressão gerada pela ocupação antrópica, ressalta a importância da utilização de imagens de satélites, devido a rapidez com que grande quantidade de informações são adquiridos e o seu baixo custo (Pereira & Pinto, 2007). Os sensores de satélites são capazes de captar constantemente as imagens da Terra sem a necessidade de programação prévia, abrangendo extensas áreas e fornecendo informações

atualizadas, que são extraídas através de técnicas de análise visual e de processamento digital de imagens (Silva & Vieira, 2007).

O objetivo deste capítulo é realizar uma análise multitemporal dos últimos 20 anos do uso e cobertura do solo, verificar o seu avanço em Áreas de Proteção Permanente (APPs) e de que forma o relevo condiciona o uso e ocupação no município.

3.2 MATERIAIS E MÉTODOS

3.2.1 Imagens dos sensores Alos e Landsat-5

No presente estudo foram utilizadas imagens pancromáticas de 8 bits do sensor PRISM (Panchromatic Remote Sensing Instruments for Stereo Mapping) presente no satélite ALOS (Advanced Land Observing Satellite) da Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA). As imagens adquiridas são referentes ao produto 1B2 das imagens PRISM, que são submetidas à calibração radiométrica e geométrica, com os pixels alinhados com a grade da projeção UTM e resolução espacial de 2,5 m. O erro médio quadrático da precisão geométrica absoluta para a visão nadir é de 8m (cross track) e 9 m (along track), enquanto que a precisão relativa é de 4m (cross track) e 3m (along track) (JAXA, 2007). As imagens utilizadas são referentes ao ano de 2008.

Além da imagem PRISM foram utilizados uma série temporal do sensor TM-Landsat 5 referente aos últimos vinte anos em intervalos de quatro anos de 1998 até 2008. As imagens utilizadas são referentes às seis bandas da faixa do visível e infravermelho com resolução de 30 metros. Este sensor se encontra em órbita há mais de 30 anos, facilitando o levantamento histórico de cobertura e uso da terra do município. As imagens foram escolhidas sempre em uma mesma época do ano de forma a evitar mudanças fenológicas ou de estágio de cultura (Tabela 1). Estas imagens foram co-registradas com as imagens ALOS para obter uma precisa sobreposição.

Tabela 1 Imagens Landsat utilizadas.

DATA	PONTO/ÓRBITA	DATA
1988	219/68	27 de agosto
	220/68	03 de setembro
1992	219/68	22 de agosto
	220/68	14 de setembro
1996	219/68	29 de maio
	220/68	21 de junho
2000	219/68	12 de agosto
	220/68	16 de junho
2004	219/68	23 de agosto
	220/68	27 de junho
2008	219/68	17 de julho
	220/68	24 de julho

3.2.2. Detecção de mudança pelo método de pós-classificação.

Existem diferentes técnicas e algoritmos para a detecção de mudança. A principal subdivisão nos métodos é referente à seqüência dos procedimentos metodológicos, enfocando a relação entre as etapas de processamento temporal e a classificação. Considerando esta característica é possível definir dois tipos de métodos: (a) pré-classificação que realiza primeiramente o processamento digital de duas imagens de diferentes datas gerando uma imagem de detecção de mudança que será submetido a uma classificação; e (b) pós-classificação onde as imagens são previamente classificadas, individualmente, de forma manual ou por métodos computacionais e depois comparadas de forma a extrair e quantificar as áreas de mudança (Jensen et al., 1993; Yuan and Elvidge, 1998; Yuan et al., 2005).

Dentre os métodos de pré-classificação os mais utilizados são os que realizam operações matemáticas (Weismiller et al., 1977, Gong et al., 1992, e Manavalan et al., 1995) ou que empregam procedimentos de transformadas como: Análise de Principais Componentes (Fung & LeDrew, 1987; Collins & Woodcock, 1996) Tasseled-Cap Transformação (Fung, 1990, Collins and Woodcock, 1994, 1996), Análise Canônica (Nielsen et al., 1998), Análise de Correspondência (Cakir et al., 2006), e Análise de Mistura (Adams et al., 1995; Adams & Gillespie, 2006). Contudo, o simples emprego do algoritmo de pré-classificação raramente é suficiente para individualizar as mudanças ocorridas. Normalmente, informações adicionais são requeridas para obter uma imagem classificada das mudanças ocorridas, destacando como o maior problema a definição dos valores limitantes que delimitam estas classes (Jensen, 1986; Gong, 1993). Além disso, pode haver confusão das mudanças do uso da terra com

outros tipos de mudanças, como as provenientes da fenologia das plantas ou dos estágios de cultivo, não relevantes para o mapeamento do uso e cobertura da terra. Estas características tornam muitas vezes preferíveis o emprego do método de pós-classificação por ser mais simples e atender a quantificação dos tipos de mudança sem muitas interferências (Howarth & Wickware, 1981; Mas, 1999; Munyati, 2000 e de Bruin, 2000, Narumalani et al., 2004).

No presente estudo adota-se o método de detecção de mudança por pós-classificação. As principais vantagens desta técnica são (Coppin et al., 2004; Menke et al., 2009): (a) fácil atualização ao longo do tempo favorecendo o monitoramento; (b) permite compensar as variações provenientes das condições atmosféricas, mudanças fenológicas e umidade de solo, devido à independência na confecção do mapa temático; e (c) permite integrar e comparar imagens de sensores com diferentes resoluções espaciais, espectrais, temporais e radiométricas. Neste método, o sucesso da detecção de mudança está intimamente correlacionado com a confiabilidade do processo de classificação das imagens. As mudanças bruscas tornam-se mais facilmente detectadas enquanto que as mudanças graduais como processo de erosão ou degradação por não apresentarem um limite evidente pode trazer dificuldades (Foody & Boyd, 1999).

Dois requerimentos são corriqueiramente abordados como procedimentos de pré-processamento das imagens temporais: co-registro de imagens e a correção radiométrica (Stow, 1999, Verbyla & Boles 2000, Stow & Chen 2002). No caso específico do método de pós-classificação a correção radiométrica torna-se indispensável. A acurácia no registro espacial entre as imagens temporais é requerida de forma a evitar dados espúrios provenientes de deslocamentos que não retratam mudanças reais. Com o propósito de evitar estas feições indesejáveis o erro médio quadrático do co-registro deve ser inferior a metade da dimensão do pixel (Townshend et al., 1992; Dai & Khorram, 1992).

Para este trabalho as imagens TM-Landsat 5 foram co-registradas usando o programa ENVI e as imagens Geocover a partir de pontos de controle imagem para imagem. A coleção de imagens Landsat GeoCover é disponível para a maior parte do globo, a partir da Global Land Cover Facility (MDA Federal, 2004), e apresenta ortorretificada com uma resolução espacial de 28,5 metros adequada para o estudo da dinâmica da paisagem rural.

A classificação do uso da terra foi feita manualmente por interpretação visual da imagem em tela considerando as propriedades básicas da imagem de satélite, tais como: cor, textura, forma, estrutura e relações de contexto. A interpretação visual foi feita inicialmente na imagem ALOS/PRISM de maior resolução e referente ao ano mais recente da pesquisa

2008, pois o sensor ALOS permitiu o mapeamento da região na escala de 1:25.000. Sendo que a escala de detalhamento utilizada no mapeamento foi de 1:2000.

A partir da classificação com a imagem de mais alta resolução foi feita uma retroanálise para os anos anteriores considerando a série temporal das imagens TM-Landsat. O procedimento de classificação considerando a interpretação das imagens mais recentes permite uma maior acurácia na sobreposição dos dados ao longo do ano evitando pequenos deslocamentos provocados pela digitação em tela.

O mapa do uso da terra considerou quatro classes de uso, sendo: agricultura, uso múltiplo, vegetação alterada e vegetação natural. Como as propriedades do pequeno agricultor geralmente possuem mais de um tipo de atividade rural para a sua sobrevivência, tais como a agricultura e pecuária, então essas áreas foram classificadas como uso múltiplo, são propriedades que possuem em média de 8 a 10 hectares. Para aferir os padrões texturais e espectrais presentes na imagem foram realizados trabalhos de campo.

3.3.3. Análise das áreas de Preservação Permanente (APPs) do município.

As APPs possuem as suas áreas defendidas desde o Código Florestal, instituído pela Lei. 4.771/1965, sendo um instrumento disciplinar de ocupação das terras protegendo as funções da floresta e orientando para a criação de áreas naturais ou silvestres em todas as unidades da Federação, visando à proteção dos mananciais.

O Art. 2º do Código Florestal considera como intocáveis as florestas e demais formas de vegetação localizadas ao longo dos cursos d'água, nascentes, áreas ao redor de lagoas, lagos e reservatórios, topo de elevações topográficas, encostas com declividade superior a 45 graus, restingas, bordos de chapada em altitude superior a 1.800m. Esta manutenção da vegetação traz benefícios para a fauna, contribui para atenuar os efeitos erosivos, promove a regularização do fluxo hídrico e reduz o assoreamento dos cursos d'água e reservatórios.

Apesar do Art. 2º do Código Florestal ter representado grande avanço no estabelecimento de uma disciplina na ocupação da terra, seus dispositivos careciam de regulamentação quanto às áreas de proteção de nascentes, áreas ao redor de lagoas, lagos ou reservatórios de águas naturais ou artificiais, nas restingas e nas bordas de chapadas ou tabuleiros (Guimarães et al., 2005).

Diferentemente, do Código Florestal onde o valor da vegetação era de uso, na Resolução CONAMA (302/2002 e 303/2002), além da regulamentação dessas áreas, agrega-

se um significado de bens de interesse comum a todos os habitantes do país, pelo seu valor intrínseco (o valor da existência) e não mais pela utilidade imediata para a espécie humana.

As feições encontradas e mapeadas para a área de estudo (Tabela 2) são: (a) as drenagens ou qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal de acordo com a largura do rio; (b) as nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados “olhos d'água”, qualquer que seja a situação topografia, num raio mínimo de 50 metros de largura; (c) as bordas dos tabuleiros ou chapadas, a partir da linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 metros em projeção horizontal; (d) reservatório artificial em área rural; (e) as lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais; (f) as veredas em faixa marginal, em projeção horizontal, largura mínima de 50 metros, a partir do limite do espaço brejoso e encharcado, incluindo o solo hidromórfico.

No presente trabalho são detectadas as áreas de uso indevido nas APPs ao longo da série temporal. A metodologia adotada pode ser subdividida nas seguintes etapas: (a) mapeamento das áreas de preservação conforme o Código Florestal, a Resolução CONAMA 302/2002 e a Resolução CONAMA 303/ 2002; (b) identificação das áreas de uso indevido a partir do cruzamento dos dados de uso e cobertura do solo ao longo do tempo com as APPs. Com essa técnica foi possível delimitar as áreas de incongruência de uso em discordância com a Resolução CONAMA.

Tabela 2 Feições mapeadas para gerar as APPs

Feição Mapeada	Área de APPs
Drenagem	
Drenagem largura até 10m	30m
Drenagem largura de 10 a 50m	50m
Drenagem largura de 50 a 200m	100m
Drenagem largura de 200 a 600m	200m
Drenagem largura > 600m	500m
Nascentes	
Perene	50m
Intermitentes	50m
Olhos d'água	50m
Relevo	
Bordas dos tabuleiros ou Chapadas	100m
Corpo d'água	
Reservatório artificial em área rural	15m
Reservatório natural	50m
Lagoas	50m
Lagos	50m
Veredas	50m
Solo Hidromórfico	50m

3.4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.4.1. Evolução do uso da terra e os seus condicionantes geomorfológicos

A partir da análise temporal dos últimos vinte anos é possível constatar o avanço da agricultura e pecuária no município de Riachão das Neves em uma configuração espacial distinta (Figura 4).

O uso múltiplo na região é uma atividade exercida antes mesmo da emancipação do município, sendo em 1988 a maior atividade em área com 41.364,79 ha. O uso múltiplo encontra-se concentrada nas unidades geomorfológicas de Depressão e Vale ao longo dos principais cursos d'água. Estas áreas apresentam maior declividade inviabilizando a agricultura mecanizada. Considerando apenas as regiões de Depressão observa-se que ocorreu um crescimento no período de análise de 18% para 26%, enquanto que na região de Vale houve um crescimento de aproximadamente 3% para 7% (Figura 4). Nestas unidades geomorfológicas a agricultura é muito pouco expressiva.

O padrão agrícola da área de Vale e Depressão contrasta com a área de Chapada, que apresenta um intenso crescimento da agricultura mecanizada e irrigada vinculada ao agronegócio nestas últimas duas décadas. A expansão da agricultura é favorecida pelos condicionantes físicos da região de Chapada com relevo plano e disponibilidade hídrica. O vetor de crescimento ocorre de oeste para leste, ou seja, da parte mais elevada da chapada para as áreas de menores altitudes. A explicação para este padrão de crescimento deve-se a presença de chuvas orográficas nas regiões mais altas, provocadas pela ascensão das massas de ar ao se depararem com o anteparo da Serra Geral. Estas chuvas favorecem a agricultura de sequeiro sendo as primeiras a serem instaladas. Dentro da área de Chapada, verifica-se também uma diferenciação do padrão agricultura a partir do gradiente da topografia. As áreas da Chapada mais altas e com maior concentração de chuvas apresentam agricultura de sequeiro e na medida em que se caminha para leste, no relevo mais baixo e com menor pluviosidade, aumenta a concentração de áreas irrigadas e pivôs centrais

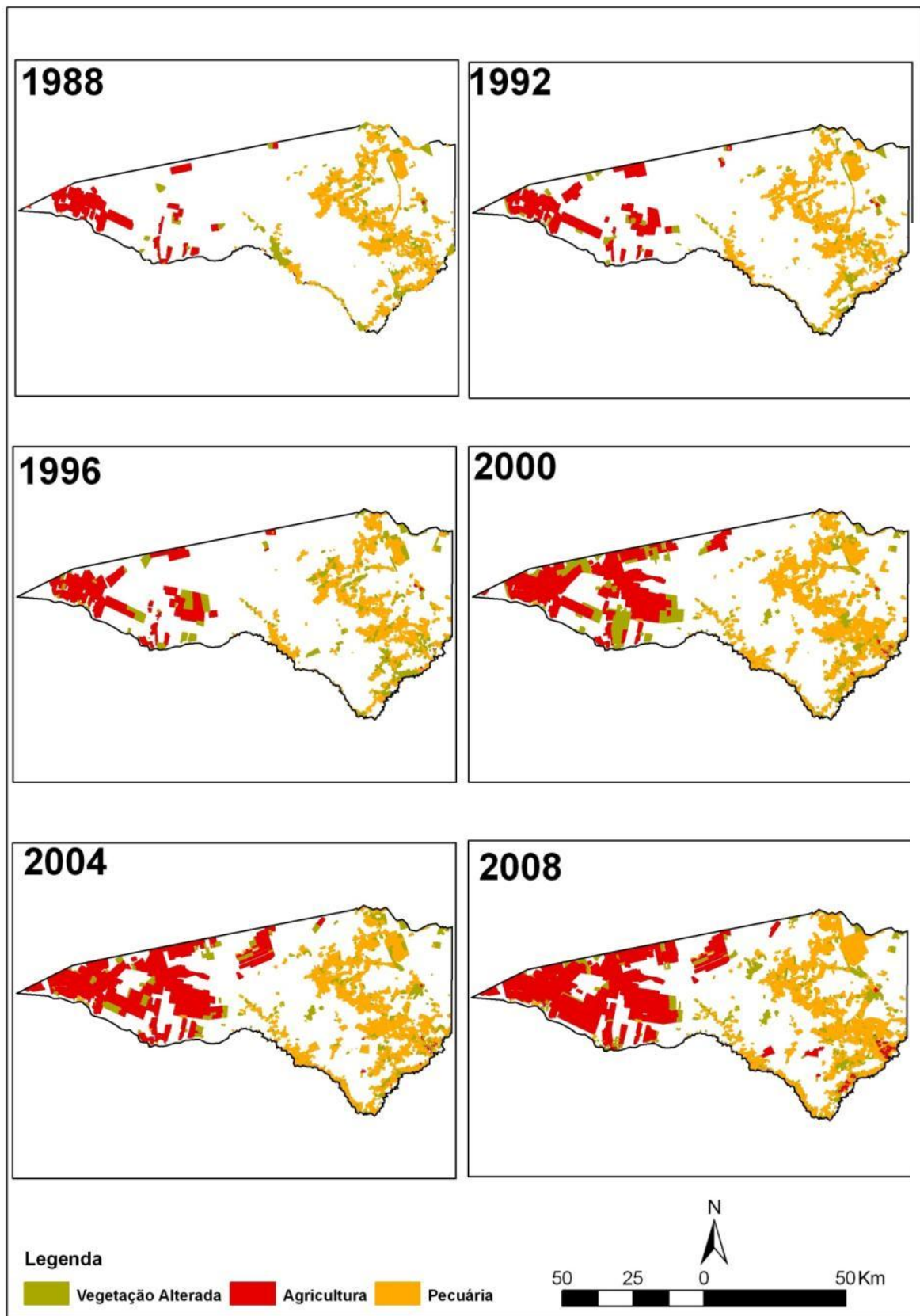


Figura 4. Análise multitemporal de uso do solo do município de Riachão das Neves – BA.

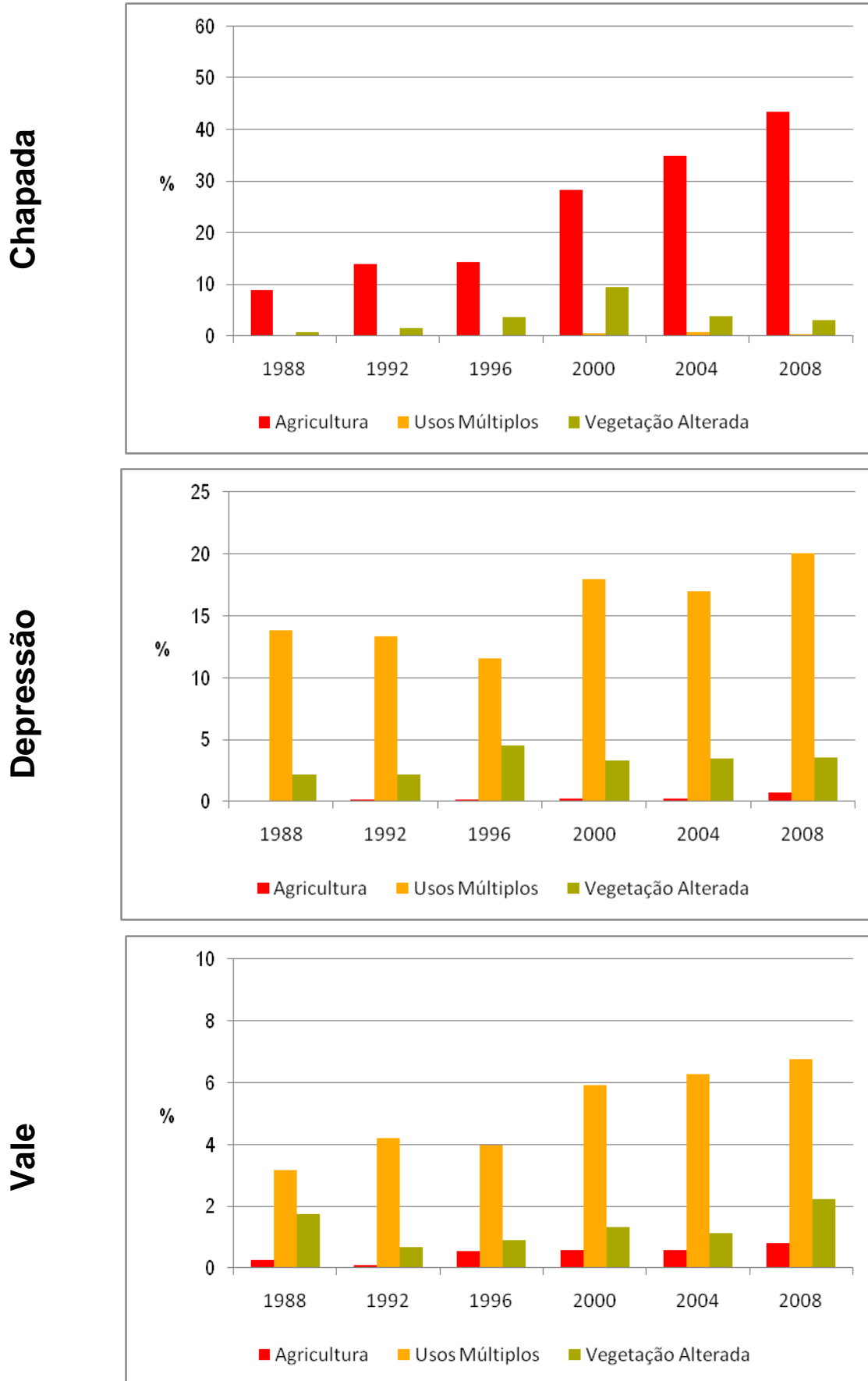


Figura 5. Gráfico do percentual de uso da terra dentro das unidades geomorfológicas.

A figura 5 apresenta a porcentagem das classes de uso e cobertura da terra para as unidades geomorfológicas ao longo do período de 20 anos. Observa que nesse período a agricultura é o maior vetor de mudança na região, com um aumento de 8,5% em 1988 para 43% em 2008, ou seja, quase quintuplicou de área. Esta dinâmica da ocupação agrícola está intimamente associada com a estabilização econômica a partir do Plano Real (lançado em 1993), e com os incentivos do governo da Bahia a partir do ano de 2000 (Menke et al., 2009). Os principais projetos do estado são: (a) Programa de Investimento para Modernização da Agricultura Baiana (AGRINVEST); (b) Programa de Desenvolvimento da Cafeicultura do Oeste do Estado da Bahia (PRODECAF); (c) Programa de Incentivo ao Algodão na Região Oeste do Estado da Bahia (PROALBA); e (d) Programa de Promoção do Desenvolvimento da Bahia (PROBAHIA). Apesar do avanço da agropecuária no município a vegetação natural ainda compõe mais de 65% do município.

3.4.2. Avaliação das áreas de conflitos nas APPs

Um importante atributo ambiental a ser avaliado é a degradação próxima aos cursos d'água e nascentes. O desmatamento das matas de galeria afeta diretamente os sistemas hídricos aumentando o grau de erosão e a lixiviação decorrente da ação das chuvas, carreando nutrientes e sedimentos para os rios (Tundisi, 2005).

As áreas de APPs em Riachão das Neves ocupam em torno de 5.833 hectares, 10% da área total do município. Durante o período de análise (1988 – 2008) verifica-se que o avanço do uso antrópico em APPs apresenta um pequeno aumento (Figura 6). A principal atividade infratora são os usos múltiplos responsáveis pela maior porcentagem de uso em APPs ao longo de todo o período, (Figura 7), pois são áreas densamente drenadas com extensas áreas de APPs, que ocupam 32,61% das depressões e vales (Tabela 3).

Apesar do grande avanço da agricultura observa-se um baixo índice de ocupação das APPs nas chapadas, isso se deve ao fato das chapadas não possuírem áreas significativas de APPs, somente 2,37% de sua área possuem APPs, sendo que a agricultura ocupa 4,87% das APPs nas chapadas(Tabela 3).

A diferença de um ano para o outro nas áreas de APPs, podem ser justificada pela sazonalidade de uso e o seu avanço em APPs de acordo com a necessidade do produtor. Eventualmente, as áreas de APP são utilizadas como pastagem ou cultivo e, posteriormente são abandonadas, possibilitando assim uma recuperação da vegetação.

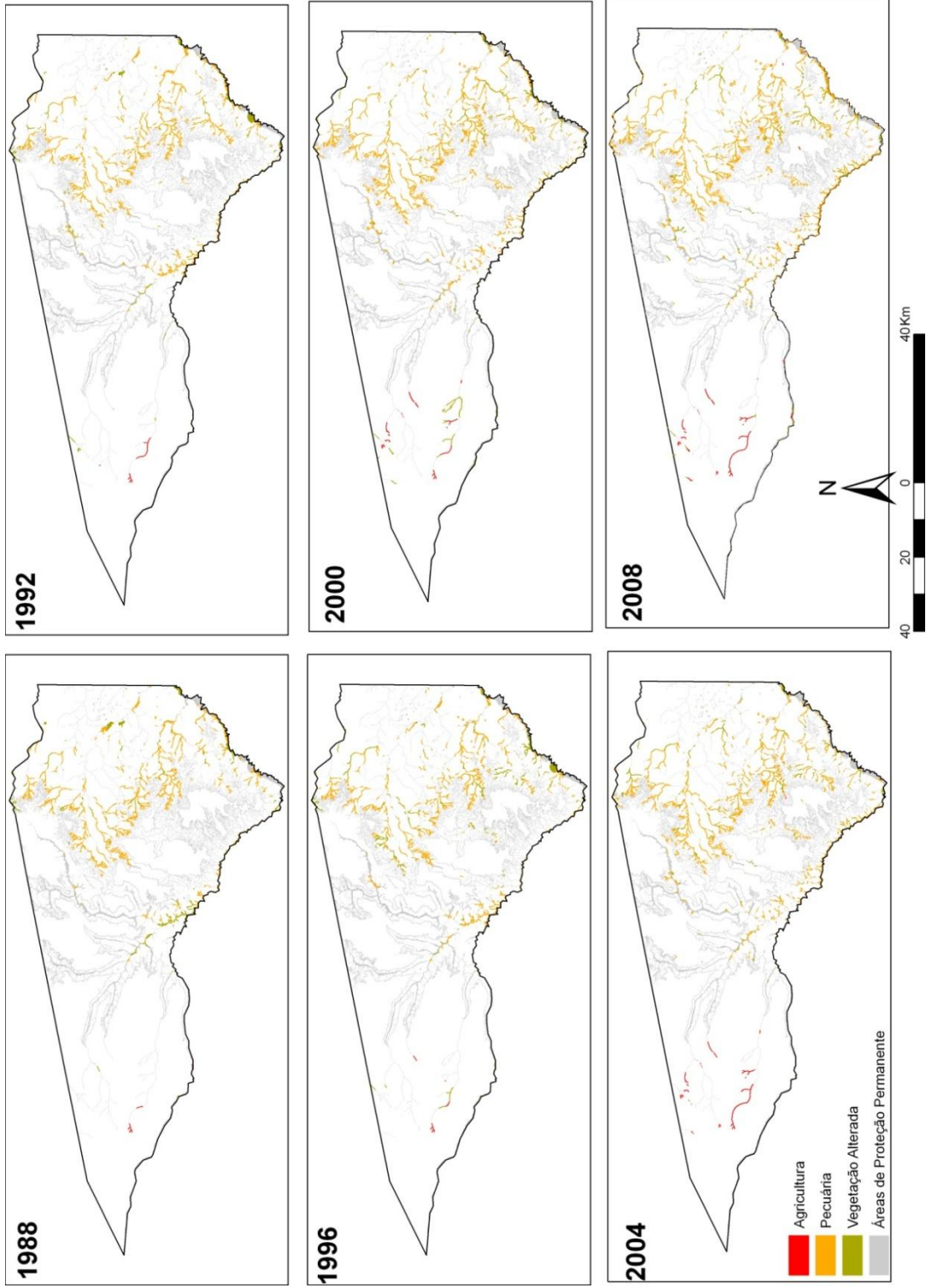


Figura 6: Análise multitemporal do uso em APPs no município de Riachão das Neves – BA.

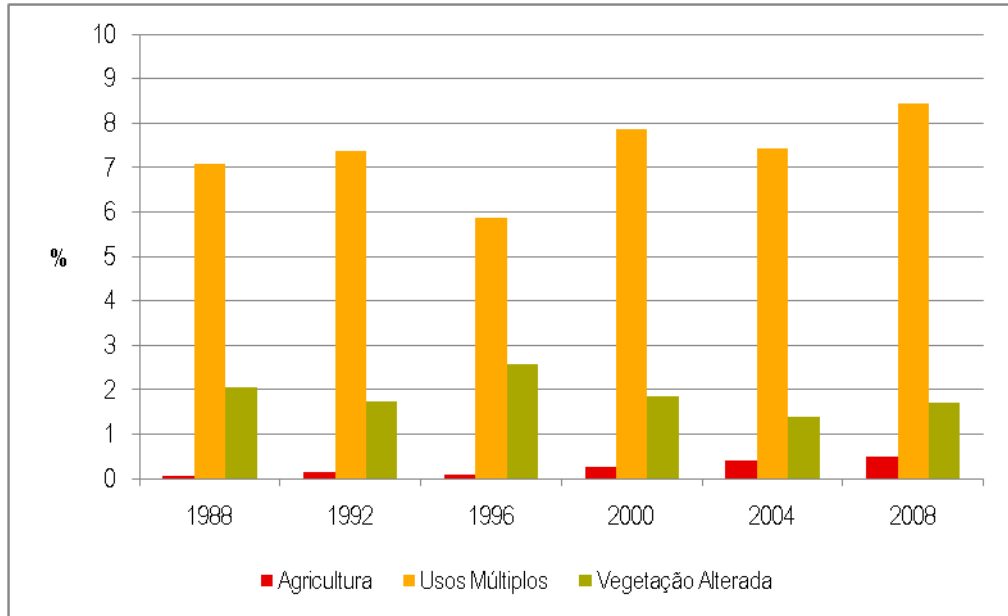


Figura 7: Gráfico da análise multitemporal do uso em APPs no município de Riachão das Neves-BA.

A tabela 3 apresenta o uso indevido das APPs em cada unidade geomorfológica. Na área de Chapada observa-se a predominância de infração da agricultura, enquanto na Depressão Cárstica e nos Vales, houve um predomínio dos usos múltiplos, com pequenas oscilações ao longo dos 20 anos. Na primeira coluna, os valores em hectares, correspondem ao total de área de APPs nas feições geomorfológicas.

Tabela 3: Dimensão das APPs e de uso indevido por unidade geomorfológica.

	Ano	Uso Indevido em APP							
		Agricultura		Usos Múltiplos		Vegetação Alterada		Soma	
		(área)	(%)	(área)	(%)	(área)	(%)	(área)	(%)
Chapada (5.533,19 ha) 2,37% do total de Chapada	1988	35,36	0,64	-----	-----	8,94	0,16	44,30	0,80
	1992	82,30	1,49	-----	-----	30,63	0,55	112,93	2,04
	1996	46,52	0,84	-----	-----	63,42	1,15	109,90	1,99
	2000	163,07	2,95	2,56	0,05	201,44	3,64	367,08	6,63
	2004	246,95	4,46	8,22	0,15	7,41	0,13	262,58	4,75
	2008	269,65	4,87	5,89	0,11	32,26	0,58	307,80	5,56
Vales (39.253,26 ha) 23,76% do total dos Vales	1988	6,36	0,02	725,00	1,85	436,59	1,11	1.167,94	2,98
	1992	1,21	0,003	1.020,63	2,60	210,95	0,54	1.232,79	3,14
	1996	1,20	0,003	993,91	2,53	177,64	0,45	1.171,55	2,98
	2000	1,61	0,004	1.372,46	3,50	215,32	0,55	1.589,38	4,05
	2004	6,72	0,02	1.445,71	3,68	193,56	0,49	1.645,99	4,19
	2008	28,63	0,07	1.524,15	3,88	298,83	0,76	1.851,61	4,72
Depressão (16.300,96 ha) 8,85% do total das Depressões	1988	-----	-----	3.593,39	22,04	795,34	4,98	4.388,73	26,92
	1992	-----	-----	3.480,30	21,35	806,79	4,95	4.287,09	26,30
	1996	-----	-----	2.590,69	15,89	1.313,67	8,06	3.904,36	23,95
	2000	-----	-----	3.415,14	20,95	706,74	4,34	4.121,88	25,29
	2004	-----	-----	3.092,85	18,97	642,18	3,94	3.735,03	22,91
	2008	4,22	0,03	3.611,61	22,16	717,93	4,40	4.333,75	26,59

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo avalia a dinâmica dos padrões espaciais de produção no município de Riachão das Neves, conforme os seus principais condicionantes geomorfológicos. A análise multitemporal a partir da classificação visual e de informações de campo se mostrou eficiente para o mapeamento de uso e cobertura do solo.

A análise dos dados demonstra que os fatores ambientais, representados por formas distintas de relevo, propiciaram uma evolução e apropriação diferenciada pelo homem. As áreas planas das Chapadas tornaram-se atrativos a agricultura mecanizada que durante o período estudado apresentam um acréscimo significativo de área, sendo, portanto uma área de ocupação recente.

Em contraposição as áreas de Depressão e de Vale apresentam como principal atividade os usos múltiplos que se mantém com baixo crescimento ao longo dos anos. No entanto, vale ressaltar o processo de ocupação histórica do município pelo uso múltiplo, desde a primeira metade do século XIX, entre 1801 a 1850, antes mesmo da criação de qualquer lei ambiental. A primeira lei ambiental foi criada somente em 1965.

A ocupação se dá próximo aos rios, que resulta da retirada das matas ciliares, pois as terras férteis no semi-árido estão localizadas próximas aos corpos d'água. O fator climático também contribui para a ocupação em APPs, pois a região está localizada numa faixa de transição do Cerrado para a Caatinga, que conseqüentemente chove menos do que nas chapadas, tendo um período de estiagem mais longo.

Portanto, a questão não é considerar esse pequeno agricultor como o vilão do meio ambiente, mas sim criar programas de incentivo no qual ele seja o principal parceiro na proteção ao meio ambiente.

A detecção exata das áreas de uso inadequado a partir de técnicas de geoprocessamento abrevia o tempo, economiza recursos e aumenta a eficiência da fiscalização ambiental. Observa-se no município que apesar da grande expansão agrícola os principais problemas de uso indevido em APPs estão nas regiões com atividade pecuarista. Estas áreas de incongruência de uso mostram-se presentes antes mesmo de 1988. Os resultados indicam que deve ser feito um programa de educação ambiental e de conscientização enfocando as características próprias dos ambientes e da produção agropecuária.

CAPÍTULO IV

ANÁLISE MULTITEMPORAL DA FRAGMENTAÇÃO DA VEGETAÇÃO NATURAL

4.1 INTRODUÇÃO

A fragmentação é um processo nas quais áreas naturalmente vegetadas, anteriormente contínuas, vão sendo progressivamente subdivididas em fragmentos florestais menores, é o processo no qual um habitat contínuo é dividido em manchas, ou fragmentos mais ou menos isolados (Gamarra, 2008). mais complexos geometricamente e mais isolados, em decorrência tanto de processos naturais quanto de processos antrópicos. Essa nova configuração da paisagem fragmentada passa a ter condições ambientais diferentes em seu entorno

O mosaico de paisagens resultante é uma mistura de elementos naturais e antrópicos, que variam em tamanho, forma e arranjo, fato que possibilita a aplicação dos índices descritores da paisagem ou métricas da paisagem na análise da estrutura da paisagem (Turner, 1990; Felizola, 2005).

Segundo Harrison (1988), existem três principais categorias de mudança que têm se tornado freqüentes nas florestas: a redução na área total da floresta; a conversão de florestas em plantações e monoculturas e a fragmentação progressiva de remanescentes de florestas naturais em pequenas manchas, isoladas por plantações ou pelo desenvolvimento agrícola, industrial ou urbano. Tal processo deflagra mudanças na composição, estrutura e função da paisagem, criando um mosaico de fragmentos (Harris, 1994), além da redução da biodiversidade, a extinção e alteração no ciclo reprodutivo de várias espécies, altera significativamente a água e os nutrientes dos solos (Saunders et al., 1991), reduzindo e isolando as áreas propícias à sobrevivência das populações e provocando mudanças na paisagem como um todo (Valério Filho, 1995; Metzger, 1999).

A fragmentação é um fenômeno associado com a expansão da fronteira agrícola e tem recebido maior atenção, ultimamente, devido às elevadas taxas de desmatamento e seus conseqüentes efeitos em regiões tropicais (Viana & Pinheiro, 1998).

O processo de fragmentação envolve tanto a perda de habitat quanto às mudanças no padrão do habitat (McGarigal & Marks, 1995). No caso de paisagens fragmentadas, os

principais fatores estão associados às características sociais, culturais e econômicas de uma determinada sociedade. Assim, as paisagens fragmentadas, em geral, sofreram intervenção antrópica, ligada à dinâmica do uso do solo, que consiste em um importante componente de formação do mosaico de fragmentos (Dale & Pearson, 1997 apud Viana et al., 1997; Turner, 1989).

O rápido e veemente curso do desenvolvimento econômico, a expansão da agricultura e pecuária e o crescimento das cidades exercem grande pressão sobre as florestas e seus respectivos ecossistemas, resultando na diminuição da biodiversidade, decorrente da redução da cobertura vegetal (Pereira, 2007). Essa redução altera a paisagem, provocando um intenso processo de fragmentação – padrões de formações florestais contíguas foram perturbados, fragmentados, transformados em manchas isoladas com tamanhos e formas variados (Viana, 1990).

A análise de fragmentação está basicamente relacionada com a “estrutura da paisagem” definida em função da: composição e configuração (McGarigal & Marks, 1995). A composição da paisagem se refere à presença e à quantidade de fragmentos existentes em uma paisagem – sem maiores referências espaciais (como localização e forma) desses fragmentos. Essa descreve grande parte da diversidade e abundância de espécies pela área dos fragmentos florestais restantes (Kareiva, 1990). Por sua vez, a configuração da paisagem se refere à distribuição física (que expressam a relação entre os fragmentos como as métricas “do vizinho mais próximo”) e às características espaciais dos fragmentos (métricas de “forma” e “área central”).

Esses parâmetros são relevantes para a análise de paisagens que apresentam fragmentação florestal, como no caso da área de estudo. Os índices ou métricas da paisagem estão fundamentados nesses conceitos, a partir dos quais se pode inferir o comportamento dos processos ecológicos por meio da conformação espacial dos mosaicos ambientais.

Os indicadores de fragmentação permitem compreender qual a viabilidade dos fragmentos permanecerem na paisagem por meio de características como tamanho, número, forma, borda, e vizinhança.

Esse método de estudo exige a utilização de técnicas de geoprocessamento, ou seja, o uso de imagens de satélites, ou fotos aéreas, de onde são extraídos dados que possibilitam a obtenção de resultados na forma de mapas (raster ou vetoriais), diagramas e dados estatísticos que permitam a comparação dos diferentes arranjos, a diferenciação entre paisagens ou a descrição de suas características.

As métricas de paisagem podem servir a diversos fins: estudos sobre o comportamento de uma determinada espécie, por exemplo, análise da fragmentação florestal (por meio da descrição da estrutura da paisagem), monitoramento de mudanças na estrutura da paisagem ao longo do tempo etc. (Metzger, 2001; McGarigal & Marks, 1995).

O mapeamento das áreas de ocorrência de vegetação, com a utilização de sensoriamento remoto vem sendo uma das formas dos órgãos governamentais avaliarem e acompanharem a situação dos remanescentes de vegetação natural. Em nível nacional não existem iniciativas sistemáticas de monitoramento dos remanescentes de vegetação do Cerrado e Caatinga com utilização de sensores remotos de resolução média.

A crescente fragmentação de ecossistemas tem tornado a proteção da diversidade biológica cada vez mais dependente da adoção de estratégias capazes de lidar com a complexidade sócio-ambiental da região alvo (Acaccio, 2005).

A utilização de programas como o FRAGSTAT (Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps) (McGarigal & Marks, 1995) proporciona a quantificação de fragmentação da paisagem, revela, por exemplo, a extensão das áreas dos fragmentos e como esses se apresentam distribuídos espacialmente. A conservação das espécies dentro dos mosaicos depende da qualidade intrínseca do habitat e da sua configuração espacial, de forma a permitir estabelecer corredores ecológicos (Forman & Gordorn, 1986; Pope et al., 2000; Söderström & Pärt, 2000).

Portanto, o objetivo deste capítulo é verificar e analisar a fragmentação da vegetação natural das duas últimas décadas utilizando as métricas de ecologia da paisagem, calculadas no FRAGSTAT. Estes dados possibilitaram um planejamento ambiental do município, através da implantação de corredores ecológicos e a recuperação de áreas degradadas pelo desmatamento.

4.2. MATERIAIS E MÉTODOS

4.2.1. Aquisição dos dados de uso e cobertura da terra

A aquisição dos dados de uso e cobertura da terra está descrito nos itens 3.2.1 e 3.2.2. Sendo que as classes de uso identificadas no item 3.2.2 (usos múltiplos e agricultura) foram reclassificadas como uso antrópico e mantiveram-se as classes de vegetação natural e vegetação alterada.

Após a etapa da pós-classificação do uso, os polígonos foram utilizados no FRAGSTAT (McGarigal & Marks, 1995), gerando assim as métricas da fragmentação da paisagem, descritas nos itens seguintes.

4.2.2. As métricas de fragmentos

Embora na literatura se possam encontrar inúmeros tipos de métricas, existem, no entanto apenas duas componentes – composição e configuração. As métricas medem diversos aspectos dessas componentes. As métricas podem ser redundantes, não porque medem o mesmo aspecto do padrão da paisagem, e sim por estarem correlacionados em investigações de diferentes aspectos do padrão da paisagem (Couto, 2004).

Métricas da paisagem são algoritmos que quantificam características espaciais específicas de fragmentos, classes de fragmentos, ou o mosaico inteiro da paisagem (Couto, 2004). Estas métricas estão definidas em duas categorias: (a) as que quantificam a composição do mapa sem referência aos atributos espaciais; (b) as que quantificam a configuração do mapa, necessitando de informação espacial para o seu cálculo (McGarigal & Marks 1994; Gustafon, 1998).

A componente composição refere-se a características associadas com a variedade e abundância de tipos de fragmentos no interior da paisagem. As métricas de composição são definidas ao nível da paisagem (Couto, 2004).

A componente configuração espacial tem como objetivo a descrição das características espaciais de cada fragmento ou as relações espaciais entre múltiplos fragmentos (Couto, 2004). No entanto algumas características de fragmentos de uma paisagem muitas vezes são consideradas um sumário estatístico (por exemplo, média, mediana, variância e distribuição da frequência) para todas as classes de fragmento (Baskent & Jordan, 1995).

Em muitas aplicações, as métricas servem primeiramente como base computacional para outras métricas da paisagem. Já as métricas de forma são integradas em relação aos dados gerados dos fragmentos, tais como a média simples e a média ponderada que leva em conta o tamanho da área do fragmento, sendo que o objetivo principal é a quantificação e distribuição de um determinado tipo de fragmento (Couto, 2004).

Os fragmentos são afetados por problemas direta e indiretamente relacionados à fragmentação (Bierregaard-Jr et al.,1992), tal como efeito da distância entre os fragmentos ou o grau de isolamento, o tamanho e a forma do fragmento e o efeito de borda (Gamarra, 2008).

As métricas utilizadas neste trabalho fazem referência ao conjunto dos fragmentos da vegetação do município de Riachão das Neves. Os dados estão agrupados em métricas de área, métricas de densidade, tamanho e variabilidade, métricas de borda e métricas de forma.

4.2.3.1 Métricas de forma

O tamanho e forma dos fragmentos de paisagem podem influenciar inúmeros processos ecológicos importantes, dentre eles a migração de pequenos mamíferos e a colonização de plantas de médio e grande porte e nas estratégias de fuga de certos animais (McGarigal & Marks, 1995).

As métricas de forma são determinadas a partir da relação perímetro e área. A complexidade da forma é comparada a um círculo na versão vetor e quadrado na versão raster (Andrade, 2005).

O FRAGSTAT calcula dois índices baseados nessa relação para vetor (McGarigal and Marks, 1995). Essas métricas baseiam-se na métrica calculada no nível do fragmento, o “índice de forma” (ou SHAPE). Este índice possui valor igual a 1 para forma geométrica mais simples (círculo, para vetor e quadrado, para raster). Números maiores que 1 indicam maior complexidade na forma do fragmento.

O índice de forma média (MSI), é o valor médio da área dos SHAPes encontrados para cada fragmento. O problema do MSI é que fragmentos de tamanhos diferentes têm o mesmo peso no cálculo da métrica. Portanto, para corrigir este problema o FRAGSTAT possui o índice de forma média ponderada pela área (AWMSI) que fornece um peso proporcional ao fragmento de acordo com o seu tamanho, ou seja, quanto maior o fragmento, maior o seu peso (Andrade, 2005). Este índice pode ser mais apropriado do que o índice de forma média (MSI) nos casos em que fragmentos maiores desempenham um papel dominante na função de paisagem em relação ao estudo de um fenômeno. A diferença entre os índices não ponderados e ponderados da forma média pode ser particularmente perceptível quando as amostras são pequenas (McGarigal and Marks, 1995).

Média de proporção perímetro-área (MPAR), se há um aumento da área há a redução do perímetro, portanto, o aumento do número de fragmentos, reduz o valor da razão perímetro-área, o que implica também fragmentos menores.

O outro tipo de base do índice calculado pelo FRAGSTATS é a dimensão fractal. Propõe um método de área de perímetro para calcular a dimensão fractal das formas planas naturais. O método da área-perímetro quantifica o grau de complexidade das formas planas. A dimensão fractal de fragmento médio (MPFD), igual à soma de duas vezes o Log de perímetro dos fragmentos, dividido pelo Log da área do fragmento, para cada fragmento da classe, dividido pelo número de fragmentos da mesma classe. Varia entre 1 e 2, quanto mais próximo de 2 mais complexo é a forma do fragmento (Volotão, 1998).

Dimensão fractal de fragmento médio ponderado pela área (AWMPFD) é a média da MPFD, ponderada pela área. Também varia entre 1 e 2 (McGarigal and Marks, 1994).

4.2.3.2. Métricas de borda

O processo de fragmentação impõe a criação de uma borda de floresta onde esta não existia anteriormente. A borda de um fragmento é a área limite entre o interior da mata e outra unidade de paisagem – área urbanizada, pastagem, agricultura, entre outros. A área de borda é assim denominada por ficar exposta aos fatores externos, como incidência de energia solar, energia eólica, fogo e erosão, pois são fatores que alteram o microclima do fragmento florestal (Gratkowski 1956, Ranney et al. 1981, Chen e Franklin 1990). Sendo que nem todas as espécies se adaptam nessa área.

Portanto, os fragmentos apresentam uma alta relação borda/área (Gamarra, 2008), e o centro de cada fragmento é próximo a uma borda (Cerqueira et al., 2005). Todos os efeitos relacionados às bordas são particularmente mais intensos nos fragmentos menores, no entanto as formas dos fragmentos, especificamente aqueles muito pequenos e alongados ou com formas muito irregulares, com muitas entrâncias, podem sofrer alterações em grande parte da área ou mesmo em toda área do fragmento, colocando em risco espécies que não resistem às novas condições do seu habitat (Gamarra, 2008).

Borda total (TE) é uma medida absoluta de comprimento total de borda de um tipo específico de fragmento em metro (nível de classe) ou de todos os tipos de fragmentos (ao nível da paisagem). A densidade de borda (ED) padroniza borda de uma base por unidade de área que facilita as comparações entre paisagens de tamanhos variados, sua medida é em m/ha (MacGarigal & Marks, 1994).

4.2.3.3. Métricas de tamanho e variabilidade

Estas métricas permitem que se ordene por grau de fragmentação, heterogeneidade de fragmentos, ou outros aspectos relacionados aos fragmentos na paisagem (Volotão, 1998).

Número de fragmentos (NumP) de um tipo de habitat, em particular, pode afetar uma variedade de processos ecológicos, dependendo do contexto da paisagem. Por exemplo, o número de fragmentos poderá determinar o número de subpopulações ou de metapopulações de uma determinada espécie espacialmente disperso associada exclusivamente com esse tipo de habitat. O número de fragmentos também pode alterar o equilíbrio das interações das espécies. Além disso, a subdivisão do habitat pelo número de fragmentos pode afetar a propagação de perturbações através de uma paisagem (Franklin e Forman, 1987).

Outro índice de classe e da paisagem com base no número de fragmentos é o tamanho médio dos fragmentos (MPS). Uma paisagem com um menor tamanho médio de fragmento pode ser considerado mais fragmentado. Portanto, a média do tamanho do fragmento pode servir como um índice de fragmentação do habitat (McGarigal & Marks, 1994).

Medidas de variabilidade - desvio padrão e coeficiente de variação. Desvio padrão do tamanho dos fragmentos (PSSD) é uma medida da variação absoluta, é uma função do tamanho médio e a diferença de tamanho entre os fragmentos. Coeficiente de variação do tamanho dos fragmentos (PSCoV) é uma variável relativa em torno da média e não uma variabilidade absoluta. No entanto, o coeficiente de variação também pode ser enganosa no que diz respeito à estrutura da paisagem na ausência de informações sobre o número de fragmentos ou densidade de fragmentos e outras características estruturais. É importante ter em mente que tanto o desvio padrão e coeficiente de variação assumem uma distribuição normal em torno da média. Em uma paisagem real, a distribuição dos tamanhos dos fragmentos pode ser altamente irregular (McGarigal & Marks, 1994).

4.2.3.4. Métricas de área

As métricas de áreas em geral são as mais básicas na análise da paisagem e são utilizadas para o cálculo de outras métricas com relevância para estudos ecológicos, sendo que, a riqueza e abundância de certas espécies dependem das dimensões dos fragmentos da paisagem para existir (Volotão, 1998).

Área da classe (CA- em hectares) é uma medida do quanto da paisagem é composta por um tipo de fragmento específico. Por exemplo, um importante subproduto da fragmentação de habitat é a sua perda quantitativa. No estudo da fragmentação da floresta, é importante saber quantos tipos de fragmentos existem dentro do contexto de uma determinada paisagem (McGarigal & Marks, 1994).

Área total da paisagem (TLA- em hectares) muitas vezes não têm um grande valor interpretativo no que diz respeito para avaliar a estrutura da paisagem, mas é importante porque define a extensão da paisagem (McGarigal & Marks, 1994).

A tabela 4 apresenta um resumo das métricas de vetor utilizadas pelo FRAGSTAT.

Tabela 4: Resumo das métricas vetoriais utilizadas pelo FRAGSTAT.

Métricas de Forma	
Índice de Forma Média Ponderada pela Área (AWMSI)	Valor da área de cada fragmento ponderado pela área
Índice de Forma Média (MSI)	Valor médio da área de cada fragmento
Média de Proporção Perímetro-Área (MPAR)	Razão perímetro/área que são inversamente proporcionais
Dimensão Fractal de Fragmento Médio (MPFD)	Quantifica o grau de complexidade das formas planas. Varia entre 1 a 2, quanto mais próximo de 2, mais complexo é o fragmento.
Dimensão Fractal de Fragmento Médio Ponderado pela Área (AWMPFD)	Também quantifica o grau de complexidade do fragmento ponderado pela área, variando de 1 a 2.
Métricas de Borda	
Borda Total (m) (TE)	Medida absoluta do comprimento total da borda de um fragmento
Densidade de Borda (m/ha) (ED)	Sua média é a base por unidade (m/ha)
Métricas de Densidade, Tamanho e Variabilidade	
Tamanho Médio dos Fragmentos (MPS)-	Tamanho médio dos fragmentos
Número de Fragmentos (NumP)- valor absoluto	Número de fragmentos existentes na classe
Tamanho Mediano do Fragmento (MedPS)	Mediana do tamanho da classe
Coefficiente de Variação do Tamanho dos Fragmentos (PSCoV)	Variável relativa em torno da média
Desvio Padrão do Tamanho dos Fragmentos (PSSD)	Desvio padrão do tamanho dos fragmentos
Métricas de Área	
CA/TLA	Área total da classe

4.3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.3.1. Métricas de forma

Os valores encontrados estão descritos na tabela 5. Os dados do índice de forma média ponderada pela área - (AWMSI), demonstram que no decorrer dos anos houve um aumento da complexidade da forma dos fragmentos. Portanto, ocorreu maior intensidade no recorte da paisagem. Enquanto que no índice de forma média (MSI), houve pequenas oscilações, sendo que este não leva em consideração o tamanho do fragmento, ao contrário do (AWMSI).

Para a média de proporção perímetro-área, houve a redução, também, no tamanho dos fragmentos. Sendo que para o ano de 1996 há fragmentos maiores e sua redução nos anos seguintes. Para a dimensão fractal de fragmento médio e o ponderado pela área (MPFD) e o (AWMPFD), indicam formas de fragmentos levemente complexas, mas é possível observar que há certa conectividade desses fragmentos, o que permite a criação ou elaboração de corredores ecológicos.

4.3.2 Análise das métricas de borda

Os dados da borda total e da densidade de bordas respectivamente (TE) e (ED), indicam que entre 1988 e 2008 houve um aumento considerado de fragmentos de vegetação. O valor praticamente duplicou no intervalo de 20 anos que foi de 6. 835.648,68 metros em 1988 para 13.635.379,61 metros em 2008. Já a densidade da borda passou de 13,52 m/ha em 1988 para 35,52 m/ha em 2008.

4.3.3 Análise das métricas de tamanho e variabilidade

Comparando o tamanho médio dos fragmentos (MPS) de 929,50 hectares e 544 fragmentos para 1988 e 3.288 fragmentos e com tamanho médio de 116 hectares para 2008, houve, portanto, um aumento significativo dos fragmentos e também uma redução no seu tamanho.

Quanto maior for a quantidade de fragmentos e menor for o seu tamanho, o que evidencia um forte processo de fragmentação da paisagem e a perda de habitat pelo uso

antrópico. É possível verificar a intensificação desse processo entre os anos de 1996 e 2000 (Tabela 5), no qual é bem visível a explosão que se deu da ocupação antrópica.

Analisando os dados da mediana do tamanho de classes (MedPS) no decorrer dos anos, nota-se que o valor é muito menor do que a média do tamanho das classes, indicando uma distribuição assimétrica dos fragmentos no decorrer dos anos.

Tabela 5: Multitemporal do cálculo das métricas geradas a partir do FRAGSTAT para o município de Riachão das Neves.

Métricas de Forma	1988	1992	1996	2000	2004	2008
Índice de Forma Média Ponderada pela Área (AWMSI)	3,82	3,75	4,56	4,61	4,70	4,81
Índice de Forma Média (MSI)	2,10	2,11	1,94	1,96	1,78	1,80
Média de Proporção Perímetro-Área (MPAR)	748,17	703,80	1238,71	920,24	626,79	539,50
Dimensão Fractal de Fragmento Médio (MPFD)	1,35	1,36	1,37	1,34	1,35	1,34
Dimensão Fractal de Fragmento Médio Ponderado pela Área (AWMPFD)	1,26	1,27	1,27	1,28	1,29	1,29
Métricas de Borda						
Borda Total (m) (TE)	6.835.648,68	7.813.834,57	7.846.794,28	12.327.096,36	14.240.284,62	13.635.379,61
Densidade de Borda (m/ha) (ED)	13,52	15,82	16,16	29,47	34,14	35,52
Métricas de Densidade, Tamanho e Variabilidade						
Tamanho Médio dos Fragmentos (MPS)	929,52	766,76	472,92	157,14	118,11	116,75
Número de Fragmentos (NumP)	544,00	644,00	1.027,00	2.662,00	3.532,00	3.288,00
Tamanho Mediano do Fragmento (MedPS)	37,45	24,17	6,62	7,10	7,08	7,37
Coefficiente de Variação do Tamanho dos Fragmentos (PSCoV)	682,62	537,90	884,38	1.245,28	1.431,71	1.393,04
Desvio Padrão do Tamanho dos Fragmentos (PSSD)	6.345,09	4.124,36	4.182,44	1.956,82	1.690,98	1.626,41
Métricas de Área						
CA/TLA	505.657,48	493.791,12	485.692,77	418.304,94	417.161,73	383.882,21

As métricas de fragmentação possibilitaram compreender a situação dos fragmentos de vegetação natural e como se encontram distribuídos na paisagem, além de obter dados estatísticos desses fragmentos. Foi possível constatar a perda de áreas naturais devido ao uso antrópico e conseqüentemente o aumento da fragmentação da vegetação nativa nos últimos anos.

A vegetação predominante na região é o Cerrado e as áreas de transição para a Caatinga, infelizmente esses dois biomas não são considerados patrimônio nacional, pois não constam, atualmente, no texto da Constituição Federal. Tramita no plenário a proposta de emenda constitucional (51/2003) para incluir o Cerrado e a Caatinga como patrimônio nacional. Portanto, sem a proteção da lei, o Cerrado e a Caatinga são vulneráveis aos diversos tipos de atividade antrópica.

No entanto, atualmente, existem diversos instrumentos normativos que de certa forma tentam aliviar a pressão antrópica sobre os recursos naturais, independente do bioma, tais como: as Áreas de Proteção Permanente (APPs) citado no capítulo anterior; a Reserva Legal, que são áreas de vegetação natural localizadas no interior de uma propriedade ou posse rural, excetuadas as APPs, o seu percentual varia de acordo com a região do país, 35% para o Cerrado da Amazônia Legal e 20% para as demais regiões; as diversas categorias de Unidades de Conservação (UCs) que constam na LEI Nº 9.985 que institui o Sistema Nacional das Unidades de Conservação (SNUC); e, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) que é responsável pela deliberação assim como para a consulta de toda política nacional do meio ambiente.

Portanto tendo como base os instrumentos normativos e a partir dos dados obtidos das métricas da paisagem, seria possível implementar projetos que visem à proteção ao meio ambiente do município por meio de corredores ecológicos, que são porções de ecossistemas naturais ou seminaturais, ligando unidades de conservação, que possibilitem entre elas o fluxo de genes e o movimento da biota, facilitando a dispersão de espécies e a recolonização de áreas degradadas, bem como a manutenção de populações que demandam para sua sobrevivência áreas com extensão maior do que aquela das unidades individuais (SNUC, 2000). Assim, essas faixas de vegetação permitem que animais que seriam naturalmente isolados devido ao desmatamento possam passar de um fragmento florestal para outro.

Na Figura 8 é possível constatar quais são as áreas de maior fragmentação da vegetação, elas estão localizadas na porção leste do município e mostram de que forma esses fragmentos estão distribuídos, que é um dado importante para o planejamento de

implementação de corredores ecológicos. Já na porção oeste, que são as áreas de chapada, foi ocupada em quase sua totalidade pela agricultura mecanizada, ocupando também as áreas de APPs.

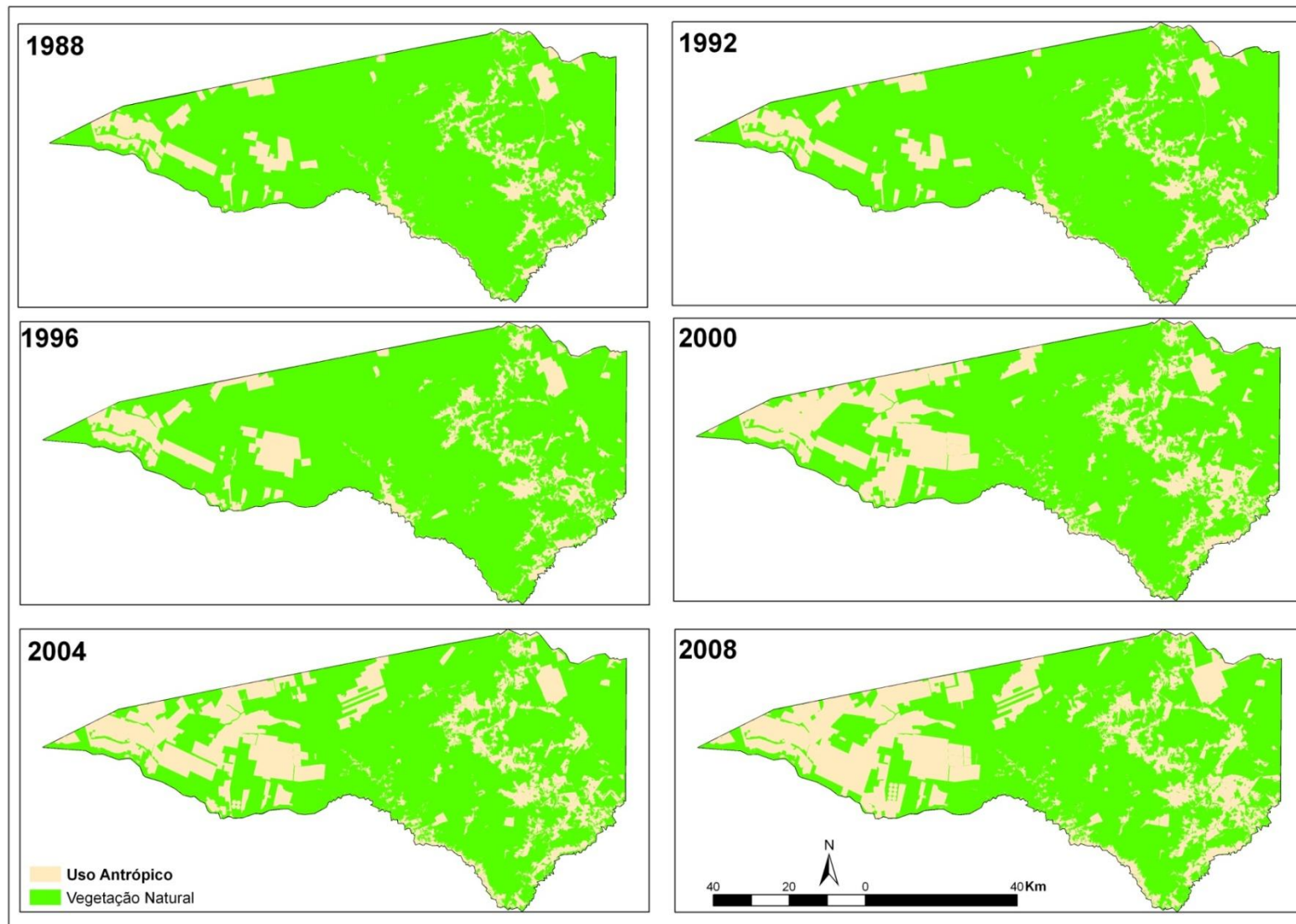


Figura 8: Mapa multitemporal de fragmentação da vegetação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As métricas geradas a partir do FRAGSTAT mostraram resultados satisfatórios, pois foi possível verificar a diferença no tamanho dos fragmentos, a variação de seu tamanho e também a complexidade da forma desses fragmentos assim como a quantidade desses fragmentos em números absolutos.

Apesar do aumento constatado do índice de fragmentação em Riachão das Neves, de acordo com os dados de uso e cobertura da terra obtidos, o município ainda conta com extensa cobertura vegetal, apesar do intenso processo de modificação da paisagem pela ação antrópica que vem sofrendo principalmente nos últimos 10 anos.

Foi possível perceber o aumento no número de fragmentos e a redução do seu tamanho, resultando numa paisagem fragmentada, o que dificulta, por exemplo, a migração de animais que acabam ficando limitado ao ambiente fragmentado.

A articulação entre os dados de uso da terra e de uso em APPs com a fragmentação da vegetação é importante para obter um detalhamento maior do grau de uso e ocupação do município e permite identificar quais são os tipos de uso que causam o processo da fragmentação da vegetação. A identificação dessas áreas são prioritárias para a implementação de projetos que visem a recuperação da vegetação.

A degradação da vegetação natural gera um problema ambiental que deve ser combatido por meio da fiscalização e de projetos de recuperação dessas áreas, conscientizando a população em geral da importância de ações conservacionistas na proteção ao meio ambiente.

Restabelecer a vegetação é uma das medidas mais importante no que diz respeito à manutenção da vida, por meio de corredores ecológicos e do cumprimento à lei ambiental.

Para um melhor detalhamento dos fragmentos da vegetação natural do município fica a proposta de trabalhar nas áreas de proteção permanente (APPs) no intuito de avaliar o quanto da vegetação natural dessas áreas estão fragmentadas.

CAPÍTULO V

IDENTIFICAÇÃO DAS ÁREAS SUSCEPTÍVEIS À EROÇÃO A PARTIR DO EMPREGO DA EUPS – EQUAÇÃO UNIVERSAL DE PERDA DE SOLOS

5.1 INTRODUÇÃO

O solo é um recurso natural de grande importância, que agrega valor tanto econômico quanto ambiental, sendo que o seu manejo inadequado pode contribuir para a sua degradação, causando prejuízos incalculáveis ambientais e econômicos. Sendo assim, é fundamental considerar os atributos do meio físico e social, buscando compreender a complexidade de suas relações.

O solo também é um recurso básico que suporta toda cobertura vegetal e a vida nela existente, além de ser uma das maiores fontes de energia para a vida terrestre (Bertoni & Lombardi Neto, 2008).

A ocupação de forma desordenada da terra tem sido um problema de difícil solução e tem provocado diversos problemas ambientais, tais como a compactação do solo, que diminui a quantidade de água pluvial infiltrada, aumentando assim o escoamento superficial. Esse conjunto de fatores propicia o aumento do processo erosivo laminar, que pode evoluir na forma de sulcos, ravinas e, por fim a voçoroca (Silva, 2001). Isto tudo ocasiona a perda da fertilidade natural do solo, a queda da produtividade agrícola e, diminuição do volume e qualidade das águas, devido, principalmente, ao assoreamento (Guerra et al., 2005; Camapum de Carvalho et al., 2006). Muitas das enchentes observadas em rios brasileiros estão associadas ao assoreamento gradativo de suas calhas, provocando grandes prejuízos ao meio ambiente.

Citando como exemplo da extensão do problema gerado pela erosão, o Brasil perde por ano em torno de 500.000.000 de toneladas de terra, esse valor equivale ao desgaste de uma camada de 15 cm de espessura, numa área de 280.000 hectares. O efeito dessa perda de solo na agricultura depende do tipo de solo e da profundidade. São terras que além de se tornarem improdutivas para o cultivo perdem também o seu valor econômico (Bertoni & Lombardi Neto, 2008).

Segundo Bertoni & Neto (2008) os diferentes tipos de cobertura vegetal e suas respectivas densidades, sejam elas naturais ou introduzidas pelo homem, exercem diferentes resistências aos processos erosivos.

A erosão é um fenômeno do desgaste das rochas e solos, com desagregação, deslocamento ou arrastamento das partículas por ação da água ou outros agentes como o vento (Carvalho, 1994).

Como parte do planejamento e controle da erosão, identificar as áreas críticas ajudará o município planejar um manejo adequado do uso do solo. Para esta finalidade será utilizado a Equação Universal de Perda de Solos - EUPS (Wischmeier & Smith, 1978). A equação permite avaliar qualitativamente as áreas de diferentes graus de susceptibilidade à erosão, servindo para categorizar qualitativamente as áreas susceptíveis à erosão (Farinasso et al., 2006).

Devido à crescente preocupação com o processo de degradação do solo e do assoreamento de cursos d'água, a EUPS é amplamente utilizada na predição da erosão e na definição das melhores práticas de manejo.

Mas a aplicação da EUPS depende de um banco de dados que contenham informações necessárias para a obtenção dos resultados finais. Isso é um complicador limitante em países em desenvolvimento, como o Brasil (Silva, 2001), no qual a coleta de dados é recente no país. Outro fator complicador é a falta de articulação dos dados entre os órgãos governamentais, sendo o seu acesso restrito e confuso.

A adequação do modelo da EUPS em ambiente computacional de um SIG, através de modelos matemáticos, permite a otimização de resultados mais precisos na predição de erosão, para a quantificação das perdas de solo na região.

Apesar da EUPS apresentar algumas limitações, tais como: (a) não prevê o local da deposição dos sedimentos; (b) não é capaz de modelar a perda de solo causada por processos mais avançados de erosão (sulcos e voçorocas) (Alcântara & Souza, 2010), a EUPS, atualmente, é o modelo mais conhecido e confiável, em termos mundiais, pois parte de sua robustez deriva de sua estrutura fatorial, onde a eventual superestima em um dos fatores é compensada pela subestima em outro (Chaves, 1995). Fato que contribui para o desenvolvimento de modelos matemáticos que possibilite uma melhor predição dos processos erosivos de acordo com as características de determinada paisagem (Silva, 2001).

A EUPS é determinada a partir da integração de fatores naturais e antrópicos que atuam na perda de solos por erosão laminar. Esses fatores, por sua vez, podem ser estimados e espacializados a partir de técnicas de geoprocessamento (Borges, 2009).

Portanto o objetivo deste trabalho é mapear e identificar as áreas susceptíveis à erosão a partir do emprego da EUPS – Equação Universal de Perda de Solos do município de Riachão das Neves, com a finalidade de subsidiar o planejamento territorial e ambiental da região.

5.2 MATERIAIS E MÉTODOS

Os primeiros trabalhos para desenvolver equações que avaliassem as perdas de solo datam de 1940, em Corn Belt do Estados Unidos. Em 1946, em Ohio, uma comissão reuniu-se com a finalidade de adaptar a equação de Corn Belt a outras áreas cultivadas. O trabalho desse grupo culminou em uma nova equação a Musgrave, no qual foi largamente empregada para estimativas globais em bacias hidrográficas.

Devido à falta de informações básicas e de métodos para adaptar os valores dos fatores determinados pelas diferenças na distribuição das chuvas, tipos de chuvas esperadas, práticas agrícolas locais, duração do período de desenvolvimento da cultura e outras variáveis (Bertoni & Lombardi Neto, 2008), a Musgrave caiu em desuso, sendo substituída pela EUPS.

A 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), incorporando os novos dados tais como: (a) índice de erosão de chuva; (b) um método para avaliar os efeitos do manejo de uma cultura levando em consideração as condições climáticas; (c) um fator quantitativo de erodibilidade do solo; (d) um método que leva em consideração os efeitos a associação de certas variáveis, tais como nível de produtividade, sequência de culturas e manejo dos resíduos (Bertoni & Lombardi Neto, 2008).

Atualmente a formulação da EUPS é uma das mais aceitas e utilizadas para a predição de perdas de solo por erosão laminar, sendo definida pela seguinte equação (Wischmeier & Smith, 1978).

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

Onde “A” é a perda de solo, em ton/ha.ano; “R” é o fator de erosividade das chuvas, em Mj.mm/ha.h.ano; “K” é o fator de erodibilidade do solo, em ton.h/Mj.mm; “L” é o fator comprimento de rampa (m); “S” é a declividade (%); “C” é o fator uso e manejo (adimensional) e “P” é o fator práticas conservacionistas (adimensional).

5.2.1 Erosividade da Chuva – Fator R

O Fator R corresponde ao volume de chuva em uma dada localidade, ou seja, o poder erosivo da precipitação média anual da região, em t.m/ha.mm/ha. Lombardi Neto e Moldenhauer (1992) propuseram uma equação para determinar a erosividade da chuva, considerando os valores de precipitação média mensal (mm) e da precipitação da média anual de um determinado local, o seu somatório é computado como valores dos índices médios mensais de erosividade.

Foram utilizados dados de 16 estações pluviométricas distribuídos por seis municípios: Riachão das Neves, Barreiras, Cotegipe, Formosa do Rio Preto, Santa Rita de Cássia e Angical (Figura 9). Os dados pluviométricos de cada estação foram adquiridos pelo site Hidroweb, da Agência Nacional de Águas (ANA, 2011) e estão apresentados na tabela 5. As séries históricas utilizadas variam de 20 a 30 anos dependendo da disponibilidade de dados. Na literatura vários autores indicam um tempo mínimo de 20 anos de coleta de dados.

A ANA classifica o nível de consistência dos dados pluviométricos como 1 ou 2. O nível 1 é o nível bruto e o 2 é o nível consistido, são dados já analisados. Procurou-se usar o máximo de dados consistidos, mas na sua falta foram utilizados os dados de nível bruto.

Apesar da chuva ser um fenômeno contínuo no espaço, as medições são feitas em locais pontuais por unidades de estações pluviométricas, sendo, então necessário coletar dados extrapolando o limite da área de estudo. Na tabela 6 constam os dados pluviométricos da média anual para cada estação utilizada neste trabalho.

Então, a erosividade da chuva foi estimada a partir dos dados disponíveis com a utilização da seguinte equação:

$$EI = 67,355 \cdot \left(\frac{r^2}{p} \right)^{0,85}$$

Onde “EI” é a média mensal do índice de erosividade (MJ.mm/ha.h.ano); “r” é a média do total mensal (mm) e “P” é a média do total anual de precipitação (mm). O fator “R”

é um valor numérico que representa a capacidade da chuva de causar erosão laminar e é obtido pela seguinte equação:

$$R = \sum EI$$

Onde:

R = erosividade da chuva em MJ.mm/ha.h;

Após o cálculo do Fator R para as 16 estações pluviométricas elas foram interpoladas utilizando a ferramenta TOPOGRID, no ArcInfo.

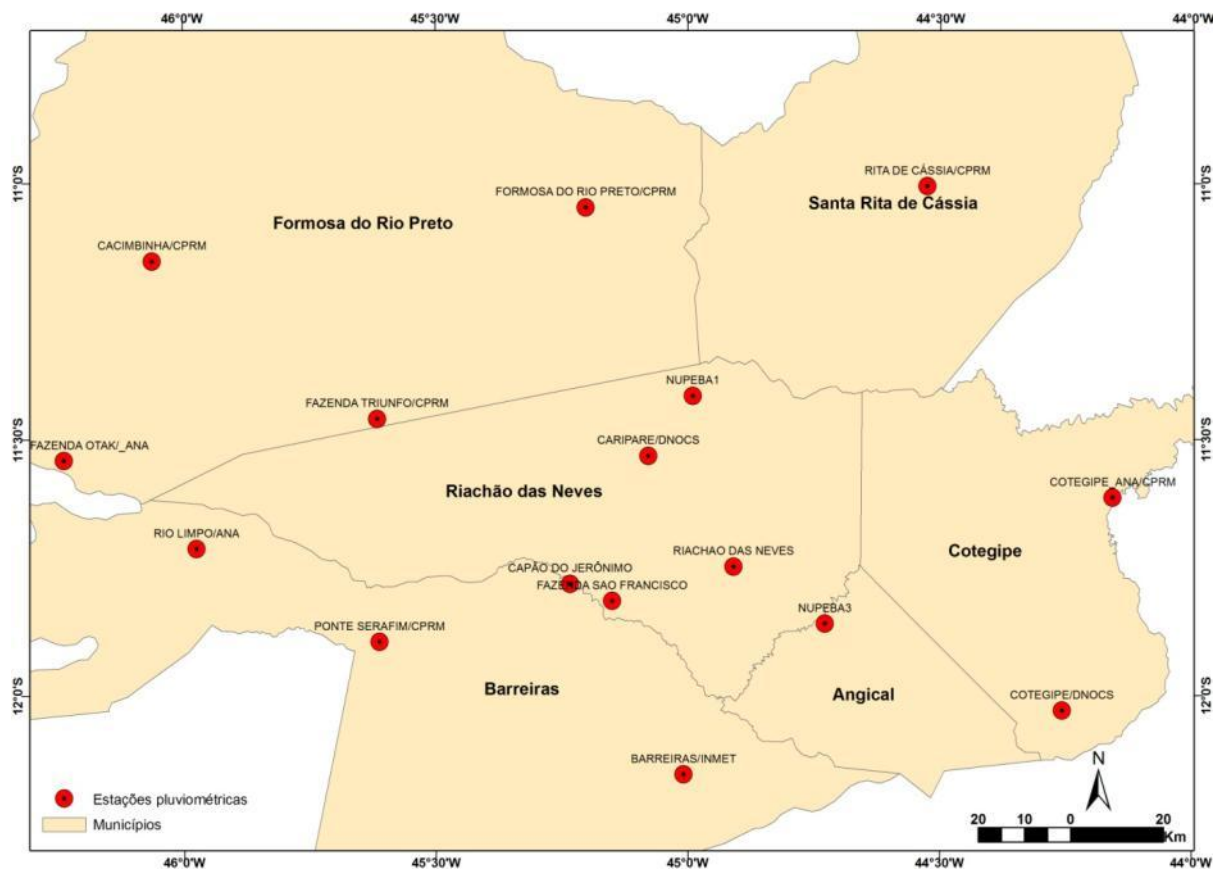


Figura 9: Mapa de localização das estações pluviométricas.

Tabela 6: Dados de pluviosidade.

Médias Anuais da Pluviosidade														
Estação	Código	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Total Anual
NUPEBA	1144003	178,61	164,25	166,19	85,23	10,33	0,80	0,00	0,82	16,83	70,50	167,61	199,89	1.061,04
FAZENDA MACAMBIRA	1144005	151,38	137,38	127,94	61,63	10,93	2,43	1,04	0,38	13,69	62,98	147,76	162,23	879,78
RIACHÃO DAS NEVES	1144012	177,00	154,26	153,28	100,86	15,27	6,31	0,04	1,05	17,47	77,83	194,46	185,56	1.083,41
NUPEBA	1144015	149,58	117,64	90,50	49,94	8,96	0,00	2,36	0,00	11,46	32,78	181,08	241,95	886,23
IBIPEIUBA	1144027	150,99	138,73	144,66	77,63	17,99	1,70	0,47	1,52	14,28	66,04	159,75	178,31	952,09
FORMOSA DO RIO PRETO	1145001	164,95	140,50	124,59	71,49	14,26	1,12	1,20	0,79	16,27	70,34	166,75	197,08	969,36
FAZENDA SÃO FRANCISCO	1145007	154,86	172,25	164,86	87,59	27,10	2,55	0,80	0,75	17,67	103,42	220,49	164,98	1.117,32
CAPÃO DO JERÔNIMO	1145010	183,30	153,20	102,60	29,50	5,80	0,00	0,00	0,00	2,90	69,60	177,55	128,00	852,45
PONTE SERAFIM - MONTANTE	1145013	206,44	155,43	167,12	77,89	25,55	3,04	2,03	2,82	24,09	92,97	193,58	209,38	1.160,34
CARIPARE	1145019	154,88	135,98	143,40	52,00	14,05	3,14	0,57	1,98	13,93	69,93	164,34	205,54	959,73
FAZENDA TRIUNFO	1145020	137,45	156,86	161,19	44,32	36,03	1,00	0,41	18,60	4,72	51,92	164,43	182,04	958,96
RIO LIMPO	1145024	165,50	157,35	114,67	121,50	24,23	0,00	15,68	0,00	10,20	110,37	277,33	184,08	1.180,90
CACIMBINHA	1146005	264,85	221,93	200,23	115,15	49,88	7,85	0,00	1,60	21,20	219,90	218,33	433,48	1.754,38
FAZENDA OTAKE	1146006	148,00	138,05	152,98	113,58	26,37	25,20	0,00	0,00	14,87	8,70	187,30	195,15	1.010,18
COTEGIPE	1244004	168,01	139,14	171,15	87,79	8,95	1,18	2,92	2,14	11,63	78,53	179,03	204,67	1.055,13
BARREIRAS	1244010	195,02	165,03	136,87	88,51	20,00	2,59	1,00	1,15	16,78	69,74	196,30	198,00	1.091,01
Média		171,9267	152,9990	145,1384	79,0374	19,7309	3,6817	1,7828	2,1003	14,2484	78,4726	187,2561	204,3956	1060,7700
Desvio Padrão		30,9490	23,0842	28,1948	26,6518	11,5584	6,1374	3,8117	4,4806	5,3908	44,9189	31,3336	65,9444	209,7651
Mínimo		137,4455	117,6385	90,5000	29,5000	5,8000	0,0000	0,0000	0,0000	2,9000	8,7000	147,7568	128,0000	852,4500
Máximo		264,8500	221,9250	200,2250	121,5000	49,8750	25,2000	15,6750	18,6000	24,0944	219,9000	277,3333	433,4750	1754,3833

5.2.2 Erodibilidade do Solo – Fator K

A erosão é um processo natural, mas que pode ser intensificado pela ação antrópica e pela falta de planejamento do uso da terra. A erosão é causada por forças ativas, tais como: as características da chuva, a declividade do terreno e a capacidade que o solo tem de absorver a água, e também por forças passivas, como a resistência do solo à ação erosiva e a densidade da cobertura vegetal (Bertoni & Lombardi Neto, 2008).

A erodibilidade de um solo é definida como sua capacidade de resistir aos processos erosivos e depende das características intrínsecas do solo (Vilar e Prandi, 1993), somado à susceptibilidade da erosão hídrica por fluxo superficial, é uma das propriedades de comportamento dos solos de maior complexidade pelo grande número de variáveis que intervêm no processo. As propriedades do solo que influenciam a erodibilidade são aquelas que afetam a velocidade de infiltração da água (Bertoni & Lombardi Neto, 2008). Resistem às forças de dispersão, salpico, abrasão e transporte pela chuva (Wischmeier & Smith, 1965).

Alguns solos são mais facilmente erodidos do que outros, mesmo que todos os outros fatores do processo permaneçam constantes (Silva, 2001). O escoamento da água superficial é o maior agente de transporte de partículas de solo, e esse potencial de transporte aumenta com a retirada da cobertura vegetal e pela declividade do terreno, o que aumenta a força da enxurrada e a velocidade com que ele se move morro abaixo (Bertoni & Lombardi Neto, 2008).

A erosão acarreta em prejuízos para a agricultura, pois reduz o seu potencial agrícola, afetando principalmente a fertilidade do solo. E todo material erodido assorea rios causando a sua poluição (Bertoni & Lombardi Neto, 2008).

Portanto o fator K representa a susceptibilidade do solo à erosão, que representa a capacidade do solo de sofrer erosão por uma determinada chuva, em t/ha/ (t.m/ha.mm/hora). Esse fator está relacionado às propriedades físicas e químicas do solo, representando o grau de erosão de diferentes tipos de solo quando submetidos às mesmas condições de chuva, declive, manejo e práticas conservacionistas (Carvalho, 1994). O Fator K é expresso como a perda de solo (A), por unidade de índice de erosão da chuva (EI) (Bertoni e Lombardi Neto, 1990).

$$K = A/EI$$

Onde:

A = perda de solo;

EI = índice de erosão da chuva.

Segundo Silva (2001), medidas experimentais do valor K são de difícil obtenção e requerem muitos anos de estudo para serem realizadas de acordo com a metodologia original da EUPS. Além da dificuldade de isolar os efeitos do solo de outros fatores condicionantes da erosão (Bertoni & Lombardi Neto, 2008).

Um dos procedimentos para obter o fator K é o nomograma de erodibilidade do solo desenvolvido por Wischmeier & Smith (1978) que utiliza os seguintes parâmetros do solo: porcentagem de silte, areia muito fina (0,002 – 0,10 mm), areia, matéria orgânica, estrutura e permeabilidade. Os atributos utilizados referem-se ao horizonte superficial, já que a EUPS trabalha com erosão laminar (Farinasso et al., 2006). Mas a aplicação direta do nomograma de erodibilidade do solo, geralmente não é apropriada para a estimativa de K de solos tropicais, pois há uma tendência de superestimar o valor de K (Silva, 2001).

Então Denardin (1990), desenvolveu uma equação para K no qual compilou os valores de erodibilidade e propriedades físicas e químicas, medidos em mais de trinta localidades brasileiras. Chaves (1994) utilizou os dados compilados de Denardin (1980) e desenvolveu uma equação para determinar indiretamente a erodibilidade dos solos da bacia do São Francisco (Silva, 2001; Borges, 2009).

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

Onde: K= erodibilidade do solo (ton.ha.h/ha.MJ.mm);

SIL= % de silte

OAL = % de óxido de alumínio extraível por ác. sulfúrico;

CO = % de carbono orgânico

OFE = % de óxido de ferro extraível por ác. sulfúrico;

OSI = % de óxido de silício extraível por ác. sulfúrico.

Para obter as classes de solos do município, foi feita uma aproximação a partir das feições geomorfológicas (Figura 10) com maior detalhamento da área de estudo, que está sendo elaborada pela EMBRAPA, (2010, no prelo) incluindo as observações e trabalho de campo (Figura 11).

Na tabela 7 constam as unidades de mapeamento de solos e suas respectivas feições geomorfológicas do município.

A geomorfologia em Riachão das Neves segue uma classificação hierárquica em três níveis de compartimentação do relevo segundo a taxonomia proposta pelo IBGE: (a) o primeiro nível tem como base os Domínios Morfoestruturais compostos pelos grandes compartimentos e agrupados por critérios geotectônicos; (b) o segundo nível corresponde às regiões geomorfológicas, no qual engloba feições semelhantes na gênese dos processos formadores sobre determinados conjuntos litoestruturais, formações superficiais e fitofisionomias, considerando a localização e distribuição espacial; (c) e o terceiro nível, corresponde às unidades geomorfológicas, são definidas com um arranjo de formas altimétrica e fisionomicamente semelhantes, podem ser explicadas por fatores paleoclimáticos e por condicionantes litológica e estrutural.

No trabalho de campo foram coletadas amostras que permitiram a identificação dos tipos de solo em alguns pontos do município, que possibilitou a elaboração de um mapa mais detalhado das classes de solo existentes na área de estudo. Este trabalho foi feito pela EMBRAPA (2010, no prelo).

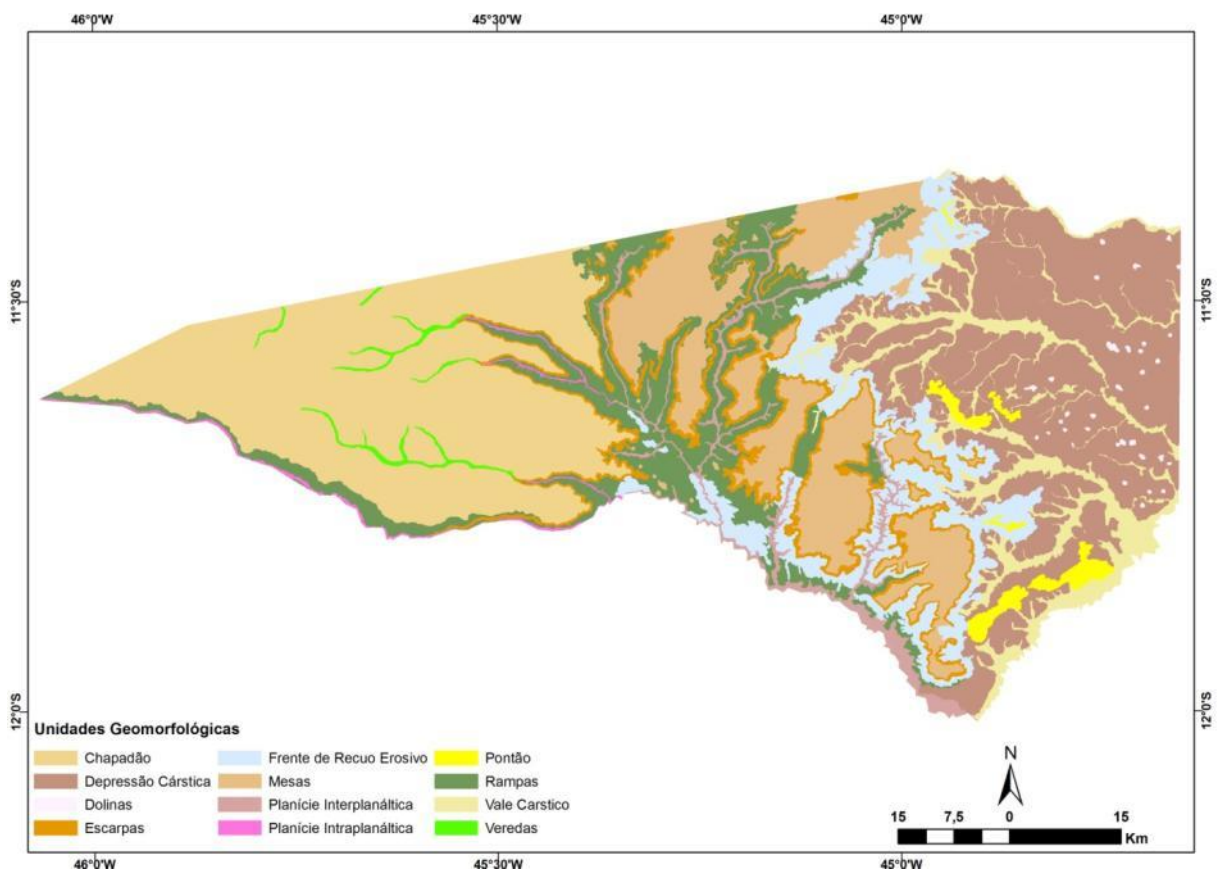


Figura 10: Mapa das unidades geomorfológicas (EMBRAPA, 2010, no prelo).

Devido à dificuldade de individualizar os tipos de solo em todas as feições geomorfológicas do município, em função da baixa disponibilidade de informações e das amostras coletadas para análise, a maior parte das unidades foram mapeadas em associação por tipos de solo. Para este trabalho foi feito uma compilação dos valores para o fator K disponíveis na literatura para unidades pedológicas similares às áreas de estudo.

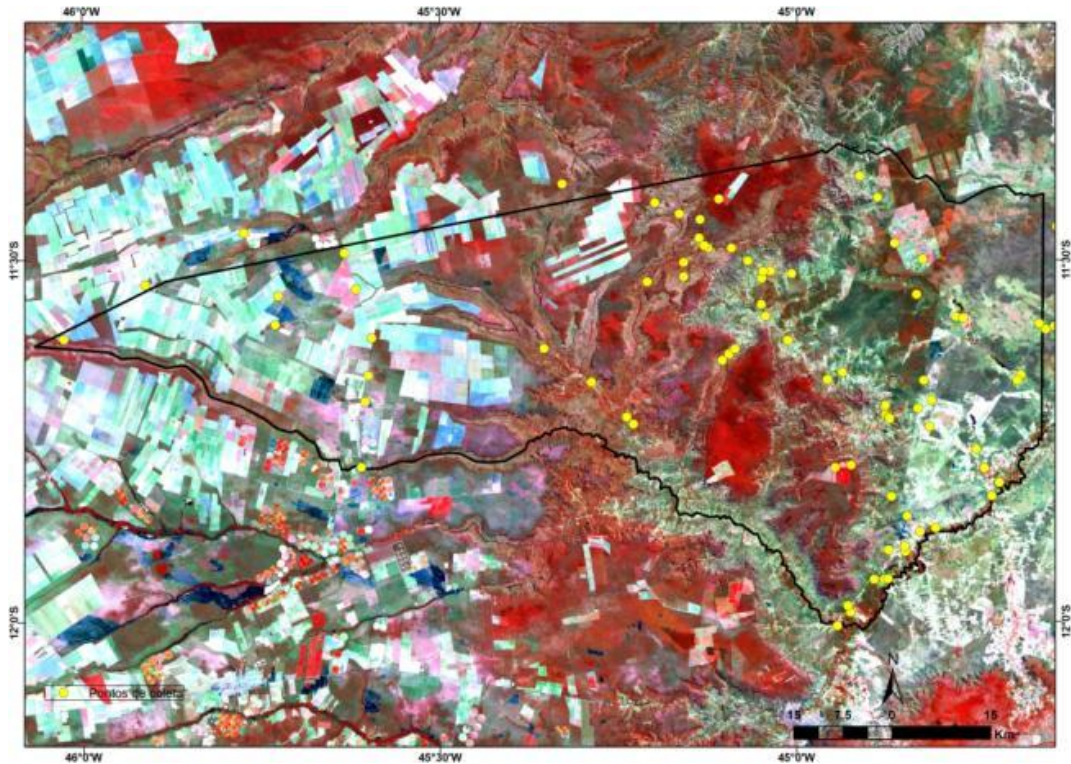


Figura 11: Pontos de coleta de solo.

Tabela 7: Unidades de mapeamento de solos e suas respectivas feições geomorfológicas do município de Riachão das Neves – BA.

Geomorfologia	Solos	Área (ha)	% área
Rampas	Latossolo Vermelho Textura Média + Latossolo Vermelho Amarelo Textura Média + Cambissolo + Argissolo	74.847,64	12,77
Vale Cárstico	Neossolo Flúvico + Chernossolo + Gleissolo + Plintossolo Háptico	45.976,05	7,85
Mesas	Latossolo Vermelho-Amarelo Textura-Média + Neossolo Quatzarênico	81.109,95	13,84
Escarpas	Neossolo Litólico + Afloramento Rochoso	26.702,91	4,56
Depressão Cárstica	Cambissolo + Latossolo + Argissolo	130.982,46	22,36
Pontão	Afloramento Rochoso	7.039,39	1,20
Dolinas	Chernossolo + Argissolo	984,77	0,17
Frente de recuo erosivo	Afloramento Rochoso + Neossolo Litólico	50.059,72	8,54
Chapadão	Latossolo Vermelho – Amarelo Textura Média + Neossolo Quatzarênico	149.955,50	25,59
Veredas	Gleissolo Háptico	3.903,63	0,67
Planície Interplanáltica	Neossolo Flúvico + Gleissolo Háptico	11.734,93	2,00
Planície Intraplanáltica	Gleissolo Háptico	2.613,90	0,45

5.2.3. Fator Topográfico – Fator L e S

O Fator LS constitui da relação esperada de perdas de solo por unidade de área em um declive qualquer (Bertoni & Lombardi Neto, 2008). O comprimento de rampa (L) é caracterizado como sendo a distância do ponto de origem do caimento da água até o ponto em que ela decresce, propiciando a sedimentação em rupturas de uma vertente junto a vales (Wischmeier & Smith, 1978).

O Fator L é adimensional, adotando o comprimento de rampa medido em metros, sem a unidade. O fator declividade (S) é caracterizado com o ângulo ou o índice da inclinação do terreno sendo que o fator LS é considerado um valor sem unidades (Carvalho, 1994).

Tanto o comprimento de rampa quanto a declividade influem sobre a velocidade do deflúvio e sobre as perdas por erosão. Essa equação considera a uniformidade dos declives (Carvalho, 1994)

O cálculo do comprimento de rampa é a que possui maior complexidade. Para otimizar o processo, várias metodologias vêm sendo propostas. Uma delas seria obter o comprimento de rampa a partir do Modelo Digital de Terreno (MDT). Portanto, o seu cálculo pode ser feita a partir da área de contribuição, entendida como a área drenada à montante de cada célula de uma matriz computacional representativa do relevo (Desmet & Govers, 1996) o que permite adquirir de forma rápida as variáveis da EUPS.

Baseando-se na área de contribuição, Desmet e Govers (1996) elaboraram um modelo matemático para o cálculo do fator L da EUPS, utilizando a seguinte equação:

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

Onde:

A_{i-j-in} = área de contribuição da célula com coordenada (i,j) (m²);

D = tamanho da célula (m);

m = coeficiente função da declividade para a grade de célula com coordenada (i,j) onde o coeficiente “m” é obtido a partir das classes de declividade. Sendo m = 0,5, se a declividade for > 5%; m = 0,4 para o intervalo de 3 a 5 %; m = 0,3 para o intervalo de 1 a 3%; e m = 0,2 para declividade inferior a 1%;

x = coeficiente função do aspecto para a grade de célula com coordenada (i,j), obtido pela equação $x = \text{sena}/\text{cosa}$ onde α é a direção do fluxo na vertente.

Com a finalidade de otimizar os procedimentos propostos por Desmet e Govers (1996), Carvalho Júnior e Guimarães (2001) desenvolveram um programa em linguagem IDL. Posteriormente em 2003, desenvolveram o mesmo programa em linguagem AML (ARCINFO Macro Language) utilizando como dados de entrada a área de contribuição obtido a partir do MDT.

As informações de declividade da superfície foram derivadas de um modelo digital de elevação com resolução de 90 metros, obtidos pela missão de levantamento topográfico denominada Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) realizada pela National Aeronautics and Space Administration (NASA).

Em fevereiro de 2000 a bordo da nave espacial Endeavour, 80% da superfície terrestre foi mapeada em um único vôo em apenas 11 dias, entre as latitudes de 60° Norte e 56° Sul. O sobrevôo forneceu modelos tridimensionais de alta qualidade e com duas

resoluções espaciais, de 1 arc sec (30 metros) e 3 arc sec (90 metros). A resolução de grade utilizada neste trabalho foi o de 90 metros (Farr et al., 2007).

O instrumento que gerou os produtos SRTM consiste de uma plataforma espacial de imageamento por radar de abertura sintética – SAR E SIR (Space Imaging Radar) nas bandas X e C respectivamente, formando um sistema único, porém operando independentemente, instalados numa antena de 60 metros de comprimento acoplada ao ônibus espacial (Carvalho & Bayer, 2008). As informações são obtidas a partir de uma tecnologia denominada de interferometria de radar, em que duas imagens são adquiridas a partir de pontos de vistas diferentes, permitindo a determinação da altimetria pixel a pixel, com visada lateral de 30° a 58° off-nadir (Farr et al., 2007).

Para gerar a área de contribuição foi utilizado o programa TauDEM no ArcGis que contém duas metodologias para o cálculo da área de contribuição, são eles o método D8 (O’Callaghan & Mark, 1984) e o D_{∞} (Tarboton, 1997). O método D8 envolve a análise de fluxo para cada pixel de uma imagem *raster* com base nas cotas altimétricas desses *pixels*. Considerando a maior declividade entre a célula central e as oito células circunvizinhas (E, NE, N, NO, O, SO, S e SE) sendo que o escoamento sempre ocorre para uma dessas oito células (O’Callaghan & Mark, 1984).

O método D_{∞} , (Tarboton, 1997) foi desenvolvido na tentativa de solucionar as inconsistências comuns produzidas por métodos tradicionais de cálculo de direção de fluxo, como o D8. Neste trabalho foi utilizado o método D_{∞} que calcula a direção de fluxo d’água de acordo com a declividade do terreno, distribuindo o fluxo proporcionalmente entre as células vizinhas, baseado na inclinação mais íngreme numa faceta triangular. O sentido do fluxo é medido em radianos, no sentido horário a partir do leste. Este método permite ângulos de fluxo e o particionamento da direção entre dois ou mais pixel vizinhos, o que representa o caminho seguido pelo fluxo da água de forma mais real (Tarboton, 1997).

Vários autores como Silva (2001), Roig (2005), Valentin (2008), Farinasso (2005), Mata (2009) no Brasil fizeram trabalhos comparando os dois métodos e concluíram que o método D_{∞} apresenta um melhor resultado.

5.2.4 Uso e manejo da terra e práticas conservacionistas – Fator CP

O uso e manejo do solo (Fator C) é a relação da perda de solo de uma área cultivada ou descoberta (Bertoni & Lombardi Neto, 2008). É um valor que expressa o preparo do solo, cobertura vegetal e a sequência das culturas a serem feitas (Carvalho, 1994). Assim o fator C não pode ser obtido de forma independente, devido a inúmeras interações que ocorrem em uma determinada área de cultivo, podendo apresentar diversos efeitos nas perdas do solo (Borges, 2009).

O Fator C (adimensional) é utilizado separadamente do Fator P quando o objetivo for definir formas mais adequadas de produção agrícola para minimizar os impactos gerados pelo uso agrícola (Stein et al., 1987).

O fator prática conservacionista (Fator P) é a relação entre a intensidade esperada de perdas de solo com determinada prática conservacionista e aquelas quando a cultura está plantada no sentido do declive (Bertoni e Lombardi Neto, 1990). Em terrenos de encostas a proteção oferecida por coberturas de superfície e por manuseio agrícola deverá ser associada por outras práticas que auxiliem a retardar o escoamento da água, reduzindo a erosão do solo (Brady, 1989). As práticas conservacionistas mais comuns para as culturas anuais são: plantio em contorno, terraceamento e alternância de capinas (Bertoni & Lombardi Neto, 2008).

Bertoni e Lombardi Neto (2008) apresentam valores para P para algumas práticas conservacionistas utilizadas no Brasil (Tabela 8).

Tabela 8: Valor de P para algumas práticas conservacionistas (Bertoni e Lombardi Neto, 2008).

Práticas conservacionistas	Valor P
Plantio morro abaixo	1,0
Plantio em contorno	0,5
Alternância de campinas + plantio em contorno	0,4
Cordões de vegetação permanente	0,2

Quando o enfoque do trabalho é a perda de solo por erosão, os Fatores C e P estão correlacionados de tal forma que devem ser analisados conjuntamente, desta forma os fatores C e P são analisados em função do desenvolvimento de uso e ocupação da terra e não somente pelo desenvolvimento da cultura. Para tanto Stein et al (1987), propuseram índices para os fatores CP, em função dos distintos tipos de vegetação (Tabela 9).

Tabela 9: Categorias de ocupação e os valores para os fatores CP (Stein et al., 1987).

GRUPO	CATEGORIA	CP
1. Vegetação de porte alto a médio, cobertura total do terreno		0,0004
	1a. Floresta	0,0004
	1b. Vegetação Secundária	0,0004
	1c. Cerradão	0,0004
	1d. Reflorestamento	0,0004
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. Campo cerrado	0,01
	4d. 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 diversas		0,00
	7a. Área urbana	0,00
	7b. Estrada	0,00

5.2.5 Mapeamento do uso e cobertura da terra

Para obter o uso do solo no presente estudo, foram utilizadas imagens pancromáticas de 8 bits do sensor PRISM (Panchromatic Remote Sensing Instruments for Stereo Mapping) presente no satélite ALOS (Advanced Land Observing Satellite) da Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA), para o ano de 2008. As imagens adquiridas estão com os pixels alinhados com a grade da projeção UTM e com resolução espacial de 2,5 m.

A classificação do uso do solo foi feito manualmente por interpretação visual da imagem em tela, considerando as propriedades básicas da imagem de satélite, tais como: cor, textura, forma, estrutura e relação de contexto (Figura 12).

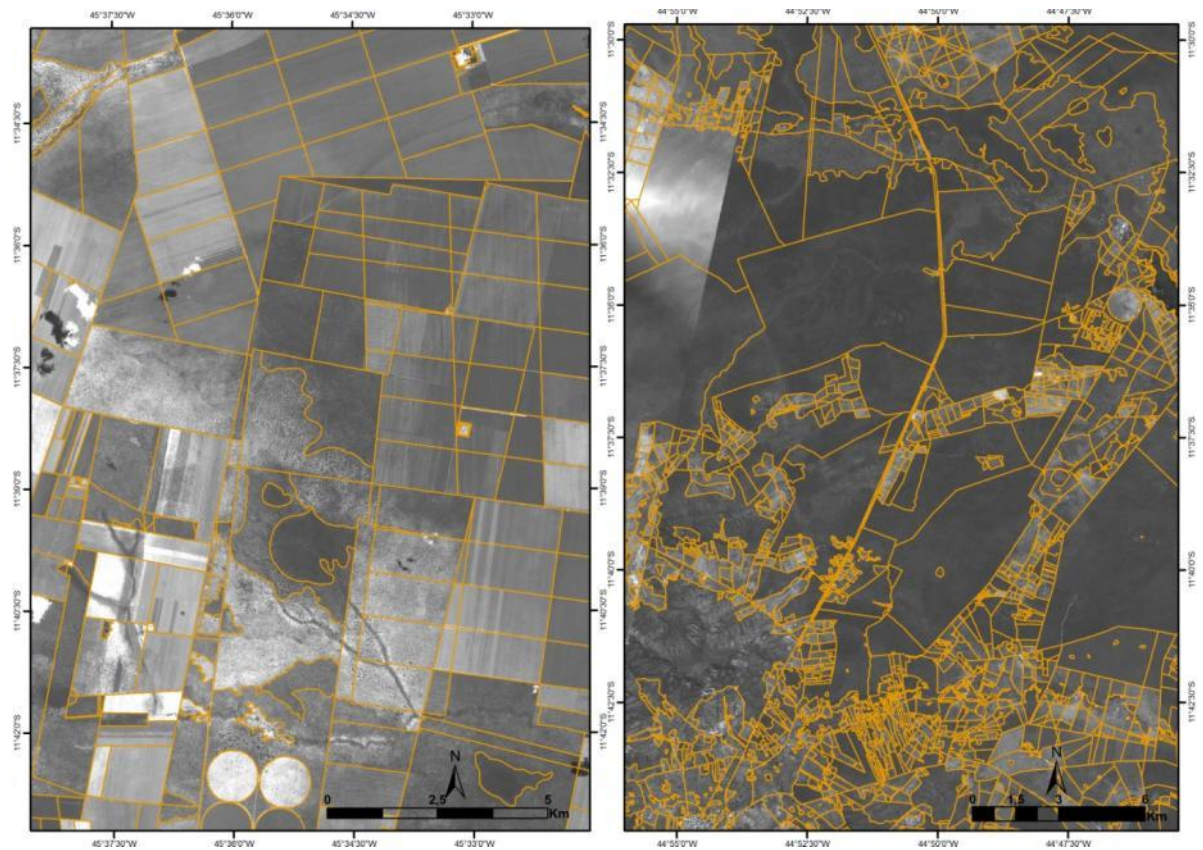


Figura 12: Mapeamento de uso pela imagem ALOS

A Figura 13 mostra o mapa de uso e cobertura da terra para o ano de 2008, resultante do processo da vetorização manual e da interpretação visual das feições encontradas no município.

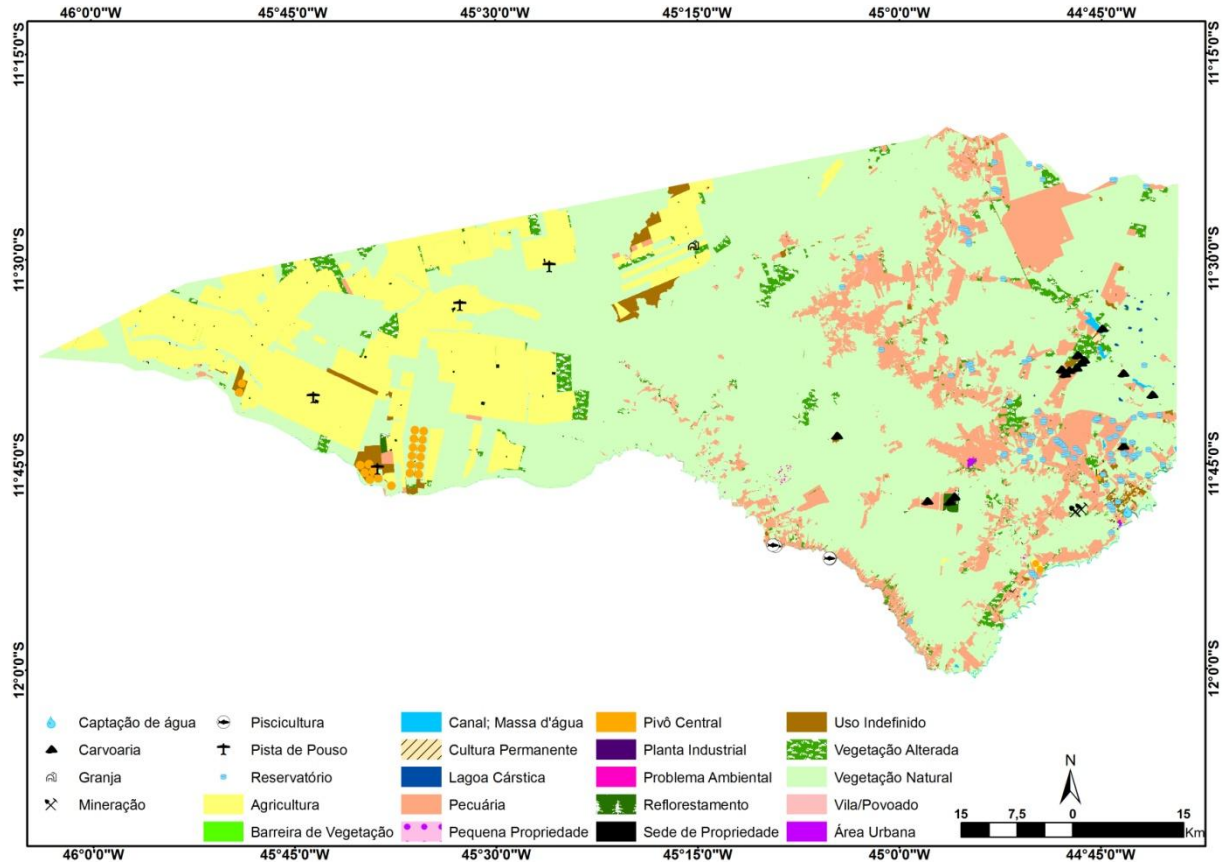


Figura 13: Mapa de uso e cobertura da terra para o ano de 2008.

Para este capítulo foram mapeados vinte e quatro classes de uso (Tabela 10), um número maior em relação aos capítulos anteriores, no qual foram consideradas quatro (4) classes de uso (agricultura, pecuária, vegetação alterada e vegetação natural). O mapeamento do uso permitiu obter um detalhamento maior das feições de uso para os Fatores CP.

Tabela 10: Classes de uso da terra.

Classe de uso	área (ha)	área (%)	Classe de uso	área (ha)	área (%)
Agricultura	101981,0099	17,4828	Pista de Pouso	26,9778	0,0046
Barragem	1,3676	0,0002	Pivo Central	2351,5575	0,4031
Barreira de Vegetação	120,5856	0,0207	Planta Industrial	4,4377	0,0008
Captaptação de Água	0,4894	0,0001	Problema Ambiental	102,1342	0,0175
Carvoaria	13,4610	0,0023	Reflorestamento	726,0304	0,1245
Cultura Permanente	524,6836	0,0899	Reservatório	68,1486	0,0117
Granja	4,6694	0,0008	Sede de Propriedade	402,6168	0,0690
Lagoa Carstica	1091,7654	0,1872	Uso Indefinido	6095,9967	1,0450
Massa d'Água	1150,1580	0,1972	Vegetação Alterada	20021,2412	3,4323
Mineração	4,8288	0,0008	Vegetação Natural	383882,1986	65,8096
Pecuária	64474,6675	11,0530	Vila/Povoado	111,3666	0,0191
Piscicultura	0,7834	0,0001	Área Urbana	161,2903	0,0277

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.3.1 Fator R

A partir dos resultados da erosividade das chuvas para a área de estudo constatou-se que o valor médio anual encontrado foi de 8.184 , com variação de 6.3278 MJ.mm/ha.h.ano a 11.522 MJ.mm/ha.h.ano (Figura 14). Na tabela 11 constam os dados das médias mensais dos índices de erosão (EI) e o fator R para cada estação pluviométrica. Lembrando que o índice de erosividade está diretamente relacionado com a pluviosidade da região.

Para a área de estudo observa-se que os valores para R (erosividade) são relativamente alto, pois é uma região com índice pluviométrico alto. O maior valor encontrado para R varia entre 9.000 a 10.930 MJ.mm/ha.h.ano, e estão localizados na porção leste. Já os valores mais baixos de erosividade da chuva estão na faixa de 6.300 a 8.000 MJ.mm/ha.h.ano localizados na porção central a leste do município.

Há uma tendência da redução dos valores de erosividade do oeste para leste, ou seja, da chapada para a depressão cárstica, passando pelo clima subúmido seco a semiárido. Os menores valores de R (erosividade) são encontrados onde o clima é semi-árido com uma vegetação de transição do Cerrado para a Caatinga, neste o bioma é conhecido justamente pela deficiência hídrica.

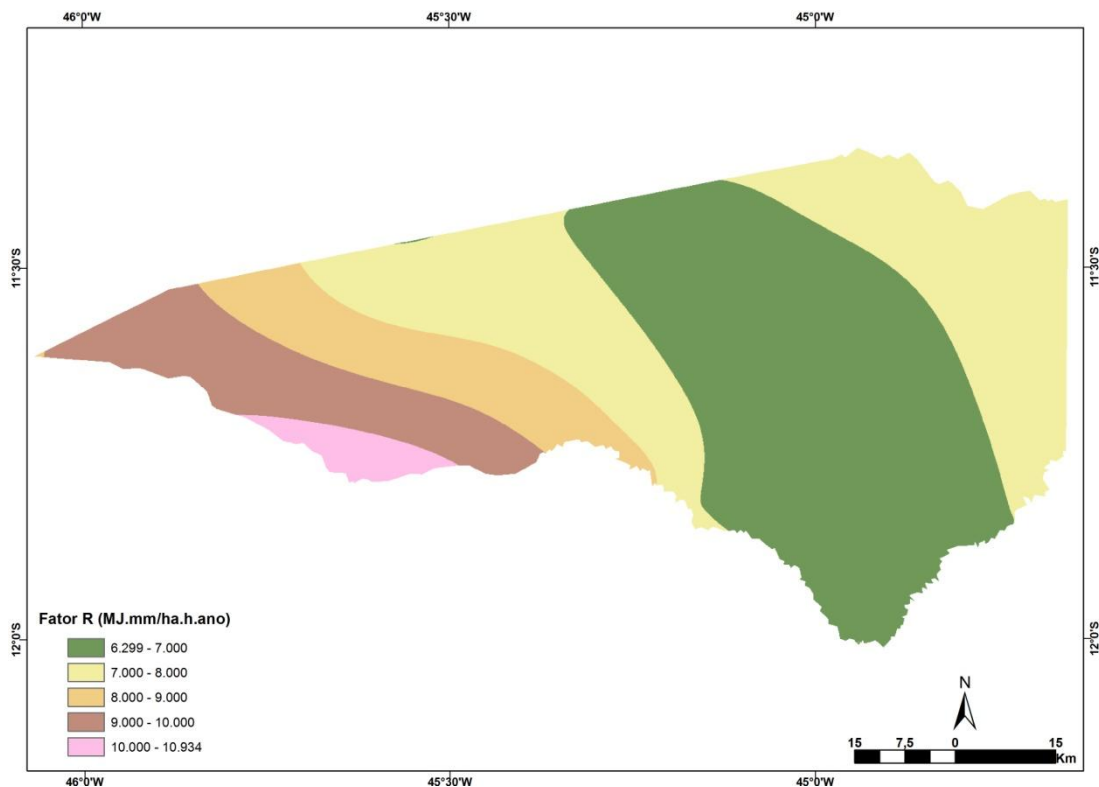


Figura 14: Mapa do Fator R – erosividade da chuva.

Tabela 11: Estações pluviométricas e seus respectivos valores de EI e o Fator R.

Estação	Código	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Soma Fator R
NUPEBA	1144003	1331,9525	1155,0786	1178,3443	378,6384	10,4786	0,1341	0,0000	0,1400	24,0142	274,2953	1195,5983	1612,8930	7161,5673
FAZENDA MACAMBIRA	1144005	1917,2172	1625,5158	1465,8897	431,2225	22,3906	1,6746	0,3973	0,0714	31,6259	430,9419	1836,7511	2156,4831	9920,1811
RIACHÃO DAS NEVES	1144012	1221,9011	967,1963	956,6893	469,6836	18,9625	4,2242	0,0009	0,2015	23,8324	302,3057	1433,8096	1324,0008	6722,8079
NUPEBA	1144015	1166,4316	775,3956	496,4689	180,7077	9,7359	0,0000	1,0070	0,0000	14,7944	88,3192	1614,1686	2641,9404	6988,9692
IBIPEUBA	1144027	1251,4288	1096,4408	1182,4814	410,4241	34,3386	0,6164	0,0693	0,5125	23,0926	313,1871	1406,0082	1679,8520	7398,4518
FORMOSA DO RIO PRETO	1145001	1997,1119	1520,3945	1239,4493	482,0218	31,5097	0,4195	0,4660	0,2323	39,4787	481,7307	2117,3159	2775,7882	10685,9186
FAZENDA SÃO FRANCISCO	1145007	953,9764	1143,1093	1061,0515	362,0976	49,2812	0,8889	0,1236	0,1098	23,8179	480,2545	1739,3234	1062,3984	6876,4325
CAPÃO DO JERÔNIMO	1145010	2157,5729	1590,4836	804,5255	96,6689	6,0872	0,0000	0,0000	0,0000	1,8736	415,9346	2043,7814	1171,7804	8288,7081
PONTE SERAFIM - MONTANTE	1145013	2524,7429	1524,6164	1724,5766	483,1814	72,6264	1,8563	0,9842	1,7298	66,1894	671,3758	2335,6122	2668,9699	12076,4613
CARIPARE	1145019	1809,9125	1442,4165	1637,5480	265,4314	30,5998	2,3980	0,1320	1,0959	30,3301	485,0713	2001,8915	3032,6300	10739,4571
FAZENDA TRIUNFO	1145020	1001,6949	1254,0119	1313,3870	146,2524	102,8459	0,2362	0,0434	33,4261	3,1986	194,7166	1358,5304	1615,0377	7023,3812
RIO LIMPO	1145024	1335,9715	1226,0666	715,9518	789,9876	50,9733	0,0000	24,3049	0,0000	11,7074	670,9112	3213,2469	1600,7804	9639,9016
CACIMBINHA	1146005	1977,6142	1464,1723	1229,2005	479,9437	115,7291	4,9925	0,0000	0,3342	27,0279	1441,5327	1424,1170	4569,6244	12734,2886
FAZENDA Otake	1146006	1173,8935	1042,9072	1241,7626	748,4529	62,5141	57,8848	0,0000	0,0000	23,6019	9,4922	1751,8544	1878,4962	7990,8598
COTEGIPE	1244004	1149,2706	834,1587	1186,0157	381,2932	7,8608	0,2498	1,1704	0,6881	12,2662	315,4651	1280,3847	1607,5094	6776,3325
BARREIRAS	1244010	1456,9371	1096,8478	798,0149	380,3566	30,3419	0,9401	0,1863	0,2379	22,5041	253,6604	1473,2303	1494,9871	7008,2445
Média		1526,7268	1234,9258	1139,4598	405,3977	41,0172	4,7822	1,8053	2,4237	23,7097	426,8246	1764,1015	2055,8232	8626,9977
Desvio Padrão		469,0148	267,5601	328,8792	186,9482	33,1207	14,2405	6,0132	8,2807	15,1100	326,0992	508,1915	898,5605	2038,5446
Mínimo		953,9764	775,3956	496,4689	96,6689	6,0872	0,0000	0,0000	0,0000	1,8736	9,4922	1195,5983	1062,3984	6722,8079
Máximo		2524,7429	1625,5158	1724,5766	789,9876	115,7291	57,8848	24,3049	33,4261	66,1894	1441,5327	3213,2469	4569,6244	12734,2886

5.3.2 Fator K

Como durante a elaboração do mapa de solos do município não foi possível individualizar cada tipo de solo em toda a área de estudo, nesse caso, o valor do Fator K foi obtido a partir do cálculo da média ponderada, baseada na estimativa do percentual da predominância de cada tipo de solo. Por exemplo, havendo duas unidades taxonômicas, a primeira representa 60% e segunda 40%.

Os valores de K utilizados como base de cálculo das médias ponderadas são apresentados na tabela 12, juntamente com cada tipo de solo encontrado na área de estudo. Após os cálculos para obtenção do Fator K os valores encontrados foram inseridos nos respectivos grupos de solo e transformados em formato *raster* com pixel de resolução 90x90m (Figura 15). As unidades de erodibilidade do solo foram divididas nas classes de interpretação erodibilidade baixa, média e alta, adaptas de Carvalho (1994).

De acordo com os dados obtidos, as unidades que apresentam um alto índice erosivo, valores para K acima de 0,03 (Carvalho, 1994) compreendem as áreas da Depressão Cárstica tendo como associação de solos, os Cambissolos + Latossolo + Argissolo; as Dolinas, (Chernossolo + Argissolo) e as Rampas (Latossolo Vermelho textura média + Latossolo Vermelho Amarelo textura média + Cambissolo + Argissolo). Portanto 35,3%, ou seja, 206.815 hectares do município possuem baixa resistência à erodibilidade.

As unidades com fator médio de erodibilidade, valores entre 0,015 a 0,03 compreendem as feições de Frente de Recuo Erosivo (Afloramento Rochoso + Neossolo Litólico); Mesas (Latossolo Vermelho Amarelo textura média + Neossolo Quartzarênico); Chapadões (Latossolo Vermelho Amarelo textura média + Neossolo Quartzarênico); Vale Cárstico (Neossolo Flúvico + Chernossolo + Gleissolo + Plintossolo Háptico); Planície Interplanáltica (Neossolo Flúvico + Gleissolo Háptico); Escarpas (Neossolo Litólico + Afloramento Rochoso). Totalizando 62,38% da área do município, em torno de 365.540 hectares.

As unidades que possuem maior resistência, com valores abaixo de 0,015, compreendem as feições do Pontão (Afloramento Rochoso); Veredas (Gleissolo Háptico); Planície Intraplanáltica (Gleissolo Háptico). Tendo como área total 2,12% do município, ou seja, 13.556 hectares.

Portanto a maior parte do município, 97,68%, possui solos com baixa e média resistência à erodibilidade, sendo importante a aplicação de práticas conservacionistas no uso da terra, para evitar danos e perdas futuras do solo, o que acarreta a perda de produtividade agrícola, econômico e social.

Tabela 12: Unidades de solo e o Fator K.

Geom.	Solos	Tipo 1		Tipo 2		Tipo 3		Tipo 4		Valor K	Fonte
		K	%	K	%	K	%	K	%		
Rampas	Latossolo Vermelho- textura média (1) + Latossolo Vermelho Amarelo-Textura Média (2) + Cambissolo (3) + Argissolo (4)	0,013	20	0,02	20	0,06	30	0,0293	30	0,03339	Chaves ^{1,2,3} (1994) & Borges ⁴ (2009)
Vale Carstico	Neossolo Flúvico (1) + Chernossolo (2) + Gleissolo (3) + Plintossolo Háptico (4)	0,047	30	0,0309	20	0,0081	30	0,01	20	0,02471	Chaves ¹ (1994); Silva & Alvares ² (2005); Borges ³ (2009); Santos ⁴ (2008)
Mesas	Latossolo Vermelho-Amarelo Textura-Média (1) + Neossolo Quartzarênico (2)	0,02	60	0,0078	40	-	-	-	-	0,01512	Chaves ^{1,2} (1994)
Escarpas	Neossolo Litólico (1) + Afloramento Rochoso (2)	0,035	75	0	25	-	-	-	-	0,02625	Chaves ^{1,2} (1994)
Dep. Cárs	Cambissolo (1) + Latossolo (2) + Argissolo (3)	0,06	60	0,0162	20	0,0293	20	-	-	0,0451	Chaves ¹ (1994); Silva & Alvares ² (2005); Borges ³ (2009)
Pontão	Afloramento Rochoso (1)	0	100	-	-	-	-	-	-	0	Chaves ¹ (1994)
Dolinas	Chernossolo (1) + Argissolo (2)	0,0309	60	0,0293	40	-	-	-	-	0,03026	Silva & Alvares ¹ (2005); Borges ³ (2009)
F.deRecEr	Afloramento Rochoso (1) + Neossolo Litólico (2)	0	60	0,035	40	-	-	-	-	0,014	Chaves ^{1,2} (1994)
Chapadão	Latossolo Vermelho Amarelo Textura Média (1) + Neossolo Quartzarênico (2)	0,02	80	0,0078	20	-	-	-	-	0,01756	Chaves ^{1,2} (1994)
Veredas	Gleissolo Háptico (1)	0,0044	100	-	-	-	-	-	-	0,0044	Menningel et al ¹ ,(2002)
Plnterp.	Neossolo Flúvico (1) + Gleissolo Háptico (2)	0,047	50	0,0044	50	-	-	-	-	0,0257	Chaves ¹ (1994); Menningel et al ² ,(2002)
PInterp.	Gleissolo Háptico (1)	0,0044	100	-	-	-	-	-	-	0,0044	Menningel et al ² ,(2002)

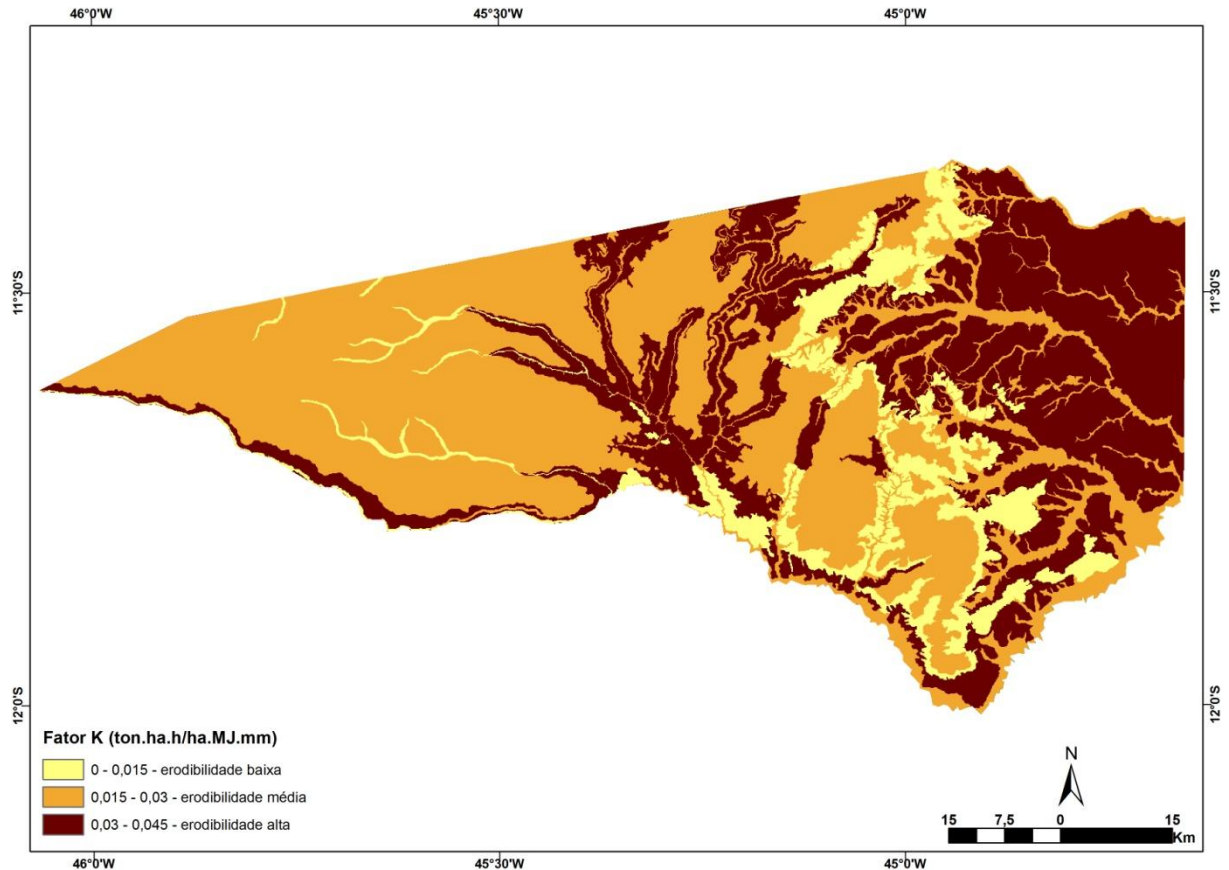


Figura 15: Mapa do Fator K – Erodibilidade do solo.

5.3.3 LS, MDT e Mapas Derivados

Pelos dados obtidos observa-se que o município possui uma variação altimétrica de 398 metros, a parte mais alta do município encontra-se a 823 metros de altitude, e a menor altimetria encontrada está em torno de 425 metros (Figura 16).

A partir do MDT foram gerados os mapas derivados de declividade (Figura 17), e da área de contribuição (Figura 18). Estas informações geradas serviram de base para o processamento dos fatores LS da EUPS.

A declividade em Riachão das Neves foi dividida em cinco intervalos, de acordo com o proposto pela EMBRAPA (2010). No município o relevo predominante é o plano que ocupa 65% do município e representa uma área de quase 383000 ha, com declividade entre 0 a 3%. A faixa de declividade entre 3 a 8% (suave ondulado) ocupa 22% do município. A faixa de 8 a 13% (moderadamente ondulado) representa 5,69%, enquanto que a faixa de 13 – 20% (ondulado) ocupam 5,23% e por fim a faixa acima entre 20 a 45 % representa 1,10% do total da área de estudo (Tabela 13).

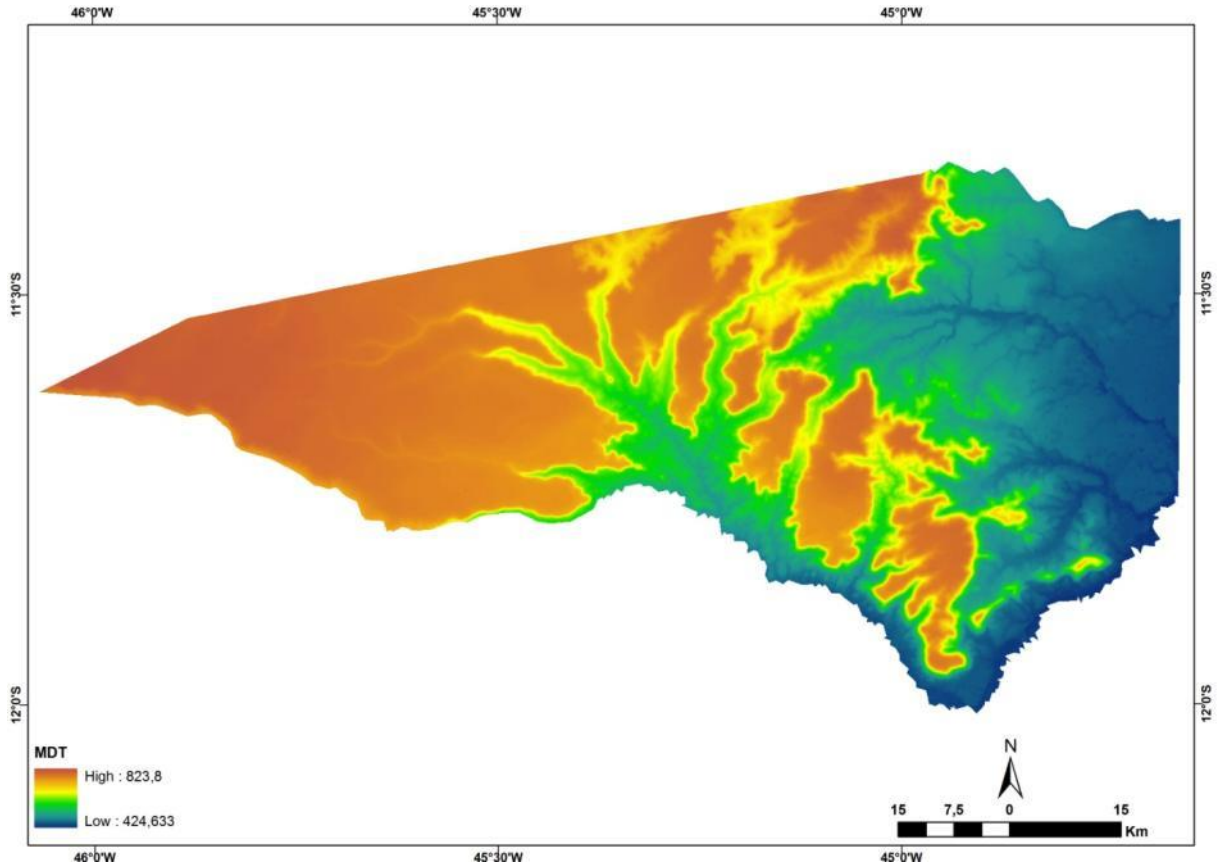


Figura 16: Modelo digital do terreno.

Tabela 13: Classes de declividade do município de Riachão das Neves.

Nome da Classe	Declividade (%)	Área (ha)	Área (%)
Plano	0 – 3	382.987,21	65,66
Suave ondulado	3 – 8	130.165,49	22,32
Moderadamente ondulado	8 – 13	33.197,55	5,69
Ondulado	13 – 20	30.507,22	5,23
Forte Ondulado	20 – 45	6.414,50	1,10

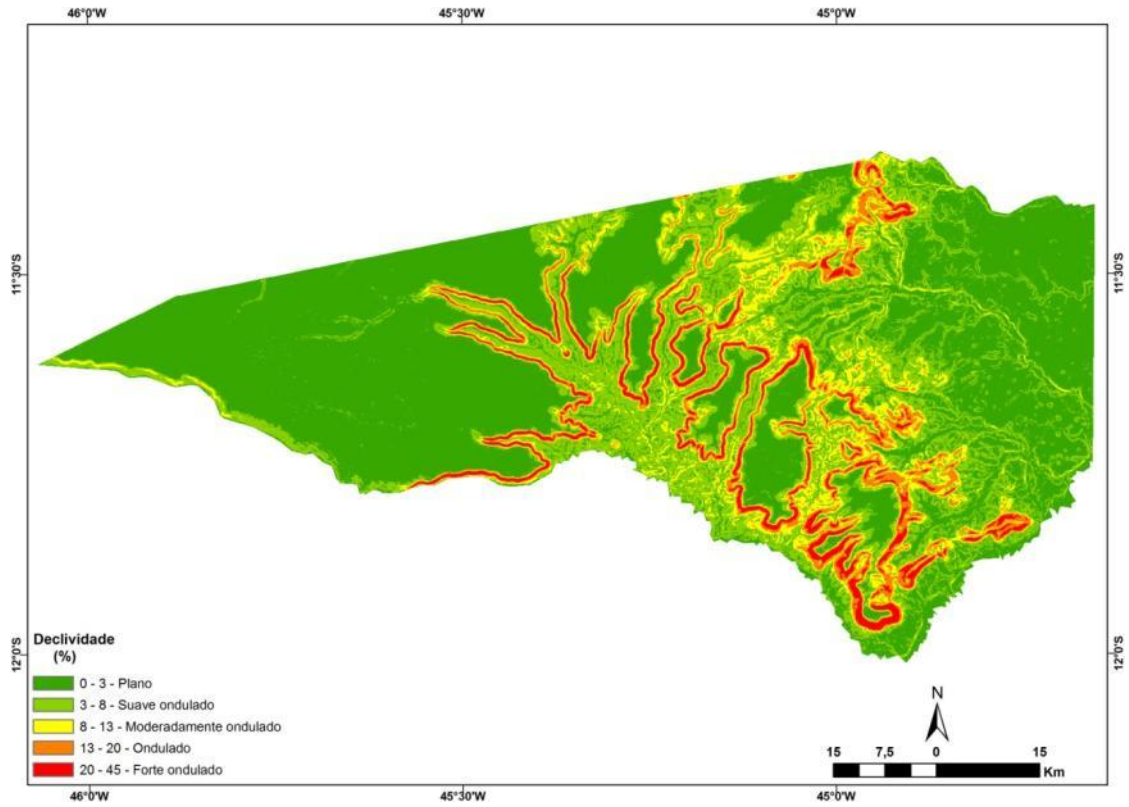


Figura 17: Mapa das classe de declividade.

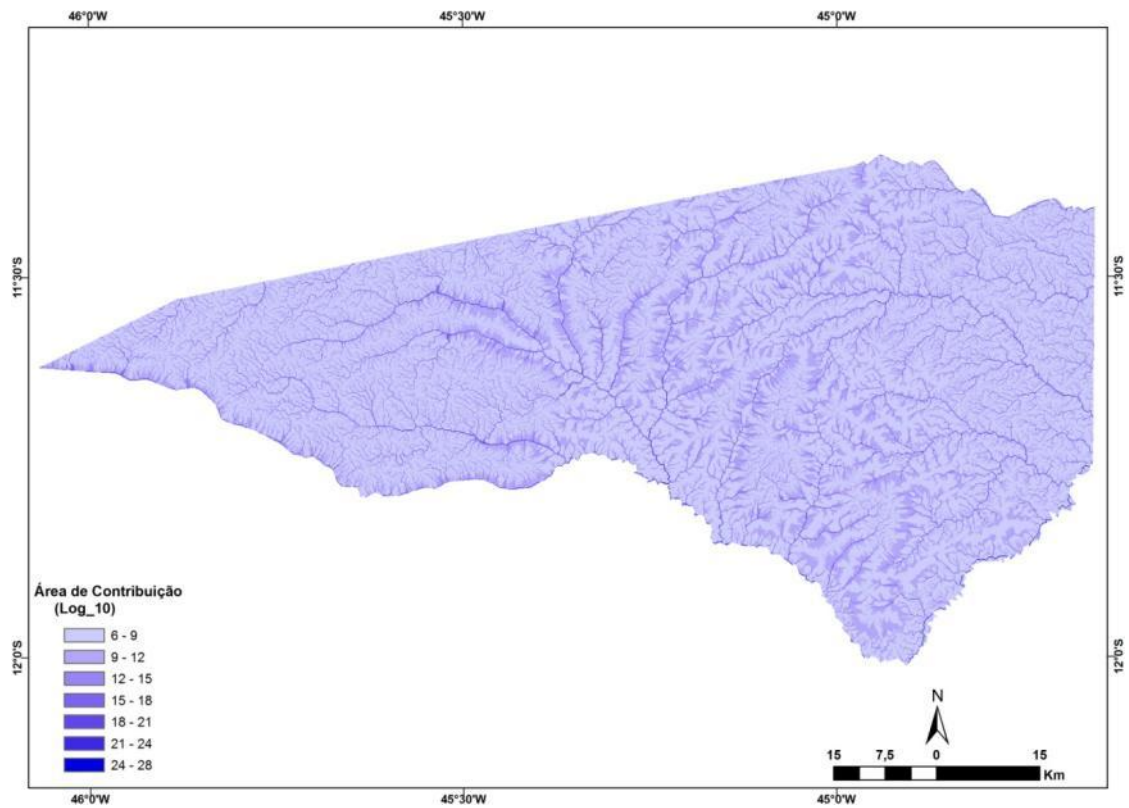


Figura 18: Mapa da área de contribuição.

5.3.4 Mapa do Fator LS

O fator LS foi gerado a partir dos dados da área de contribuição e declividade. De acordo com o resultado obtido, as áreas com maiores valores de LS estão concentradas nas partes de maior declividade e de relevo mais movimentado e estão localizadas nas feições geomorfológicas de escarpas, que estão bem próximas as bordas de chapada, e dos Pontões (afloramentos rochosos).

Já as áreas com os valores menores de LS estão concentradas nas partes de menor declividade e onde o relevo é mais plano e suavemente ondulado e estão localizadas nas feições de chapada, mesas e depressão cárstica.

A figura 19 apresenta o mapa para o fator LS.

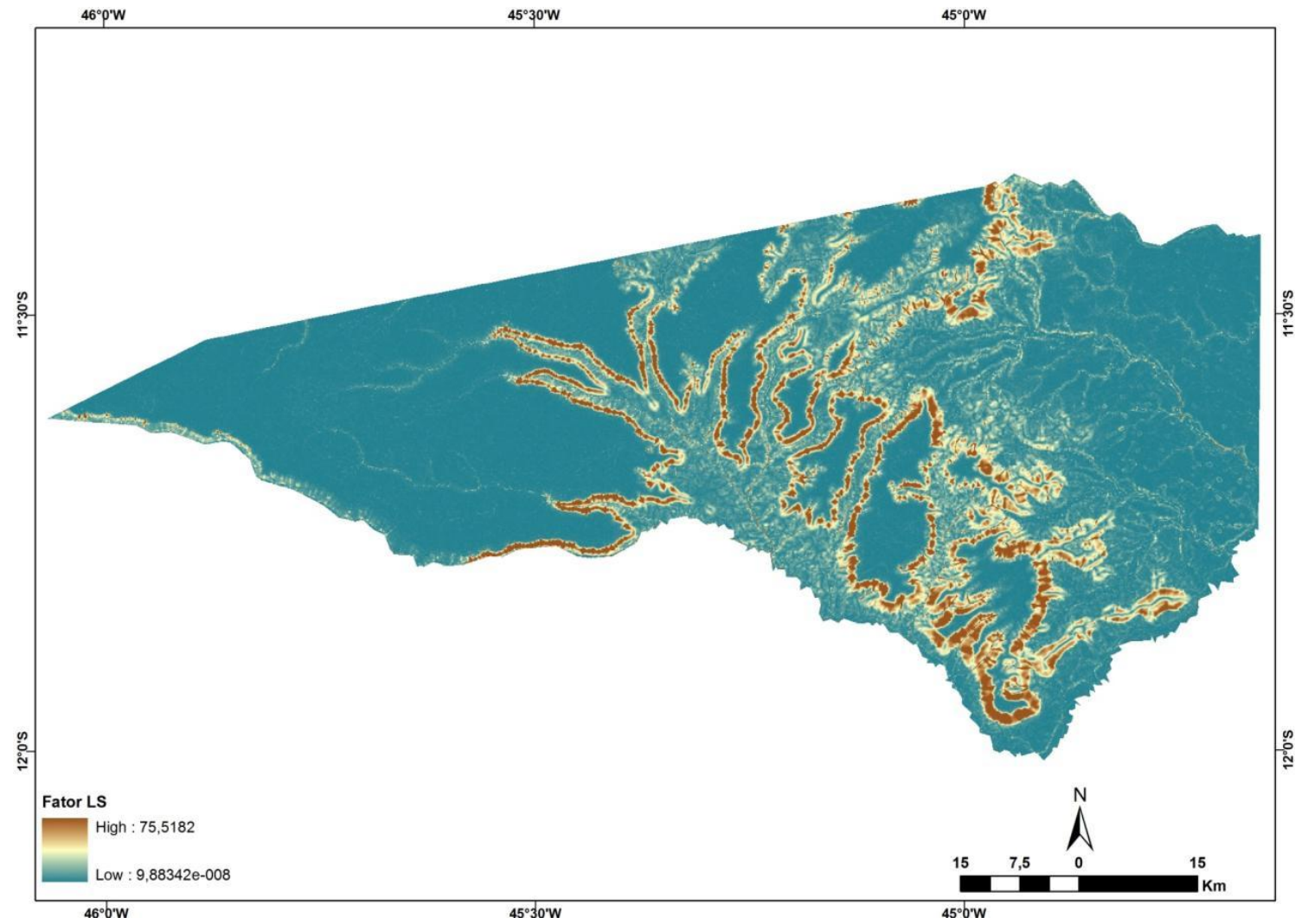


Figura 19 Mapa do Fator LS

5.3.5 FATORES CP

A explanação dos principais tipos de uso e cobertura da terra em termos de área de ocupação para o município de Riachão das Neves (agricultura, pecuária, vegetação natural e vegetação alterada) foi feita no capítulo III. As demais classes de uso em termos de extensão ocupam 1,73% da área de estudo.

Os índices dos fatores CP foram aplicados as 24 classes de uso (Tabela 14), estes índices foram adaptados para as classes de uso e vegetação identificados no município. A figura 20 mostra como ficou distribuído os índices do Fator CP no município.

Os valores foram baseados na proposta de Stein et al. (1987), que estão listados na tabela 14. Os valores apresentados em Borges (2009) serviram de apoio na determinação dos valores CP. Então, os valores CP foram convertidos para o formato *raster*, com pixel de 90x90m, para fazer o cruzamento com os dados da EUPS.

Tabela 14: Valores de CP para os tipos de uso no município.

CATEGORIA	USO	FATOR CP	ÁREA (ha)	%
1c	Vegetação natural	0,00004	383.882,20	65,81
1d	Barreira de vegetação Reflorestamento	0,00004	846,62	0,15
3	Mineração Problema ambiental	0,25	106,96	0,02
3b	Cultura permanente	0,25	502,24	0,09
4 ^a	Vegetação alterada	0,01	20.021,24	3,43
5b	Pecuária	0,1	64.474,67	11,05
5c	Agricultura Pivô Central de irrigação	0,2	104.355,01	17,89
6 ^a	Captação de água	0	0,49	0,00
6b.	Lagoa Cárstica Massa d'água Psicultura Reservatório	0	2310,86	0,40
7	Barragem	0	1,37	0,00
7 ^a	Área urbana Planta industrial Sede de propriedade Vila/povoado	0	679,71	0,12
7b	Pista de pouso (área rural)	0	26,98	0,00
7c	Carvoaria Granja Uso indefinido	0,2	6.114,13	1,05

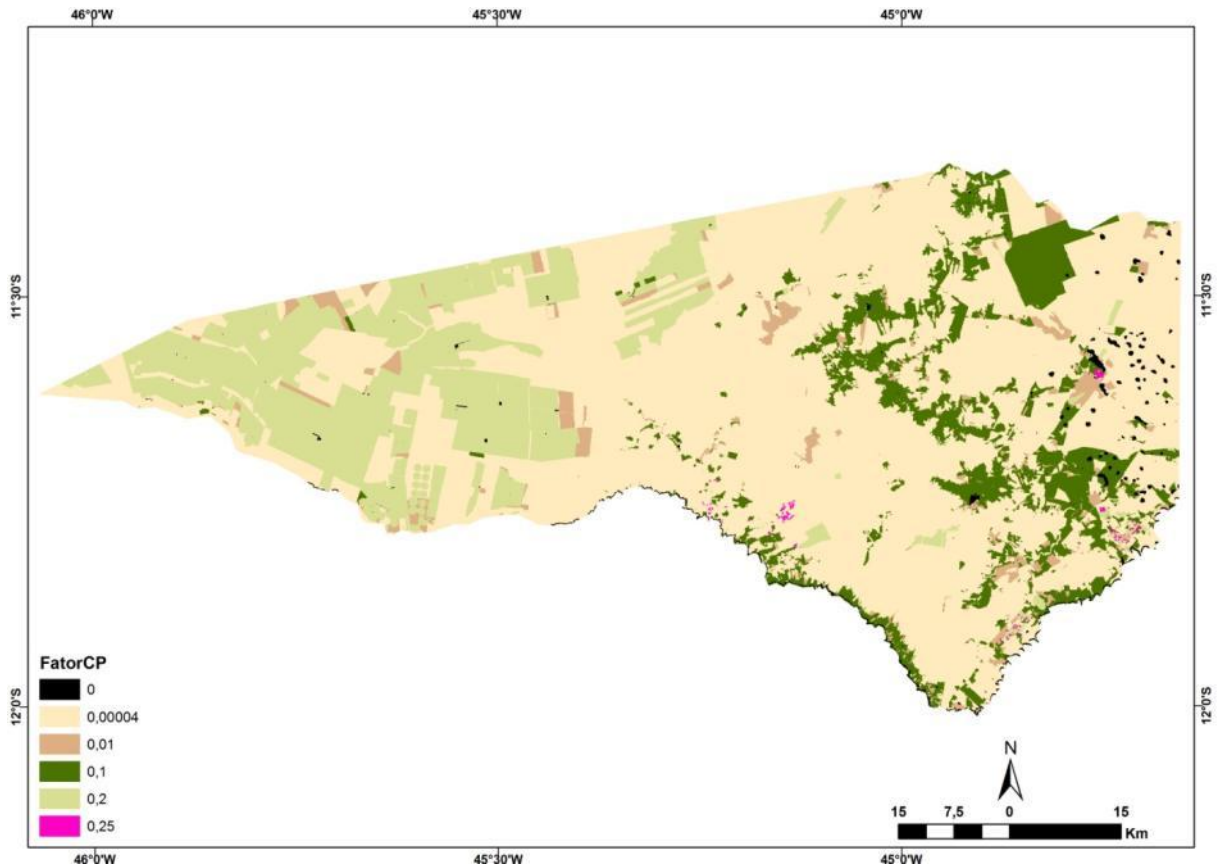


Figura 20: Mapa do Fator CP – Uso e manejo e práticas conservacionistas.

5.4 Potencial Natural à Erosão Laminar (Ep)

O Potencial Natural à erosão laminar corresponde as perdas de solo que ocorrem em uma determinada área mantida continuamente sem nenhum tipo de cobertura vegetal e podem ser estimadas pelo produto dos termos R, K, L e S da EUPS (Bertoni & Lombardi Neto, 2008). Representa também a interação dos principais fatores naturais do meio físico intervenientes no processo da erosão laminar (Borges, 2009).

É importante destacar que o cálculo de erosão potencial considera o pior cenário possível (Figura 21), com solo exposto e sem práticas conservacionistas, atribuindo-se valor 1 para os fatores C e P

Neste processo, Stein et al (1987) consideraram o valor $P=1$, constante, por ser a pior situação quanto às perdas de solo em função das práticas conservacionistas. O mapa foi classificado em cinco intervalos (Tabela 15 e Figura 21). Observa-se que os valores do potencial erosivo (E_p) variam de 0 a 18000 ton/há.ano e que os valores mais elevados estão localizados nas bordas de chapada, onde a declividade é maior e, também, nos vale cársticos, essas áreas representam menos que 1% do município.

As áreas com menor potencial erosivo (<70 ton/ha.ano) ocupam 83% da área do município e estão localizados principalmente nas chapadas, e nas depressões cársticas. São as áreas mais planas da área de estudo com menores valores de LS.

Tabela 15: Classes de potencial erosivo (Ep).

Classe (t/ha.ano)	Área (ha)	% Área
0 – 70	488.518,82	83,87
70 – 425	86.920,88	14,92
425 – 1480	6.373,02	1,09
1480 – 6565	559,17	0,10
6565 – 18000	72,59	0,01

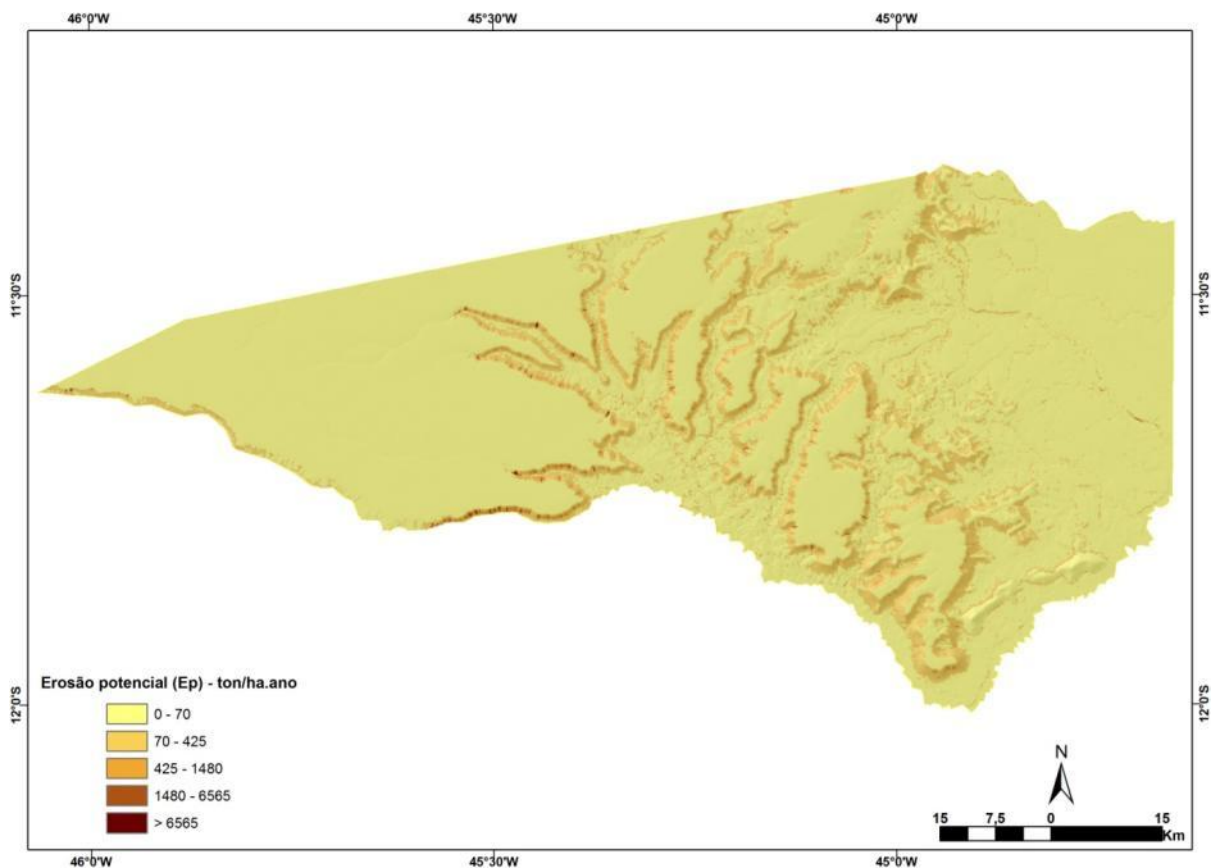


Figura 21: Mapa de erosão potencial do município.

5.5 Erosão atual no município de Riachão das Neves

A erosão atual é o resultado obtido do cruzamento dos fatores R, K, L e S, C e P. (Figura 22). De acordo com Stein et al. (1987), embora a EUPS seja bem aplicada em pequenos talhões, compatível com o uso agrícola, eles concluíram que para grandes áreas, a equação não deve ser aplicada de forma a estimar quantitativamente a perda de solo por erosão e sim para uma avaliação qualitativa da perda de solo por erosão laminar.

Os valores encontrados para a perda de solo variam de 0 a 314 ton/ha.ano. Esses valores foram divididos em cinco classes (Tabela 16), segundo a proposta apresentada por Carvalho (1994).

Tabela 16: Classe de erosão atual – (Carvalho, 1994).

Classe	Taxa de perda de solo
Nula a pequena	0 – 10
Moderada	10 – 15
Média	15 – 50
Média a forte	50 – 120
Forte	120 – 200
Muito forte	>200

A classe no qual a taxa de perda de solo está abaixo de 10 ton/ha.ano, que segundo Bertoni e Lombardi Neto (2008) é uma média tolerável de perdas de solo que se pode permitir, com um grau de conservação para manter o solo com elevado nível de produtividade, ocupa cerca de 95% da área do município, sendo predominante na área de estudo a erosão “nula a pequena”. E a segunda classe mais expressiva é a erosão “moderada” que ocorre em 4,4% da área. As classes “média”, “média a forte” e “forte”, ocupam juntas menos de 1% da área de estudo (Tabela 17).

As classes com taxa de perda de solo acima de 200 ton/ha.ano não foram contabilizadas neste contexto, pois a sua extensão possui valor insignificante em termos de área.

Tabela 17: Classes de Erosão Atual (2008).

Classe	Taxa de perda de solo	Área (ha)	Área (%)
Nula a pequena	0 – 10	554.677,76	95,23
Moderada	10 – 15	2.563,11	4,40
Média	15 – 50	2.028,08	0,35
Média a forte	50 – 120	114,21	0,02
Forte	>120	14,44	0,002

Analisando os resultados do mapa da erosão atual (Figura 23) e correlacionando-o com os mapas dos fatores gerados, é possível observar a forte influência dos Fatores LS e CP, pois são as áreas visivelmente mais críticas em termos de perda de solo, já os fatores K e R não são tão perceptíveis.

Como 88% do município possuem relevo de plano a suavemente ondulado e cobertura da vegetação natural em 65% da área de estudo, servindo de proteção ao solo,

consequentemente grande parte da área de estudo apresentou valores baixo para a Erosão Atual.

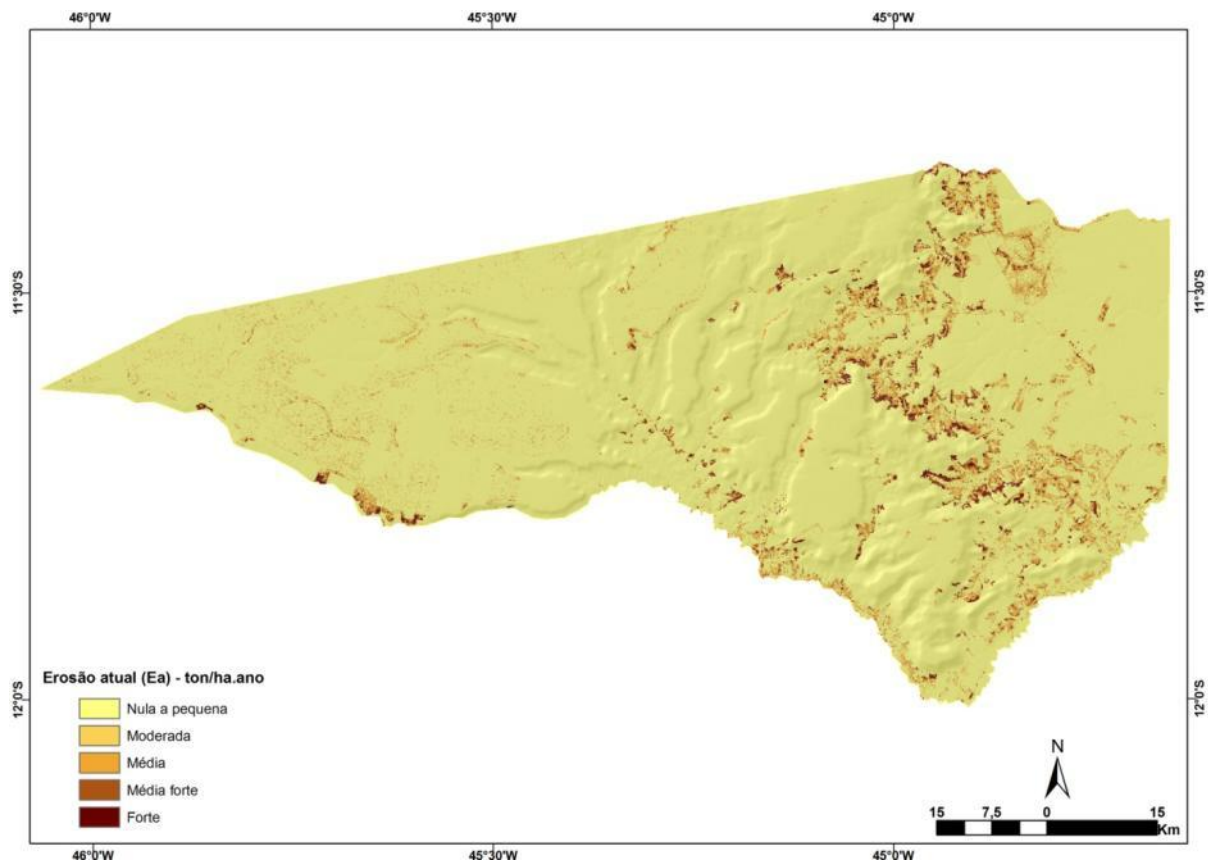


Figura 22: Mapa da Erosão Atual.

Para efeitos de comparação, foi feito uma reclassificação do mapa da erosão potencial (Figura 23) a partir das classes proposta por Carvalho (1994).

Ao comparar o mapa da Erosão Potencial reclassificada (Figura 23) de acordo com Carvalho (1994) e com o mapa da Erosão Atual (Figura 22), o cenário se torna preocupante, pois é possível observar que com a retirada da cobertura vegetal e sem práticas conservacionistas, o solo ficaria exposto, então a classe “nula a pequena” sofreria uma redução de 95% para 51% da área do município.

As demais classes teriam um aumento considerável, destacando-se a classe “média” que passaria de 0,35% para 21,10%, a “média forte” de 0,02% para 11,49%, e a “forte” teve um aumento 0,002% para 4,50%. A classe muito forte que não entrou na classificação da Erosão atual, passa a ter 5,30% da área (Tabela 18 e Figura 23).

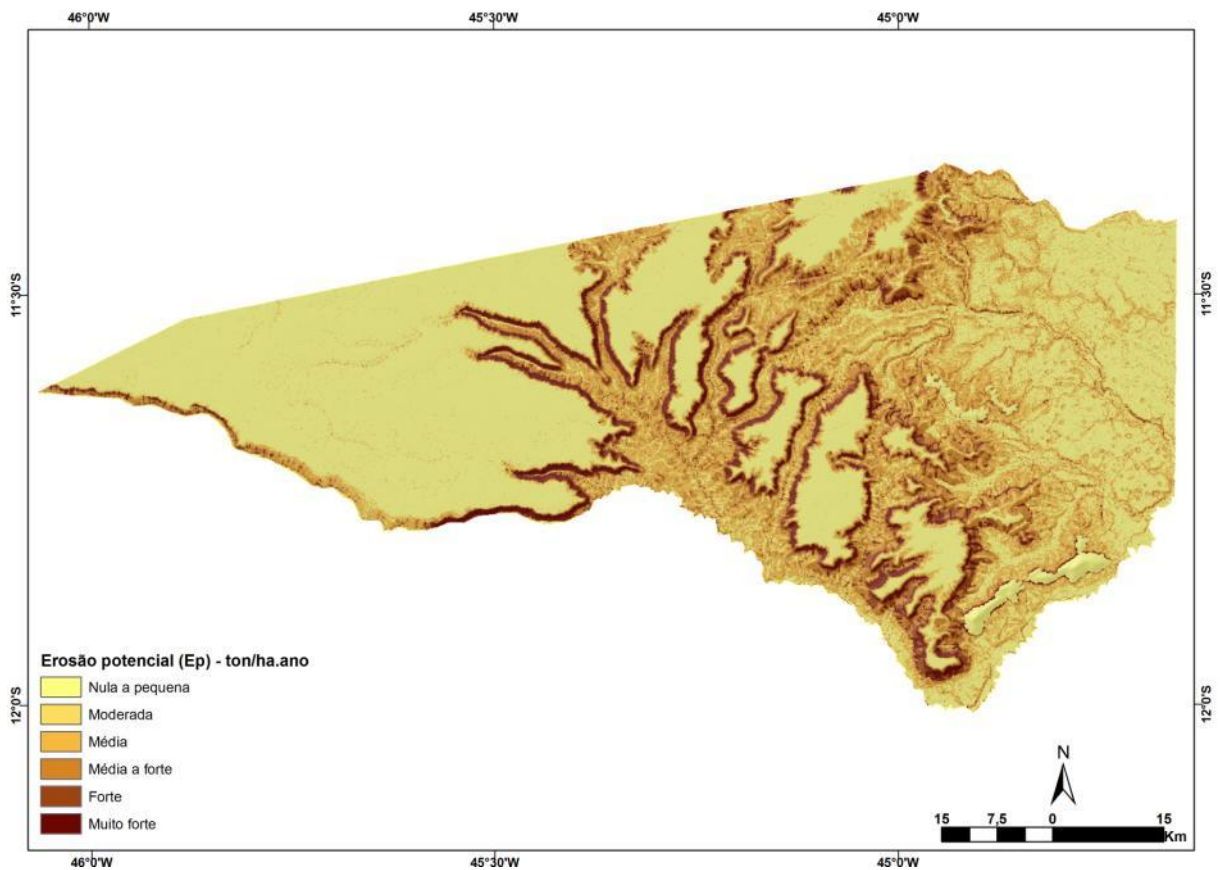


Figura 23: Mapa da erosão potencial reclassificada.

Tabela 18: Taxa da perda de solo da erosão potencial reclassificada.

Classe	Taxa de perda de solo	Área (ha)	Área (%)
Nula a pequena	0 – 10	299.048,3	51,35
Moderada	10 – 15	36.474,36	6,26
Média	15 – 50	122.903,0	21,10
Média a forte	50 – 120	66.891,13	11,49
Forte	120 – 200	26.236,39	4,50
Muito forte	>200	30.856,17	5,30

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho a utilização da EUPS se mostrou viável na avaliação da estimativa qualitativa da erosão atual bem como a erosão potencial no município com apoio de um SIG nesses cálculos. Este modelo permite avaliar a perda de solo por erosão laminar sob diversos cenários, fornecendo dados para um melhor planejamento do uso da terra e das práticas conservacionistas.

Portanto, comparando-se os dois cenários, observou-se da importância das práticas conservacionistas do uso da terra. A situação da retirada total da vegetação pode se tornar um forte problema ambiental para o município e para o meio ambiente, principalmente para os

rios da região que são afluentes do rio São Francisco e, no qual milhares de pessoas dependem dessas águas para a sua sobrevivência. Daí a importância de um planejamento que leva em conta a fragilidade ambiental do município.

Foi possível detectar as áreas susceptíveis à erosão, que auxiliem em trabalhos preventivos para evitar futuros desastres ambientais, já o cálculo da Ep (erosão potencial) simula o pior cenário futuro, no qual o terreno estaria desprotegido sob influência da ação antrópica potencializando o processo erosivo. Os dados simulados neste cenário mostram que haveria sem dúvida um aumento considerável da perda de solo no município.

Em áreas onde o relevo possui maior declividade, seria importante manter as suas bordas preservadas, mas infelizmente observando os dados de uso é possível perceber o avanço de atividades antrópicas próximas as bordas de chapada.

Também é possível perceber o avanço do uso nas margens de rios, são as áreas mais críticas em termos de perda de solo por processos erosivos da erosão atual, pois no mapa da erosão atual constatou-se uma influencia maior do fator CP justamente onde estão localizadas as propriedade de usos múltiplos, localizadas em APPs da depressão cárstica. São áreas fragilizadas pelo uso que atualmente vêm sofrendo com a perda de solo por erosão laminar.

Diante dessas informações é importante para o município um planejamento do uso da terra, evitando ao máximo os futuros danos ambientais, sociais e econômico. Fazer um uso dos seus recursos de forma sustentável garantindo a todos um ambiente seguro e saudável com qualidade de vida para todos.

Portanto o objetivo deste trabalho de mapear as áreas de susceptibilidade erosiva foi alcançado como forma de subsidiar o planejamento territorial e ambiental da região.

VI

CONSIDERAÇÕES FINAIS GERAIS

Para este trabalho utilizou-se das ferramentas de SIG, os dados são gerados de forma rápida, economiza recursos e facilitam a visualização dos resultados que ficam estruturados num único banco de dados de fácil acesso, que permite a compatibilização das informações provenientes de diversas fontes tais como sensores espaciais, informações colhidas de GPS (Sistema de Posicionamento Global) e informações de vetor e topografia. Portanto, os avanços tecnológicos propiciaram uma profunda evolução da análise espacial.

O SIG se mostrou uma ferramenta indispensável em todos os níveis deste trabalho, desde a aquisição das imagens de satélite até o refinamento dos dados. Os resultados obtidos mostraram-se eficientes nas análises espaciais temporal do uso da terra condicionado à geomorfologia, assim como a identificação das áreas de uso em APPs (Áreas de Preservação Permanente).

Com relação as métricas geradas pelo FRAGSTAT, mostraram resultados satisfatórios, foi possível observar o quanto da vegetação foi fragmentada para os anos proposto no estudo.

Na predição dos processos erosivos para o município, foi possível mapear as áreas de susceptibilidade erosiva laminar de forma rápida e eficiente, e assim podendo ser elaborados planos de ações preventivos evitando desastres ambientais.

Todas as informações obtidas neste trabalho formam um conjunto de dados que detalham os aspectos físicos e ambientais da paisagem do município podendo ser articulados entre si.

Diante desses dados percebe-se que houve um forte crescimento agrícola do município nos últimos dez anos, devido ao intenso processo de ocupação da agricultura intensiva mecanizada nas chapadas (oeste do município) e também, da agricultura familiar nos vales cársticos (leste do município). Essa divisão se dá devido à geomorfologia da área de estudo que delimita o processo de uso e ocupação da região.

O município ainda possui 65% de área de vegetação natural, mas essa preservação também está condicionada à geomorfologia, se onde estão os vales e as depressões cárstica fossem áreas de relevo plano semelhantes às chapadas, essas áreas já estariam ocupadas pela

agricultura mecanizada, pois estaria seguindo o mesmo padrão de desenvolvimento agrícola de seus municípios vizinhos (Barreiras e Luís Eduardo Magalhães).

No entanto, apesar de ter sido mapeado uma grande área de vegetação natural, isso não significa que essa vegetação esteja em condições ideais de preservação, devido à interferência antrópica.

Apesar de 95% do município apresentar uma taxa de perda de solo < 10 ton/ha.ano pela estimativa da EUPS para a erosão atual (E_a) que segundo Bertoni e Lombardi Neto (2008) esta é a tolerância de perdas de solo para um bom grau de desenvolvimento sustentável, a ameaça do desmatamento é uma realidade, principalmente nas APPs de rios, onde foi constatado uma intensa ocupação antrópica. Sem essa proteção marginal dos rios o risco de assoreamento deles é grande e que pode ser potencializado pela erosão laminar causada principalmente pela falta de práticas conservacionistas do solo.

Para gerar o mapa das áreas susceptíveis à erosão, foi necessário um mapeamento detalhado da geomorfologia bem como as classes de solo, que estão sendo elaboradas pela EMBRAPA (2008, no pelo), e que foi de grande importância na precisão dos dados obtidos.

Além disso, o mapeamento detalhado do uso da terra vetorizado manualmente na imagem ALOS/PRISM, de alta resolução, também contribuíram para um melhor resultado deste trabalho.

A correlação de todos os dados gerados neste trabalho como um todo é importante para um planejamento ambiental e que propiciem o desenvolvimento sustentável do município, auxiliando na regulamentação de leis ambientais na região. Os resultados obtidos do uso indevido nas APPs associados à geomorfologia permitiram obter as áreas de maior susceptibilidade erosiva. Também foi possível identificar as áreas de fragmentação da vegetação bem como quais os tipos de uso que desencadeia esse processo associado ao contexto histórico de ocupação do município.

Diante dos tipos de informações geradas neste trabalho, permite aos órgãos gestores e fiscalizadores conhecer a sua região e identificar as áreas de infração ambiental com um maior detalhamento. Devido às irregularidades ambientais encontradas na região foi necessário a criação de uma lei que regularizasse a situação ambiental das propriedades rurais.

Como o que ocorreu em julho de 2009 com a criação da nova Lei Estadual nº 11.478/2009 que regulamenta o Plano Estadual de Adequação e Regularização Ambiental dos Imóveis Rurais, no qual prevê a regularização e adequação ambiental dos imóveis rurais do

Estado da Bahia, por meio da recuperação e regularização da reserva legal e das áreas de preservação permanente.

Portanto, a regularização ambiental passa a ser um requisito prévio para o processamento dos pedidos de licenciamento de empreendimentos e atividades agropastoris localizados no interior de imóvel rural.

As irregularidades, em grande parte, se deviam aos desmatamentos legais (dentro dos 80%), mas sem autorização do IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis), portanto o objetivo não é apenas adequar-se à lei, mas, com isso obter acesso a novos mercados, já que a região do oeste baiano é a sexta maior produtora de soja do país em área plantada e o segundo em algodão, sendo que metade da fibra produzida é exportada (Jornal da Ciência, 2009).

Daí a importância da participação e parcerias de toda a sociedade, órgãos gestores e fiscalizadores, instituições de pesquisa que auxiliem no planejamento da gestão dos recursos naturais, promovendo um desenvolvimento econômico e social sustentável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SÁBER, A. **Os Domínios de Natureza no Brasil: Potencialidades Paisagísticas**. São Paulo: Ateliê, 2003. 160p.
- ACACCIO, G. de M. Ferramentas biológicas para avaliação e monitoramento de habitats naturais fragmentados. In. **Fragmentação de Ecossistemas: Causas, Efeitos sobre a Biodiversidade e Recomendações de Políticas Públicas**. 2 ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005. 368-289 p.
- ADAMS, J. B., & GILLESPIE A. R. (2006). Remote sensing of landscapes with spectral images. A physical modeling approach. New York, Cambridge **University Press**. 362 p.
- ADAMS, J. B., SABOL, D., KAPOV, V., FILHO, R. A., ROBERTS, D. A., SMITH, M. O., & GILLESPIE, A. R. (1995). Classification of multispectral images based on fractions of endmembers: application to land-cover change in the Brazilian Amazon. **Remote Sensing of Environment**, 52: 137–154.
- ALCÂNTARA, E. H. de. & SOUZA, A. Produção de sedimentos na zona costeira da Bahia – Brasil. **Revista Brasileira de Cartografia**. Rio de Janeiro, v. 62/02. p 199-205. 2010.
- AMORIM JUNIOR, V. & LIMA, O. A.L. de. Avaliação hidrogeológica do aquífero Urucuia na bacia do rio das Fêmeas - BA usando resistividade e polarização elétrica induzida. **Rev. Bras. Geof.** [online], vol.25, n.2, p 117-129. 2007
- AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. ANA. **HIDROWEB: Séries históricas**. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/>>. Acesso em: 10 jan. 2011.
- ANDRADE, A. C. de. **Análise dos fragmentos florestais na Bacia do Rio Ariranha (SC), a partir de imagens IKONOS, associada à geomorfologia, como subsídio à gestão ambiental**. 2005. f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Departamento de Geografia, Universidade de Brasília, Brasília, 2005.
- AULICINO, L.C.M; RUDORFF, B.F.T; MOREIRA, M.A; MEDEIROS, J.S; SIMI Jr.,R. Subsídios para o Manejo Sustentável da Bacia Hidrográfica do Rio Una através do uso de técnicas de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto. In: Anais em CD-ROM do IX **SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE PERCEPCIÓN REMOTA**, Puerto Iguazu, Misiones, Argentina, Novembro 2000.
- BAHIA. **PLANO ESTADUAL DE ADEQUAÇÃO E REGULARIZAÇÃO AMBIENTAL DOS IMÓVEIS RURAIS LEI N° 11.478** de 01 de julho de 2009.
- BASKENT, E. Z.; JORDAN, G. A. 1995. Characterizing spatial structure of forest landscapes. *Can J For Res.* 25:1830-1849.
- BERTONI, J. & LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 6 ed. São Paulo: Ícone, 2008. 355p.

BIERREGARD, R. O. Jr.; LOVEJOY, T. E.; KAPOS, V.; SANTOS, A. S.; HUTCHINGS, R. W. 1992. The biological dynamics of tropical rainforest fragments: a prospective comparison of fragments and continuous forest. **BioScience** 42:859-866.

BORGES, K. M. R. **Avaliação da susceptibilidade erosiva da Bacia do Rio Carinhanha (MG/BA) por meio da EUPS – Equação Universal de Perda de Solos**. 2009. 80p. Dissertação (Mestrado em Geografia). Departamento de Geografia. Universidade de Brasília. Brasília, 2009.

BRASIL. Lei n. 4771, de 15 de setembro de 1965. Institui o novo Código Florestal Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L4771.htm>. Acesso em: 20 de junho, 2009.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Secretária-Geral. **Projeto RADAMBRASIL**. Folha SD-23 Brasília; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. vol. 29, 660p. Rio de Janeiro. 1982.

BRADY, N. C. **Natureza e propriedade dos solos**. 7 ed. Rio de Janeiro: F Bastos, 1989, 878p.

BRONDÍZIO, E.S., MORÁN, E.F, MAUSEL, P. & WU, Y. (1993). Dinâmica da Vegetação do Baixo Amazonas: Análise Temporal do Uso da Terra Integrando Imagens Landsat-TM, Levantamento Florístico e Etnográfico, in: **Anais do VII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Curitiba (PR), Brasil, Vol. 2, p. 38-46.

BURGESS, R.L. & SHARPER, D.M. (Eds.) (1981). **Forest Island Dynamics in Man-dominated Landscape**. Springer Verlag, New York. 310 pp.

BURROUGH, P.A. Principles of geographical information systems for land resources assessment. **Oxford University press**. Oxford, 1992. 194 p.

CAKIR, H. I., KHORRAM, S., & NELSON, S. A.C. (2006). Correspondence analysis for detecting land cover change. **Remote Sensing of Environment**, 102 (3-4): 306-317.

CÂMARA, G. **Anatomia de sistemas de informações geográficas, visão atual e perspectiva de evolução: Sistemas de Informações geográficas e suas Aplicações na Agricultura**. Planaltina. EMBRAPA – CPAC, 1993. p. 37-59.

CARVALHO, N. O. **Hidrossedimentologia prática**. Brasil, Ministério de Minas e Energia, Cia Pesq. Rec. Minerais, Rio de Janeiro, 1994. 317p.

CARVALHO, P. R.de S. **Análise comparativa de métodos de delimitação automática das sub-bacias do alto curso do Rio Preto**. 2007. 48 p. Dissertação (Mestrado em Geografia), Departamento de Geografia, Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

CARVALHO JÚNIOR, O. A.de.; GUIMARÃES, R. F. Implementação em ambiente computacional e análise de emprego da área de contribuição no cálculo do fator topográfico (LS) da USLE. **Anais do VII Simpósio Nacional de Controle de Erosão**, Goiânia – Go, 2001b.

CARVALHO, T. M. de.; BAYER, M. Utilização dos produtos da SHUTLER RADAR TOPOGRAPHY MISSION“ (SRTM) no mapeamento geomorfológico do estado de Goiás. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Rio de Janeiro, Ano 9, n. 1. 2008. Disponível em: <http://www.ugb.org.br/final/normal/main_template.php?pg=15>. Acesso em: 16 de julho de 2010.

CATELANI, D. **Análise Temporal do Uso da Terra com imagens de satélite LandSat 7 Sensor ETM+, no município de Santa Margarida do Sul – RS.** Santa Maria: 2002. 117 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2002.

CATELANI, C. S.; BATISTA, G. T. Mapeamento das Áreas de Preservação Permanente (APP) do município de Santo Antônio do Pinhal, SP: um subsídio à preservação ambiental. **Ambi-Agua**, Taubaté, v. 2, n. 1, p. 30-43, 2007.

CERQUEIRA, R.; BRANT, A.; NASCIMENTO, M. T. & PARDINI, R. Fragmentação: Alguns conceitos. In. Ministério do Meio Ambiente – MMA. **Fragmentação de Ecossistemas: Causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas.** Denise Marçal Rambaldi, Daniela América Suárez de Oliveira (orgs). Brasília: 2 ed. MMA/SBF. 510p. 2005.

CHAVES, H. M. L. Aplicação de modelos na previsão da erosão. **Anais do V Simpósio Nacional de Controle de Erosão.** Bauru –SP. 1995. 45-54p.

CHAVES, H. M. L. Estimativa da erosão atual e potencial no Vale do São Francisco. In. Relatório Final de Consultoria. Brasília: CODEVASF-FAO, 1994. 35P.

CHAVES JUNIOR, S.; BOWELL, A. Comparison of the spectral information content of LAND-SAT Thematic Mapper and SPOT for three different sites in the Phoenix, Arizona region. **Photogrammetric engineering and remote sensing**, v.54, n.12, p.1699-1708, 1988.

CHEN, L.; WANG J.; BOJIE F.; QIU Y. (2001). Land-use change in a small catchment of northern Loess Plateau, China. **Agriculture Ecosystems and Environment**. 86: 163–172.

COLLINS, J. B., & WOODCOCK, C. E. (1994). Change detection using the Gramm-Schmidt transformation applied to mapping forest mortality. **Remote Sensing of Environment**, 50: 267-279.

COLLINS, J. B., & WOODCOCK, C. E. (1996). An assessment of several linear change detection techniques for mapping forest mortality using multitemporal Landsat TM data. **Remote Sensing of Environment**, 56: 66–77.

COMPANHIA BAIANA DE PESQUISA MINERAL. CBPM. Disponível em: <http://www.cbpm.com.br/paginas/meio_bahia.php>. Acesso em: 20 Fev. 2010

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. Resolução n. 303, de 20 de Março de 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30302.html>>. Acesso em: 7 de Fevereiro, 2009.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno. Resolução n. 302, de 20 de março de 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30202.html>>. Acesso em 7 de Fevereiro, 2009.

COPPIN, P. R., JONCKHEERE, I., NACKAERTS, K., MUYS, B., & LAMBIN, E. (2004). Digital change detection methods in ecosystem monitoring: a review. **International Journal of Remote Sensing**, 25(9): 1565-1596.

CORRÊA, T., COSTA, C., SOUZA, M. G., BRITES, R. S. Delimitação e Caracterização de Áreas de Preservação Permanente por Meio de um Sistema de Informações Geográficas (SIG). **Revista Árvore**. Viçosa - MG, v.20, n.1, p.129 - 135, 1996.

COUTO, P. Análise factorial aplicada a métricas da paisagem definidas em FRAGSTATS. In. **Investigação Operacional**. 24 (2004) 109-137. Portugal.

CUNHA, T.J.F.; MACEDO, J.R.; RIBEIRO, L.P.; PALMIERI, F.; FREITAS, P.L. & AGUIAR, A.C. Impacto do manejo convencional sobre propriedades físicas e substâncias húmicas de solos sob Cerrado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.1, n.1, p.27-36, 2001.

DAI, X. & KHORRAM, S. (1992). The effects of image misregistration on the accuracy of remotely sensed change detection. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, 36(5): 1566-1577.

Dale, V.D. and Pearson, S.M. (1997), 'Quantifying Habitat Fragmentation Due to Land Use Change in Amazônia', in Laurance, W.F. and Bierregaard, R.O. (eds.) **Tropical Forest Remnants, Ecology, Management, and Conservation of Fragmented Communities**, Chicago and London, University of Chicago Press: 400-410.

DE BRUIN, S. Querying probabilistic land cover data using fuzzy set theory. **International Journal of Geographical Information Sciences**, v.14, p.359-372, 2000.

DENARDIN, J. E. **Erodibilidade do solo estimada por meio de parâmetros físicos e químicos**. 1980. 81p. Tese de Doutorado. ESALQ/USP, Piracicaba-SP, 1980.

DOMON, G.; BOUCHARD, A. & GARIÉPY, M. (1993). The dynamics of the forest landscape of Haut-Saint-Laurent (Quebec, Canada): interactions between biological factors perceptions and policy. **Landscape and Urban Planning**, 25: 53-74.

DESMET, P. J. J.; GOVERS, G. A. GIS Procedure of automatically calculation teh USLE LS factor on topographically complex landscape units. **Journal of Soil and Water Conservation**. v. 5, n. 5:427-433, 1996.

DONZELI, L. P.; VALÉRIO FILHO, M.; PINTO, S. A. F.; NOGUEIRA, F. P.; ROTTA, C. L.; LOMBARDI NETO, F. (1992). Técnicas de Sensoriamento Remoto Aplicadas ao Diagnóstico Básico para Planejamento e Monitoramento de Microbacias Hidrográficas, In: **Microbacia do Córrego São Joaquim (Município de Pirassununga, SP)** coord: Lombardi Neto, F. & Camargo, O. A. Campinas, Instituto Agrônômico, 138p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. EMBRAPA SOLOS. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2006. 306p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. EMBRAPA CERRADOS. 2010, no prelo.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Agência de Informação Embrapa. **Bioma Cerrado**. Disponível em < http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01_65_911200585234.html> Acesso em 20 de Ago. de 2010.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. EMBRAPA MONITORAMENTO POR SATÉLITE. Aptidão Agrícola do Maranhão. Disponível em < <http://www.aptidaoma.cnpm.embrapa.br/conteudo/material.htm>>. Acesso em 20 de Out. 2010.

FARINASSO, M.; CARVALHO JÚNIOR, O. A.; GUIMARÃES, R. F.; GOMES, R. A. T.; RAMOS, V. M. 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 seu fatores na região do Alto-Paranaíba – PI-MA. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. Rio de Janeiro. Ano 7, n. 2. 73-85p. 2006.

FARR, T. G.; ROSEN, P.A.; CARO, E.; CRIPPEN, R.; DUREN, R.; HENSLEY, S.; KOBRICK, M.; PALLER, M.; RODRIGUEZ, E.; ROTH, L.; SEAL, D.; SHAFFER, S.; SHIMADA, J. (2007), The Shuttle Radar Topography Mission, **Rev. Geophys.**, 45, RG2004,

FELIZOLA, E. R. **Avaliação de Fragmentação de Áreas Naturais de Cerrado para a Proposição de um Corredor Ecológico no Distrito Federal**. 2005. 72 p. Dissertação (Mestrado), Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, 2005.

FOODY, G.M., & BOYD, D.S. (1999). Detection of partial land cover change associated with the migration of inner-class transitional zones. **International Journal of Remote Sensing**, 20: 2723–2740.

FORMAN, R.T.T. & GORDORN, M. (1986). **Landscape Ecology**. Wiley, New York. 619 p.

FORMAN, R.T.T. (1995). **Land Mosaics, the Ecology of Landscapes and Regions**. Cambridge University Press, Cambridge, New York. 632 pp.

FUNG, T. (1990). An assessment of TM imagery for land-cover change detection. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing** 28(4): 681-684.

FUNG, T., & LE DREW, E. (1987). Application of principal components analysis to change detection. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, 53: 1649–1658.

GAMARRA, R. M. **Identificação de Fitofisionomias e Análise da Fragmentação da Vegetação na Região do Parque Natural Municipal Salto do Sucuriú, Utilizando Imagem de Alta Resolução**. 2008. 73p. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação). Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2008.

GASPAR, M.T.P. **Sistema Aquífero Urucuia: Caracterização regional e proposta de gestão**. 2006. 158p. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências – Universidade de Brasília, Brasília, Brasília, 2006.

GOEDERT, W. J. WAGNER, E. & BARCELLOS, A. de O. Savanas Tropicais: dimensão, histórico e perspectiva. In: **Savanas: Desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais**. Planaltina. EMBRAPA-CPAC, 2008. p.49-77.

GONG, P. (1993). Change detection using principal component analysis and fuzzy set theory. **Canadian Journal of Remote Sensing**, 19: 22–29.

GONG, P., LEDREW, E. F., & MILLER J. R. (1992). Registration–noise reduction difference images for change detection. **International Journal of Remote Sensing**, 13: 773–779.

GUIMARÃES, R.F. et al. Emprego da imagem IKONOS e de um modelo digital de terreno na detecção de áreas de infração do código florestal. **Espaço & Geografia**. Brasília, v. 8, n.1, p. 99-122, 2005.

GUSTAFON, E. J. 1998. Quantifying landscape spatial pattern: What is the state of the art. **Ecosystems**: 143-156.

HARRIS, L. D. The fragmented forest. **The University of Chicago Press**, Chicago. 1984.

HARRISO, S.; MURPHY, D. D.; EHRLICH, P. R. Distribution of the Bay Chekerpot Butterfly **Euphydryas editha bayensis**: evidence for a metapopulation model. *Am. Nat.* 132:360-382. 1998.

HOWARTH, P.J. & MICKWARE, G.M. (1981). Procedures for change detection using Landsat digital data. **International of Remote Sensing**, 2: 277-279.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. **Atlas Nacional do Brasil** 4.ed. Rio de Janeiro. 2002. 1 DvD-ROM.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. **Manual Técnico de Geomorfologia**. 2. Ed. Rio de Janeiro, 2009. 175 p. (Manuais Técnicos em Geociências, 5).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE 2009/2010 [Online]. *IBGE Cidades*. Homepage : <http://www.ibge.com.br/cidadesat/topwindow.htm?1>

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Curso de treinamento: introdução às técnicas de sensoriamento remoto e aplicações**. São José dos Campos, 1980. Relatório INPE–1969–MO/004.

IVERSON L.R. (1988). Land-use change in Illinois, USA: The influence of landscape attributes on current and historic land use. **Landscape Ecology**. 2: 45–62.

JAPAN AEROSPACE EXPLORATION AGENCY. JAXA. 2006. **ALOS Product Format Description**. Disponível em: <http://stage.tksc.jaxa.jp/eorcalos/PRISM_L1_J_ENa.zip>. Acesso em: 20 de Jan. de 2007.

JENSEN, J. R. (1986). **Introductory digital image processing: a remote sensing perspective**, Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, 379 pp.

JENSEN, J. R., COWEN, D. J., NARUMALANI, S., ALTHAUSEN, J. D., & WEATHERBEE, O. (1993). An evaluation of Coastwatch change detection protocol in South Carolina. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, 59(4): 519– 525.

Oeste da Bahia prepara sua regulamentação ambiental. **Jornal da Ciência**. São Paulo. 20 ago. 2009. Disponível em: < <http://www.jornaldaciencia.org.br/Detailhe.jsp?id=65514>> Acesso em: 13 de Jan. 2011.

KAREIVA, P. 1990. Population dynamics in spatially complex environments: theory and data. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London**. B(330):175-190.

KLEINPAUL, J. J. **Análise Multitemporal da Cobertura Florestal da Microbacia do Arroio Grande, Santa Maria – RS**. 2005, 79 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

LU, D., MAUSEL, P., BRONDÍZIO, E., AND MORAN, E. (2004). Change detection techniques. **International Journal of Remote Sensing**, 25(12): 2365–2407.

MANAVALAN, P., KESAVASAMY, K., & ADIGA, S. (1995). Irrigated crops monitoring through seasons using digital change detection analysis of IRD–LISS 2 data. **International Journal of Remote Sensing**, 16: 633–640.

MANNINGEL, A.R.; CARVALHO, M.e P.; MORETI, D.; MEDEIROS, L. Da R. Fator erodibilidade e tolerância de perda de solos do Estado de São Paulo. **Acta Scientiarum**. Maringá, v. 24, n. 5, p. 1335-1340, 2002.

MAS, J. F. (1999). Monitoring land-cover changes: a comparison of change detection techniques. **International Journal of Remote Sensing**, 18: 711-725.

MATA, C. L. **Análise multitemporal da susceptibilidade erosiva na bacia do Rio Urucuia (MG) por meio da Equação Universal de Perdas de Solos**. 2009. 71 p. Dissertação (Mestrado em Geografia). Departamento de Geografia, Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

McGARIGAL, K.; MARKS, B. J. (1995). FRAGSTATS: spacial pattern analysis program for quantifying landscape structure. **Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-351**. Portland, OR: US. Department of Agriculture, Foreste Service, Pacific Northwest Research Station. 122 p.

MDA Federal (2004), Landsat GeoCover ETM+ 2000 Edition Mosaics Tile N-03-05.ETM-EarthSat-MrSID, 1.0, USGS, Sioux Falls, South Dakota, 2000.

MENKE A. B., CARVALHO JUNIOR O. A., GOMES, R.A.T., MARTINS, E. S. & OLIVEIRA S. N. (2009). Análise das mudanças do uso agrícola da terra a partir de dados de

sensoriamento remoto multitemporal no município de Luis Eduardo Magalhães (Bahia – Brasil). **Sociedade & Natureza**, 21(3): 315-326.

METZGER, J. P. Estrutura da paisagem: o uso adequado de métricas. In. JÚNIOR, L. C.; PÁDUA, C.V.; RUDRAN, R. **Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre**. Curitiba. UFPR. Fundação O Boticário de Proteção à Natureza. 667 p. 2003.

MUELLER, C.C; MARTHA Júnior, G.B. A agropecuária e o Desenvolvimento Socioeconômico Recente do Cerrado. In. **Savanas: Desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008.p.104-169.

MUNYATI, C. (2000) Wetland change detection on the KafueFlats, Zambia, by classification of a multitemporal remote sensing image dataset. **International Journal of Remote Sensing**, 21(9): 1787–1806.

NARUMALANI, S.; MISHRA, D.R.; ROTHWELL, R.G. (2004) Change detection and landscape metrics for inferring anthropogenic processes in the greater EFMO area. **Remote Sensing of Environment**, 91: 478–489.

NIELSEN, A. A., CONRADSEN, K., & SIMPSON, J. J. (1998). Multivariate Alteration Detection (MAD) and MAF Postprocessing in Multispectral, Bitemporal Image Data: New Approaches to Change Detection Studies. **Remote Sensing of Environment**, 64: 1–19.

O'CALLAGHAN, J.F.; MARK, D.M. (1984) The extraction of drainage networks from digital elevations data. **Computer Vision, Graphics and Image Process**, 28(3):323-344.

PALMIERI, F.; LARACH, J. O. I. Pedologia e Geomorfologia. In: **GEOMORFOLOGIA E MEIO AMBIENTE**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. p. 59-122.

PAN D., DOMON G., DE BLOIS S. & BOUCHARD A. (1999). Temporal (1958–1993) and spatial patterns of land use changes in Haut Saint-Laurent Quebec, Canada and their relation to landscape physical attributes. **Landscape Ecology**, 14: 35–52.

PEREIRA, L. H.; PINTO, S. A. F. Utilização de imagens aerofotográficas no mapeamento multitemporal do uso da terra e cobertura vegetal na bacia do rio Corumbataí – SP, com suporte de sistemas de informações geográficas. In. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13. 2007, Florianópolis. **Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. Florianópolis. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. 2007. p. 1321-1328.

POPE, S.E.; FAHRIG, L.; MERRIAM, H.G. (2000). Landscape complementation and metapopulation effects on Leopard Frog populations. **Conservation Biology**, 81:2498–2508.

POUDEVIGNE, I.; VAN ROOIJ, S.; MORIN, P. & ALARD, D. (1997). Dynamics of rural landscapes and their main driving factors: A case study in the Seine Valley, Normandy, France. **Landscape and Urban Planning**, 38: 93–103.

ROIG, H. L. **Modelagem e integração de dados aplicados à análise dos processos erosivos e de transporte de sedimentos – o caso da Bacia do Rio Paraíba do Sul – SP.** 2005. 223 p. (Tese de Doutorado). Universidade de Brasília, Brasília, 2005.

SADER, S. A., STONE, T. A. & JOYCE, A. T. (1990), Remote Sensing of Tropical Forests: An Overview of Research and Applications Using Non-Photographic Sensors. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 56 (10) 1343-1351.

SANO, E.E.; BARCELLO, A.O.; BEZERRA, H.S. (2001). Assessing the spatial distribution of cultivated pastures in the Brazilian savanna. **Pasturas Tropicales**, 22(3): 2-15.

SANTOS, C. C. M. dos; CAMARA, A. da Silva. **Impactos da modernização da agricultura no oeste baiano: repercussão no espaço do cerrado a partir da década de 80.** Salvador: [s.n.], 2000. 232p Dissertação (Mestrado) -Universidade Federal da Bahia, Bahia, 2000.

SANTOS, E.P. **Simulações do Potencial Erosivo frente a Mudanças Climáticas em Mato Grosso/BR: experimentos a partir de técnicas de geoprocessamento e mapeamentos disponíveis na internet.** 2008. Monografia (Especialização) Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, 2008.

SARAIVA, A. G. S.; SOUSA, R. F. de.; MENESES, L. F. de. Análise multitemporal do processo de desertificação do município de Boa Vista – PB utilizando dados orbitais. In. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS E TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO, 3. , 2010, Recife. **Anais do III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologia da Informação.** Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2010. p. 001-008.

SAUNDERS, D. A.; HOBBS, R. J.; MARGULES, C. R. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. **Conserv. Biol.**, 7: 18-32. 1991.

SCHNEIDER L.C. & PONTIUS R.G. (2001). Modeling land-use change in the Ipswich watershed, Massachusetts, USA. **Agriculture Ecosystems and Environment**, 85: 83–94.

SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS, SANEAMENTO E HABITAÇÃO. SRHSH. Bahia. Coordenação de Recursos Hídricos: Plano Diretor de Recursos Hídricos: Bacia do Rio Grande. HIGESA, 1993. 266 p.

SILVA, A.M.da.; ALVARES, A. Levantamento de informações e estruturação de um banco de dado sobre a erodibilidade de classes de solo no estado de São Paulo. **Geociências**. v. 24, n. 1, p. 33-41, 2005.

SILVA, V. C. **Erosão atual, erosão potencial e aporte de sedimento na Bacia do rio Paracatu (MG/GO/DF).** Tese de Doutorado. 2001. 108p. Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, 2001.

SILVA, W. S.; VIEIRA, V. C. B.: Evolução multitemporal do uso e cobertura do solo no município de Uruçuí –PI. In. **Anais do II Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte e Nordeste de Educação Tecnológica.** João Pessoa, Instituto Federal do Pará, 2007.

- SIMPSON, J.W., BOERNER, R.E.J., DEMERS, M.N., BERNS, L.A., ARTIGAS, F.J. & SILVA, A. (1994). Forty-eight years of landscape change on two contiguous Ohio landscapes. **Landscape Ecology**, 9: 261–270.
- SINGH, A. (1989). Digital change detection techniques using remotely-sensed data. **International Journal of Remote Sensing**, 10: 989–1003.
- SÖDERSTRÖM, B. & PÄRT, T. (2000). Influence of landscape scale on farmland birds breeding in semi-natural pastures. **Conservation Biology**, 14: 522–533.;
- STEIN, D.P.; DONZELLI, P.L.; GIMENEZA, A.F.; PONÇANO, W.L.; LOMBARDI NETO, F. Potencial de erosão laminar, natural e antrópico, na Bacia do Peixe-Paranapanema. **Anais 4º Simpósio Nacional de Controle de Erosão**. Marília-SP: ABGE/DAEE, 1987. p. 105-135.
- STOW, D. A. & CHEN, D. M. (2002). Sensitivity of multitemporal NOAA AVHRR data of an urbanizing region to land-use/land-cover change and misregistration. **Remote Sensing of Environment**, 80: 297–307.
- STOW, D. A. (1999). Reducing the effects of misregistration on pixel-level change detection. **International Journal of Remote Sensing**, 20: 2477–2483.
- SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA – SEI. **Panorama da migração dos municípios baianos em 1995-2000**. Salvador, 2007.
- TARBOTON, D. G. A. New method for the determination of flow directions and up slope areas in grid digital elevation models. **Water Resources Research**. V. 33, p. 309-319, 1997.
- TURNER, M. G. Spatial and temporal analysis of landscape patterns. 1990. **Landscape Ecology**, v. 4 (2), p 21 – 30.
- TURNER, M. G. 1989. Landscape ecology: the effect of pattern on process. **Annual Review of Ecology and Systematics** 20: 171-197.
- TOWNSHEND, J. R. G. JUSTICE, C. O. GURNEY, C., AND MCMANUS, J. (1992). The impact of misregistration on change detection. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, 30: 1054–1060.
- TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: Enfrentando a escassez**. São Carlos: RiMa, IIE, 2 ed., 2005.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS. UFLA. **Solos do Cerrado**. Disponível em: <WWW.dcs.ufla.br/Cerrados/Portugues/CIntrop.htm>. Acesso em: 20 de jul. 2010.
- VALENTIN, E.F.D. **Modelagem dinâmica de perdas de solo: o caso do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Descoberto – DF/GO**. 2008. 149 p. Tese de Doutorado. Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

- VALÉRIO FILHO, M. Gerenciamento de bacias hidrográficas com aplicação de técnicas de geoprocessamento. In. TAUKE TORMELO, S. M. **Análise Ambiental: estratégias e ações**. Rio Claro: Centro de Estudos Ambientais – UNESP. p. 135-140. 1995.
- VERBYLA, D. L., and BOLES, S. H., (2000). Bias in land cover change estimates due to misregistration. **International Journal of Remote Sensing**, 21: 3553–3560.
- VIANA, V. M.; PINHEIRO, L. A. F. V. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. 1998. **Série Técnica IPEF**. v. 12, n. 32, p. 25-42, 1998. ESALQ – USP.
- VIANA, V.M. Biologia e manejo de fragmentos florestais naturais. In. **Anais VI Congresso Florestal Brasileiro**. Campos do Jordão: SBS/SBEF, 1990. p. 113-118. (Trabalho convidados).
- Viana. V., Tabanez, A. and Batista, J., 1997. Dynamics and restoration of forest fragments in the Brazilian Atlantic moist forest. In: Laurance, W.F. and Bierregaard, R.O. Editors, 1997. **Tropical Forest Remnants: Ecology, Management, and Conservation of Fragmented Communities** University of Chicago Press, Chicago, IL, pp. 351–365
- VILAR, O. M.; PRANDI, E. C. Erosão dos solos. In. **Solos do interior de São Paulo**. São Carlos-SP: ABMS E USP/SC, 1993. 177-206 p.
- VOLOTÃO, C. F. De S. **Trabalho de Análise Espacial: Métricas do FRAGSTATS**. 1998. 48 p. Dissertação (Mestrado). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São Jose dos Campos. 1998.
- WEISMILLER RA, KRISTOF SJ, SCHOLZ PE, ANUTA PE & MOMIN SA. (1977). Change detection in coastal zone environments. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, 43: 1533–1539.
- WISCHMEIER, W.H.; SMITH, D.D. **Predicting rainfall erosion losses from cropland East of the Rocky Mountains**. Washington: U.S. Department of Agriculture, 1965. 47p. (Agriculture Handbook nº 282).
- WISCHMEIER, W.H.; SMITH, D.D. **Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning**. Washington: USDA/ARS. 1978. 58 p.
- YUAN, D., & ELVIDGE, C. (1998). NALC Land Cover Change Detection Pilot Study: Washington D.C. Area Experiments. **Remote Sensing of Environment**, 66: 66-178.
- YUAN, F., SAWAYA, K. E., LOEFFELHOLZ, B., & BAUER, M. E. (2005). Land cover classification and change analysis of the Twin Cities (Minnesota) metropolitan area by multitemporal. Landsat remote sensing. **Remote Sensing of Environment**, 98(2): 317–328.
- ZONNEVELD, I.S. (1995). **Land Ecology**. SPB Academic Publishing, Amsterdam, Netherlands. 199 pp.