



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS

ERIKA RODRIGUES DIAS

**ANÁLISE DO RISCO À EROÇÃO DO SOLO NO MUNICÍPIO DE
LUCENA - PARAÍBA**

Orientador: Prof. Dr. Richarde Marques da Silva

JOÃO PESSOA – PB

2014

ERIKA RODRIGUES DIAS

**ANÁLISE DO RISCO À EROSÃO DO SOLO NO MUNICÍPIO DE
LUCENA - PARAÍBA**

Monografia apresentada à Coordenação do Curso de Geografia da Universidade Federal da Paraíba, para obtenção do grau de Bacharel. Orientado pelo professor Dr. Richarde Marques da Silva.

JOÃO PESSOA – PB

2014

Catálogo na publicação
Universidade Federal da Paraíba
Biblioteca Setorial do CCEN

D541a Dias, Erika Rodrigues.
Análise do risco à erosão do solo no município de Lucena - Paraíba /
Erika Rodrigues Dias. – João Pessoa, 2014.
59p. : il. -

Monografia (Bacharelado em Geografia) - Universidade Federal da
Paraíba.

Orientador: Prof. Dr. Richarde Marques da Silva.

1. Geografia urbana. 2. Erosão do solo. 3. Perdas do solo. 4. Sistemas
de informações geográficas. I. Título.

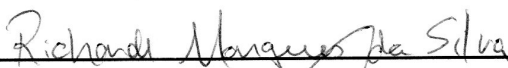
ERIKA RODRIGUES DIAS

**ANÁLISE DO RISCO À EROSÃO DO SOLO NO MUNICÍPIO DE LUCENA -
PARAÍBA**

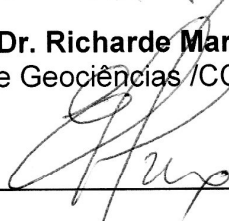
Monografia apresentada a Coordenação do Curso de Geografia da Universidade federal da Paraíba para a obtenção do grau de Bacharel em Geografia, JOÃO PESSOA – PB, 2014.

Aprovada em: 25/08/2014

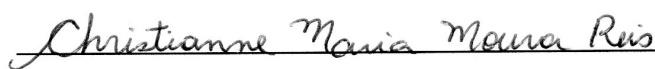
Banca Examinadora



Prof. Dr. Richarde Marques da Silva
(Departamento de Geociências /CCEN – UFPB - Orientador)



Prof. Dr. Eduardo Rodrigues Viana de Lima
(Departamento de Geociências /CCEN-UFPB– Examinador 01)



Profa. Dra. Christianne Maria Moura Reis
(Departamento de Geociências /CCEN-UFPB - Examinador 02)

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me proporcionar o dom da vida e por me conceder inúmeras conquistas.

A minha mãe, Maria Marinalva Alves Rodrigues, mulher batalhadora que me ensinou a jamais desistir dos meus ideais mesmo nos momentos mais difíceis, pois para vencer na vida é necessário seguir sempre em frente, com vontade e coragem.

Aos meus irmãos, Eduardo Rodrigues e Tiago Rodrigues, por me apoiarem em todos os momentos.

A minha tia, Maria de Lourdes, pelos valiosos conselhos e pelas longas conversas sobre a minha vocação profissional.

Aos meus amigos, Laciene Karoline, Loester França, Adeni Clementino, Viriândia Leite, que sempre me incentivaram e apoiaram, tornando a caminhada acadêmica mais leve, mais descontraída.

Aos colegas do LEPPAN, em especial, Ana Paula Xavier e José Carlos, pela contribuição no desenvolvimento desse trabalho.

Ao meu orientador, o professor Doutor Richarde Marques da Silva, pela paciência e pelo tempo dedicado a orientação desse trabalho.

A professora Christianne Maria Moura Reis, por avaliar esse trabalho.

Ao professor Eduardo Rodrigues Viana de Lima, por ter aceitado avaliar esse trabalho.

Enfim, a todos que contribuíram para a realização desse sonho.

“Tudo aquilo que o homem ignora, não existe para ele. Por isso, o universo de cada um se resume ao tamanho de seu saber”.

Albert Einstein

RESUMO

Os processos erosivos são fenômenos naturais que acontecem em todos os ambientes, porém o risco de destruição do solo em regiões brasileiras é muito elevado devido a susceptibilidade dos solos brasileiros à erosão. As perdas do solo no Brasil são derivadas de fatores relacionados a geodinâmica externa da Terra, tais como, inundações e enchentes, escorregamentos de solos e/ou rochas e tempestades. Na Paraíba vários municípios sofrem a ação intensa dos processos erosivos. O município de Lucena, localizado no litoral paraibano, não difere dessa realidade. Esse município foi escolhido como área de estudo desse trabalho por está inserido em duas unidades geoambientais bastante distintas, a Planície Litorânea e os Baixos Planaltos Costeiros, que, somada aos fatores climáticos e à interferência antrópica podem intensificar os processos erosivos existentes podendo resultar na ocorrência de perda de solo e em deslizamentos de terra. Sendo assim, esse trabalho analisou a perda de solo no município de Lucena através da EUPS (Equação Universal de Perda de Solo) identificando as áreas mais propensas à erosão. Por meio desse modelo foi identificado que a erosão ocorre com maior intensidade na região na qual predominam solos do tipo Argissolo Vermelho Amarelo onde o grau de erosão varia de 10 a 200 t/ha/ano correspondendo a um grau de erosão do tipo moderada a alta. Essa área apresenta índices pluviométricos que atingem um valor de erosividade de até 8864 MJ.mm/ha/h/ano, configurando, dessa forma, como uma área susceptível a ocorrência de erosão do solo. Por fim, foi possível concluir que a utilização integrada entre SIG e a EUPS se mostrou uma técnica eficiente na representação espacial das perdas de solo no município de Lucena e na identificação das áreas mais suscetíveis a erosão.

Palavras-chave: Processos Erosivos, Perda de Solo, Sistemas de Informações Geográficas.

ABSTRACT

The erosion processes are natural phenomena that occur in all environments, but the risk of soil destruction in Brazilian regions is very high due to the susceptibility of Brazilian soils to erosion. The soil loss in Brazil are derived from factors external geodynamics of the Earth, such as floods and floods, landslides of soil and / or rocks and storms. Several municipalities in Paraíba suffer the intense action of erosion. The municipality of Lucena, located in the Paraíba coast, not unlike this reality. This city was chosen as the study area for this work is inserted in two distinct geo-environmental units, the Coastal Plain and Lower Coastal Uplands, which, added to the climatic factors and human interference may intensify existing erosion may result in the occurrence of soil loss and landslides. Thus, this paper analyzed the loss of ground in the city of Lucena through the USLE (Universal Soil Loss Equation) identifying areas prone to erosion. By means of this model has been identified that erosion occurs with increased intensity in the region in which the predominant soil type Alfissol where the degree of erosion varies from 10 to 200 t / ha / year corresponding to a degree of erosion of moderate to high . This area has rainfall that reach a value of up to 8864 MJ.mm/ha/h/ano erosivity, configuring, thus as an area susceptible to occurrence of soil erosion. Finally, it was concluded that the integrated use of GIS and USLE proved an efficient technique for spatial representation of soil losses in the city of Lucena and the identification of areas most susceptible to erosion.

Keywords: Erosive processes, Soil Loss, Geographic Information System.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa mostrando a localização do município de Lucena – Paraíba.....	31
Figura 2: Mapa hipsométrico representando a variação altimétrica da superfície do município de Lucena.....	39
Figura 3: Mapa clinográfico representando as declividades do relevo de Lucena.....	41
Figura 4: Mapa da erosividade do município de Lucena.....	43
Figura 5: Distribuição espacial do fator de erodibilidade dos solos para o município de Lucena.....	44
Figura 6: Mapa do Fator LS para o município de Lucena.....	46
Figura 7: Uso e Ocupação do Solo e de Práticas Conservacionistas (fator CP) do município de Lucena.....	47
Figura 8: Mapa das Perdas de Solo do município de Lucena.....	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores de Vulnerabilidade propostos por ROSS (1994).....	33
Tabela 2. Classes de erosividade da chuva média anual e mensal.....	35
Tabela 3. Erodibilidade dos solos (fator K) do município de Lucena.....	36
Tabela 4. Uso e Ocupação do Solo e de Práticas Conservacionistas (fator CP) do município de Lucena.....	37
Tabela 5. Classificação dos graus de erosão.....	38
Tabela 6. Valores da área do município compreendida pela classes altimétricas.....	40
Tabela 7. Valores da área do município compreendida pelas classes clinográficas.....	41
Tabela 8. Valores da área compreendida pelos tipos de solos existentes no município em estudo.....	45
Tabela 9. Valores da área abrangida por cada classe de uso e ocupação do solo.....	48

LISTA DE ABREVIATURAS

AESA - Agência Executiva de Gestão das Águas da Paraíba

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

EUPS – Equação Universal de Perda de Solo

GPS - Sistema de Posicionamento Global

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

MNT - Modelo Numérico de Terreno

REM - Radiação Eletromagnética

SGBD - Sistemas Gerenciadores dos Bancos de Dados

SIG - Sistemas de Informação Geográfica

SRTM - Shuttle Radar Topography Mission

USLE - Universal Soil Loss Equation

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS	15
2.1 Objetivo Geral.....	15
2.2 Objetivos Específicos.....	15
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
3.1 PAISAGEM E SEUS MÚLTIPLOS CONCEITOS	16
3.2 SOLOS	19
3.2.1 Uso e Ocupação do Solo.....	20
3.2.2 Erosão dos Solos	22
3.3 IMPORTÂNCIA DO USO DAS GEOTECNOLOGIAS NA IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS COM RISCO DE EROSÃO DE SOLO ..	25
3.3.1 Geotecnologias	26
3.3.1.1 Sistemas de Informação Geográfica (SIG)	26
3.3.1.2 Bancos de Dados Digitais	27
3.3.1.3 Cartografia Digital	27
3.3.1.4 Sensoriamento Remoto	28
3.3.1.5 Sistema de Posicionamento Global	28
3.3.2 Modelagem Numérica do Terreno.....	29
3.3.3 Modelagem da Erosão dos Solos.....	30
4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	31
4.1 A Área de Estudo.....	31
4.2 Materiais e Métodos.....	32
4.3 Análise da Vulnerabilidade Geoambiental	32
4.3.1 A Equação Universal de Perdas de Solo: determinação dos fatores	34
4.3.1.1 O fator de Erosividade das Chuvas	34
4.3.1.2 O fator topográfico – LS.....	36
4.3.1.3 O Fator de Uso e Ocupação do Solo e de Práticas Conservacionistas.....	36
4.3.1.4 Análise das Perdas de Solo no Município de Lucena	37
5. RESULTADOS	39
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
REFERÊNCIAS	52
APÊNDICE	58

1. INTRODUÇÃO

A ocorrência de processos erosivos é um fenômeno natural que acontece em todos os ecossistemas, contudo, o risco de destruição do solo em regiões brasileiras é muito elevado devido à susceptibilidade dos solos brasileiros à erosão, conforme Baruselli (2006).

Os principais fenômenos relacionados à erosão no Brasil são derivados da dinâmica externa da Terra, como os fenômenos atmosféricos, hidrológicos que ocorrem na atmosfera terrestre (CASTRO et al., 2003).

Na Paraíba vários municípios sofrem a ação intensa dos processos erosivos. O município de Lucena, localizado no litoral paraibano, não difere dessa realidade. Esse município foi escolhido como área de estudo desse trabalho por está inserido em duas unidades geoambientais bastante distintas, a Planície Litorânea e os Baixos Planaltos Costeiros, que, somada aos fatores climáticos e à interferência antrópica podem intensificar os processos erosivos existentes podendo resultar na ocorrência de perda de solo e em deslizamentos de terra.

Para a realização de estudos de erosão do solo, uma das ferramentas mais adotadas atualmente tem sido a utilização de tecnologias geográficas ou geotecnologias, que permitem a localização de áreas e a manipulação de dados geográficos que possibilitam um monitoramento contínuo.

As geotecnologias são o conjunto de tecnologias para coleta, processamento, análise e oferta de informações com referência geográfica, compostas por soluções em hardware, *software* e *peopleware* que juntos constituem poderosas ferramentas para tomada de decisões (ROSA, 2005).

A partir das geotecnologias é possível gerar mapas temáticos de uma determinada área. Dentre as geotecnologias merecem destaque os sistemas de informação geográfica (SIG), o sensoriamento remoto, os sistema de posicionamento global (GPS) e a topografia.

Dessa forma, por meio da utilização das geotecnologias é possível realizar estudos referentes a erosão do solo possibilitando a representação espacial das áreas com elevado grau de erosão permitindo o monitoramento dessas áreas assim como aplicações de políticas adequadas visando conter ou minimizar os efeitos dos processos erosivos.

Sendo assim, este estudo contribuiu para o conhecimento da geomorfologia e das áreas mais propensas às perdas de solo por meio de uma discussão teórica dos conceitos de paisagem, erosão e da representação espacial das características da superfície do município de Lucena.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Esta pesquisa teve como objetivo analisar o risco de erosão do solo do município de Lucena – PB, utilizando as geotecnologias.

2.2 Objetivos Específicos

- Analisar a susceptibilidade à erosão do solo no município de Lucena;
- Estimar as perdas de solo no município de Lucena;
- Identificar as áreas mais susceptíveis à erosão dos solos no município de Lucena.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 PAISAGEM E SEUS MÚLTIPLOS CONCEITOS

A paisagem é um elemento fundamental para a compreensão das alterações que ocorrem no meio ambiente, pois reflete um processo de mudança ou evolução específico, seja devido à mudança geológica, climática ou pela interferência antrópica.

O termo paisagem pode apresentar duas possíveis etimologias, com dois significados principais: o primeiro, de coleção de territórios, e o segundo, de resultado de ação no território (MARTINS et al., 2004).

As ciências apresentam diferentes conceitos de paisagem. A ecologia clássica e a arquitetura utilizam o termo paisagem como sinônimo de ambiente (MARTINS et al., 2004).

Na Geografia Física, paisagem é frequentemente utilizada em relação à caracterização fisiográfica, geológica e geomorfológica da crosta terrestre (NAVEH e LIEBERMAN, 1994). Sendo assim, os conceitos de paisagem variam de acordo com o foco no objeto de estudo de cada ciência.

As ideias sobre paisagem, sob um ponto de vista científico, surgiram na Alemanha, tendo Alexandre Von Humboldt como pioneiro nas concepções paisagísticas no século XIX. Humboldt estudou a paisagem em relação à vegetação, considerada por ele como o dado mais significativo para caracterizar um aspecto espacial (MOURA e SIMÕES, 2010).

A partir do século XX cientistas de diversas áreas passaram a considerar a análise das relações entre os elementos climáticos na construção da paisagem. Tais ideias, contudo, foram sendo modificadas ao longo das décadas recebendo contribuições de diversos estudiosos e das escolas geográficas e a partir da década de 1960 foi adotada a concepção sistêmica do estudo da paisagem.

Essa nova concepção definia a paisagem como uma porção do espaço, caracterizada por um tipo de combinação dinâmica e instável de elementos geográficos diferenciados (físicos, biológicos e antrópicos) que, ao reagirem dialeticamente entre si, fazem da paisagem um conjunto geográfico indissociável que evolui em bloco (MOURA e SIMÕES, 2010).

Para Bertrand (1969), a paisagem não é a simples adição de elementos geográficos disparatados. É o resultado da combinação dinâmica, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução.

Segundo Sauer (1998), a concepção de paisagem está vinculada as relações associadas ao tempo e ao espaço num processo constante de desenvolvimento ou dissolução e substituição, estando sujeita às mudanças pelo desenvolvimento da cultura ou pela substituição destas.

Metzger (2001) propõe a paisagem como um mosaico heterogêneo formado por unidades interativas, sendo esta heterogeneidade existente para pelo menos um fator, segundo um observador e numa determinada escala de observação, onde o mosaico é o conjunto de habitats que apresentam condições mais ou menos favoráveis para a espécie ou a comunidade estudada. Dessa forma, o termo paisagem recebeu ao longo dos anos vários significados, variando desde uma simples análise dos componentes físicos do ambiente até a inserção do homem como elemento integrante e modificador da sua realidade.

A paisagem em processo de transformação constitui o que chamamos de espaço geográfico. O espaço geográfico é constituído pela paisagem e pela vida em sociedade que a transforma. Assim, conforme Rocha (2008), o espaço geográfico é o resultado do desempenho do homem sobre a natureza, configurado como um sistema de ações, criando objetos técnicos que alteram a própria natureza e a sociedade humana.

Dessa forma, o homem tem sido o principal agente modificador da paisagem, visto que suas interações com o meio tem alterado, de forma

significativa, a natureza. Tais alterações têm trazido à tona discussões relacionadas ao uso e ocupação do solo.

Os estudos de uso e ocupação do solo e da sua evolução têm sido considerados peça fundamental na compreensão dos impactos das atividades humanas no meio ambiente, isso porque as mudanças no uso do solo, desde as atividades agrícolas, até o processo de urbanização, modificaram a dimensão e forma das paisagens gerando perda de biodiversidade e degradação ambiental (CASIMIRO, 2000).

3.2 SOLOS

Como vários conceitos naturais, a definição de solo também é bastante complicada, pois varia muito de acordo com a sua utilização.

Para o agrônomo ou para o agricultor, o solo é o meio necessário para o desenvolvimento das plantas, enquanto para o engenheiro é o material que serve para a base de obras civis; para o geólogo, o solo é visto como o produto da alteração das rochas (TEIXEIRA et al., 2000).

Segundo a EMBRAPA (1999) o solo consiste em uma coleção de corpos naturais constituídos por parte sólida, líquida e gasosa, tridimensionais, dinâmicos, formados por materiais minerais e orgânicos, que ocupam a maior parte do manto superficial das extensões continentais.

O solo desempenha papel fundamental na vida humana e animal sendo fonte de provimento de alimentos, bioenergia e produção de fibras. Os solos também são necessários para construções de habitações, desenvolvimento industrial, circulação e transportes. Além disso, as características dos solos determinam a qualidade da água, pois influenciam na infiltração, filtragem, e disponibilização de água na natureza (SAMPAIO, 2011).

Os solos podem apresentar características diversas já que sua formação depende principalmente da rocha que deu origem, conforme afirma Coelho et al. (2013):

Como existem diferentes tipos de rochas e formas de relevo na superfície da terra, os quais estão sujeitos à ação das mais variadas condições climáticas e atuação diferenciada de organismos vivos, é mais fácil entender por que existem diferentes tipos de solos no mundo (COELHO et al., 2013, p. 51).

Contudo, o homem não vem respeitando as limitações de cada tipo de solo e isso pode ser devido ao desconhecimento sobre o assunto, como

também, pela necessidade de produção acelerada para suprir a demanda por alimentos fazendo forte pressão sobre esse recurso natural.

Por isso a preservação dos solos tem sido um dos temas mais debatidos no mundo, porque esse é um recurso finito e não-renovável e que uma vez destruído pode comprometer a vida na Terra.

Para proteger os recursos dos solos, está disponível hoje um conjunto de técnicas de manejo que incluem a identificação e mapeamento dos solos vulneráveis, a implementação de soluções alternativas à forte dependência de agroquímicos e, finalmente, o reflorestamento (TEIXEIRA et al., 2000).

3.2.1 Uso e Ocupação do Solo

A primeira lei a tratar sobre a questão do solo foi a Lei das Terras, de 1850, durante o período imperial, que passou a tratar a terra como mercadoria, mas essa lei foi um fracasso, pois apenas aumentou a concentração de terras nas mãos dos latifundiários (MARTINS, 1981).

Segundo Ferreira (2005), a Lei das Terras coibiu a pequena produção de subsistência, dificultando o acesso a terra pelos pequenos produtores, inclusive imigrantes, e forçando seu assalariamento nas grandes plantações.

Dessa forma ocorreu uma divisão social entre os que podiam pagar pela propriedade da terra e os que não podiam, sendo estes últimos ex-escravos e imigrantes que se viram obrigados a trabalhar na terra mesmo sendo livres.

Apesar das restrições de acesso à terra impostas pela Lei de Terras, Maricato (1997), chama a atenção para o fato dessa lei trazer à tona a distinção, pela primeira vez na história do país, entre o que é solo público e o que é solo privado, tornando possível, regulamentar o acesso à terra urbana, definindo padrões de uso e ocupação do solo.

No final do período imperial, o fracasso da política de terras tornou-se ainda mais notório. Devido a isso foi promulgada a Constituição Federal de

1891. Essa Constituição, de acordo com o artigo 64, transferiu aos Estados às terras devolutas situadas em seus respectivos territórios, cabendo à União somente a porção do território que era indispensável para a defesa das fronteiras, fortificações, construções militares e estradas de ferro federais. Mas, essa Constituição não diminuiu o problema de acesso à terra aos mais pobres.

As Constituições seguintes buscaram normatizar a ocupação do solo, porém sem sucesso. Contudo, a população excluída passou a reivindicar a regularização dos loteamentos e conquistaram a aprovação da Lei 6766, regulando o parcelamento do solo. Em Ferreira (2005), é possível verificar a revolta popular em busca de soluções para coibir a acumulação de terras, sem a efetiva utilização da mesma, por uma classe minoritária:

Na Constituinte de 1988, 130.000 eleitores subscrevem a Emenda Constitucional de Iniciativa Popular pela Reforma Urbana, e com isso conseguiram inserir na Constituição os artigos 182 e 183, que estabeleciam alguns instrumentos para o controle público da produção do espaço urbano e introduziam o princípio da chamada “função social da propriedade urbana”: imóveis situados na chamada “cidade formal” geralmente se beneficiam de infra-estrutura urbana (esgoto, água, luz, asfalto, etc.) custeada pelo poder público e, portanto, por toda a sociedade; mantê-los vazios, a prática recorrente dos especuladores, representa um alto custo social, assim exercer a função social da propriedade não é nada além de dar-lhes uso (FERREIRA, 2005, p.16).

A partir de então, os governos têm buscado formas de controlar o uso e ocupação da terra através da implantação de diversos instrumentos urbanísticos.

Dentre esses instrumentos urbanísticos merece destaque a Lei nº 10.257, mais conhecida como Estatuto da Cidade, cuja aprovação é bem recente, datando de 10 de Julho de 2001.

O Estatuto da Cidade veio regulamentar as exigências constitucionais reunindo normas relativas à ação do poder público na regulamentação do uso da propriedade urbana em prol do interesse público, da segurança e do bem

estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental. Além disso, fixa importantes princípios básicos que irão nortear estas ações (OLIVEIRA, 2001).

A partir dessa Lei, foi possível iniciar uma política de justiça social para o uso e ocupação do solo urbano, porém ainda há muito que ser feito para que se possa alcançar um equilíbrio entre acessibilidade à moradias e população pobre no Brasil.

3.2.2 Erosão dos Solos

Desde o período em que o homem deixou de ser nômade para fixar-se na terra e cultivá-la, o solo passou a ser um dos recursos naturais mais intensamente utilizados pelo homem, principalmente, para a produção de alimentos, sendo fundamental para a sua sobrevivência.

O planeta terra é riquíssimo em variedades de solo e cada tipo de solo possui características próprias, necessitando assim de práticas de uso distintas considerando suas fragilidades e potencialidades.

O solo é a parcela dinâmica da superfície terrestre, que suporta e mantém as plantas (IBGE, 2004). A formação do solo está intimamente ligada ao processo intempérico que atua sobre as rochas determinando as características do solo. De acordo com TEIXEIRA et al. (2000):

Nas regiões tropicais, como é o caso do Brasil, cada tipo de solo possui propriedades físicas, químicas e morfológicas específicas, mas em seu conjunto apresenta um certo número de atributos comuns como, composição mineralógica simples (quartzo, caulinita, oxi-hidróxidos de ferro e de alumínio), grande espessura e horizontes com cores predominantemente amarelas ou vermelhas (TEIXEIRA et al., 2000, p.60).

Devido aos registros de elevada precipitação nas zonas tropicais, os solos dessa região são pobres quimicamente e apresentam ecossistemas

frágeis às interferências antrópicas. Por essa razão, de acordo com TEIXEIRA et al. (2000), existe um serviço cartográfico da EMBRAPA que vem realizando desde a década de 1960 levantamentos dos tipos de solo brasileiros, pois a apropriação de forma indevida dos solos tem provocado grandes problemas ambientais com destaque ao fenômeno da erosão.

A erosão é considerada um fenômeno natural que ocorre devido a ação da água e do vento e que acarreta na separação das partículas do solo, afetando tanto áreas urbanas quanto áreas rurais.

Dessa forma, é um problema enfrentado por países do mundo todo, apesar de suas consequências serem mais sentidas pelos países subdesenvolvidos.

Contudo, nas últimas décadas, a intensidade com que a erosão está ocorrendo, vem acentuando devido às interferências antrópicas no meio, através dos desmatamentos, incêndios, deixando o solo exposto, desprotegido à ação direta das chuvas. Devido a essa interferência antrópica, muitos autores vem chamando o aceleração da erosão natural de erosão urbana.

Segundo Almeida Filho (1998), a erosão urbana está associada à falta de planejamento adequado, que considere as particularidades do meio físico, as condições sócio-econômicas e as tendências de desenvolvimento das áreas urbanas, ampliando as áreas pavimentadas, aumentando o volume e velocidade das enxurradas e acelerando os processos de desenvolvimento de ravinas e boçorocas, com perdas significativas para a população e o poder público local.

A erosão pode ocorrer devido a diversos fatores ambientais, entre os quais merecem destaque: o clima, a cobertura vegetal, o relevo e os tipos de solos.

O clima desempenha papel fundamental no processo erosivo, com destaque à precipitação, pois é o fator que mais contribui para a degradação do solo, já que o impacto das gotas de água faz com que as partículas do solo se desprendam e sejam transportadas. Dessa forma, chuva concentrada pode dar origem a áreas potenciais de erosão.

A cobertura vegetal é um dos principais fatores de defesa natural do solo contra a erosão, pelo aumento da evapotranspiração e da infiltração; e pela redução do escoamento superficial, no qual transportaria consigo os sedimentos (COUTINHO, 2008). Dessa forma, a cobertura vegetal age principalmente na suavização do impacto da gota de chuva no solo, facilitando assim a infiltração evitando, portanto, a perda de solo e a concentração de escoamento superficial.

Entre os principais efeitos da cobertura vegetal na proteção do solo, Bertoni e Lombardi Neto (1990), destacam os seguintes:

- Proteção do solo contra o impacto das gotas de chuva;
- Dispersão e interceptação das gotas d'água antes que esta atinja o solo;
- Ação das raízes das plantas, formando poros e canais que aumentam a infiltração da água;
- Ação da matéria orgânica que incorporada ao solo melhora sua estrutura e aumenta sua capacidade de retenção de água;
- Diminuição da energia do escoamento superficial devido ao atrito na superfície.

O relevo da região é fundamental no processo de erosão, pois este vai regular a velocidade e o volume do escoamento superficial através de sua morfologia, ou seja, das declividades do terreno e das formas das vertentes.

De acordo com Bertoni e Lombardi Neto (1990), o volume e a velocidade das enxurradas dependem diretamente do grau de declive da vertente. Por exemplo, se o declive do terreno aumenta quatro vezes, a velocidade do fluxo do escoamento superficial aumenta duas vezes e a capacidade erosiva quadruplica.

Os tipos de solo são fundamentais quando se trata de erosão, pois dependendo de suas características vão apresentar maior ou menor resistência à ação das chuvas. Sendo assim, segundo Tominaga et al. (2009), as variáveis físicas do solo, principalmente textura, estrutura, permeabilidade, profundidade e densidade, e as características químicas, biológicas e mineralógicas, exercem diferentes influências na erosão.

3.3 IMPORTÂNCIA DO USO DAS GEOTECNOLOGIAS NA IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS COM RISCO DE EROÇÃO DE SOLO

A degradação dos solos é um problema mundial que afeta a sociedade e a economia por isso é importante a realização de estudos sobre os solos e suas características e os fatores que causam ou que intensificam a perda do solo assim como a adoção de tecnologias capazes de registrar informações que possibilitem o conhecimento do território visando à adequada gestão e ordenamento territorial.

Isso porque o espaço é bastante dinâmico, gerando mudanças constantes nas formas de produzir e reproduzir o ambiente gerando novas necessidades para a vida em sociedade, por isso é importante o desenvolvimento e implantação de novas ferramentas visando otimizar as formas de uso das terras por meio da identificação e monitoramento de áreas adequadas e inadequadas à ocupação humana.

Atualmente, a associação de tecnologias que possibilitam o conhecimento de determinada área envolvendo análises espaciais são chamadas de geotecnologias.

Para Rosa (2005) as geotecnologias são o conjunto de tecnologias para coleta, processamento, análise e oferta de informação com referência geográfica.

As geotecnologias são compostas por sistemas de informação geográfica, bancos de dados digitais, cartografia digital, sensoriamento remoto e sistema de posicionamento global.

3.3.1 Geotecnologias

3.3.1.1 Sistemas de Informação Geográfica (SIG)

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), segundo Teixeira et al. (1992), são o conjunto de dados cujo significado contém associações ou relações de natureza espacial onde esses dados podem ser representados em forma gráfica (pontos, linhas, polígonos), numérica (caracteres numéricos) ou alfanumérica (combinação de letras e números).

O SIG é formado por quatro elementos básicos: *hardware*, *software*, dados e profissionais (ROCHA, 2000):

- O *hardware* é qualquer plataforma computacional, incluindo computadores pessoais, Workstations e mini-computadores de alta capacidade.
- O *software* de SIG é desenvolvido em níveis sofisticados, constituídos de módulos que executam as mais variadas funções.
- O dado é o elemento fundamental para o SIG, pois através desse é possível solucionar importantes problemas geográficos.
- Porém, o elemento mais importante do SIG é o profissional, a pessoa adequadamente treinada e com visão do contexto global.

Os sistemas de informações geográficas possuem como principais funções: integrar dados e/ou informações espaciais (dados cartográficos, censitários e de cadastramento, imagens de satélites, redes e modelos de elevação digital), numa base única; cruzar informações através de algoritmos de manipulação para gerar mapeamentos derivados; consultar, recuperar, visualizar e permitir saídas gráficas para o conteúdo da base de dados geocodificados (MACEDO, 2009).

3.3.1.2 Bancos de Dados Digitais

Os bancos de dados digitais vêm substituir o armazenamento analógico de informações, que além de dificultar o acesso aos dados é também mais susceptível à perda das informações principalmente devido a deteriorização dos documentos analógicos pela ação do tempo.

O banco de dados é uma coleção de dados relacionados que podem ser convencionais ou geográficos. Segundo Souza Filho et al. (2008), os bancos de dados geográficos distinguem-se dos bancos de dados convencionais por armazenarem dados relacionados com a localização das entidades, além dos dados alfanuméricos.

Os sistemas gerenciadores dos bancos de dados (SGBD) são a principal ferramenta disponível atualmente para o armazenamento, manipulação e organização de grandes volumes de informações (ROCHA, 2000).

3.3.1.3 Cartografia Digital

A partir do desenvolvimento da informática, ocorreram grandes mudanças na cartografia quanto ao tratamento dos dados geográficos onde as informações espaciais passaram a ser manipuladas com o auxílio dos computadores.

Sendo assim, conforme Abrahão (2011), a cartografia digital (ou automatizada) apoia-se na computação, em particular no processamento gráfico, e tem a finalidade de produzir representações digitais da realidade geográfica, que sejam precisas e atualizáveis, tornando a elaboração de mapas mais dinâmica e interativa.

Esse autor destaca como vantagem da cartografia digital a disponibilização digital, pois, atualmente, os produtos cartográficos podem ser

encontrados na internet ou em outros recursos de multimídia, facilitando a acessibilidade às informações cartográficas.

3.3.1.4 Sensoriamento Remoto

A origem do sensoriamento remoto ocorreu na década de 60 devido ao desenvolvimento da área espacial, que ficou conhecida como a década da corrida espacial. Os satélites meteorológicos foram os pioneiros e, por meio deles, quase que de uma maneira acidental é que o sensoriamento remoto deu os seus primeiros passos (MENESES, 2012).

Devido aos excelentes resultados desses programas espaciais ocorreu um investimento em pesquisas para a construção de novos equipamentos capazes de fotografar a Terra e de armazenar ou transmitir os dados coletados. A única possibilidade para fazer isso era obter os dados em formatos digitais, usando-se equipamentos eletrônicos denominados sensores (MENESES, 2012).

Por isso entende-se que o sensoriamento remoto é toda informação da superfície da Terra obtida por sensores sem que haja contato direto com o alvo. Para Moreira (2001), o sensoriamento remoto é o conjunto de atividades que tem como objetivo a obtenção de informações dos alvos e fenômenos dinâmicos da superfície terrestre, por meio da captação, registro e análise da radiação eletromagnética (REM) refletida e emitida pelos alvos da superfície, sem que haja contato físico entre o sensor e o alvo.

3.3.1.5 Sistema de Posicionamento Global

O sistema de posicionamento global é um sistema que permite que um usuário, em qualquer local da superfície terrestre, realize um posicionamento em tempo real. O princípio básico de navegação pelo GPS consiste na medida

de distâncias entre o usuário e os satélites. Conhecendo as coordenadas dos satélites num sistema de referência, é possível calcular as coordenadas da antena do usuário (MONICO, 2000).

O GPS surgiu com objetivos bélicos, mas em 1994, o sistema atingiu sua configuração final, e a partir daí foi possível integrá-lo totalmente às operações de levantamentos terrestres. Desde então, o sistema *Global Positioning System* tornou-se eficaz no apoio à navegação marítima, aérea e terrestre (CARVALHO, 2009).

Atualmente o uso de sistemas GPS se popularizou sendo considerado uma poderosa ferramenta que pode ser aplicada em diversas áreas oferecendo rapidez e localização precisa na realização dos trabalhos.

3.3.2 Modelagem Numérica do Terreno

Um Modelo Numérico de Terreno (MNT) é uma representação matemática computacional da distribuição de um fenômeno espacial que ocorre dentro de uma região da superfície terrestre (FELGUEIRAS, 2005).

As fontes mais comuns de amostras de modelos digitais de terrenos são: arquivos digitais, importados de outros sistemas, bases topográficas com isolinhas e pontos notáveis de máximos e mínimos, e levantamentos em campo transformados, de alguma forma, em informações digitais. As estruturas de modelos digitais de terreno mais utilizadas na prática são: os modelos de grade regular e os modelos de malha triangular (FELGUEIRAS, 2005).

Grade Regular ou Matriz de Elevação é a representação matricial onde cada elemento da matriz está associado a um valor numérico representativo da altitude a ser modelada. São utilizados algoritmos de interpolação que usam os valores amostrados para estimar os demais não levantados (REIS, 2003).

Na malha triangular cada polígono que forma uma face do poliedro é um triângulo (HAX, 2003). Nas grades triangulares segue-se o mesmo esquema de quando o desenho é feito manualmente: unem-se os pontos de maneira a

formar uma triangulação, de modo que não haja cruzamento de linhas (ROCHA e MOURA, 2001).

3.3.3 Modelagem da Erosão dos Solos

A modelagem da erosão do solo vem se destacando como uma ferramenta importante para a gestão territorial auxiliando na identificação de áreas propensas à erosão, pois visa analisar, por meio de operações matemáticas, o processo de separação, transporte e deposição das partículas de solo, com o objetivo de avaliar a perda de solos e prever onde e quando acontecerá.

Os modelos utilizados para a avaliação da perda de solo envolvem os principais fatores condicionantes desses processos. De acordo com Domingos (2006), o modelo mais utilizado para exprimir as perdas de solo por erosão, é a Equação Universal de Perdas de Solo (EUPS), mais conhecida como USLE – Universal Soil Loss Equation.

A Equação Universal de Perda de Solo foi desenvolvida no Centro Nacional de dados de Escoamento e Perda de Solo, sediado na Universidade de Purdue, EUA, a partir dos anos 30. No Brasil, os primeiros trabalhos com a equação surgiram a partir de 1975 em trabalhos desenvolvidos por BERTONI, no Estado de São Paulo (DOMINGOS, 2006).

A USLE estima as perdas de solo por erosão laminar através da multiplicação de seis fatores intrínsecos às características climáticas, propriedades do solo, relevo, cobertura vegetal com manejo agrícola e práticas conservacionistas (DUTRA, 1997).

Com os avanços da tecnologia é possível aliar a utilização de modelos que estimam as perdas de solo com ferramentas computacionais, como por exemplo, o uso de sistemas de informações geográficas (SIG), possibilitando a sobreposição de planos de informações distintos com modelos mais complexos.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

4.1 A Área de Estudo

A área escolhida como objeto de estudo desse trabalho foi o município de Lucena, conforme mostra a Figura 1. O município de Lucena está localizado na Microrregião Lucena e na Mesorregião Mata Paraibana do Estado da Paraíba. Sua área é de 89 km² representando 0.158% do Estado, 0.0057% da Região e 0.001% de todo o território brasileiro (CPRM, 2005).

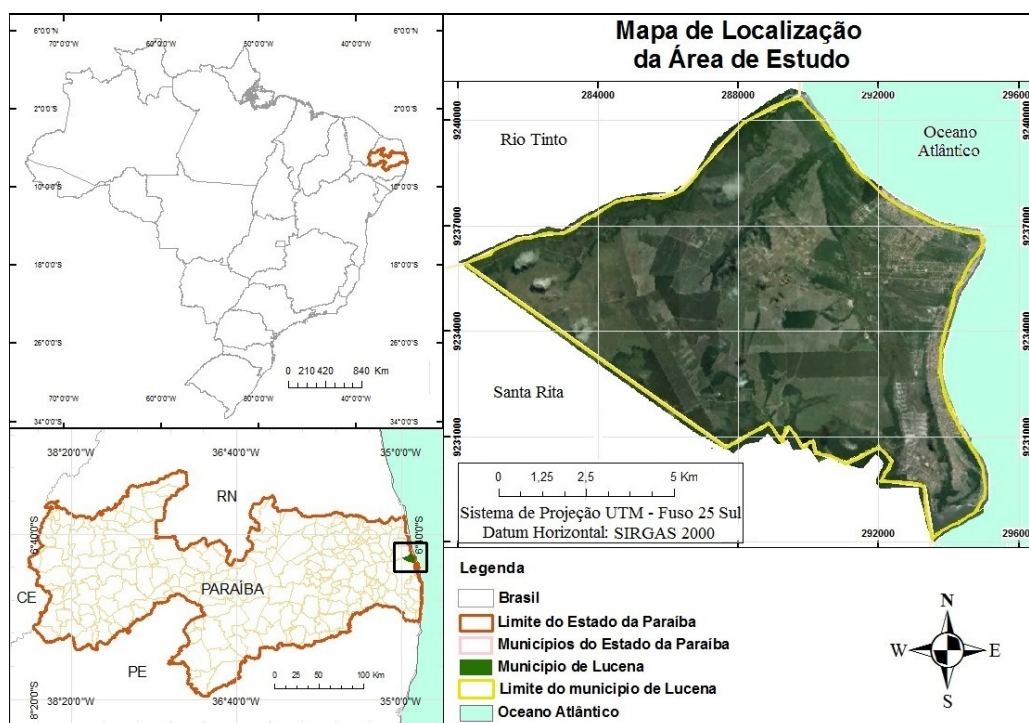


Figura 1: Mapa mostrando a localização do município de Lucena – Paraíba.
Autor: Erika Rodrigues Dias, 2014.

Lucena encontra-se inserida nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Miriri. Seus principais tributários são: os rios Caboclo, Mangereba e Soé, além do riacho Araçá (CPRM, 2005). Além disso, o município é composto pela unidade geoambiental dos Tabuleiros Costeiros, que acompanha o litoral de todo o nordeste, com altitude média de 50 a 100 metros compreendendo platôs

de origem sedimentar (CPRM, 2005); e pela unidade geoambiental da Planície Litorânea na qual se desenvolvem as atividades urbanas do município.

4.2 Materiais e Métodos

4.2.1 Análise da Vulnerabilidade Geoambiental

Para o desenvolvimento do presente estudo foram utilizadas imagens obtidas no *Google Earth*, imagens da missão *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), que são imagens de radar que possuem informações altimétricas, com resolução espacial de 90 metros, informações referentes ao tipo de solo e do uso e ocupação do solo do município e informações sobre os principais fatores que influenciam a perda de solo por erosão: erosividade das chuvas, erodibilidade dos solos, topografia e os fatores de manejo e práticas conservacionistas do solo.

As imagens de radar do SRTM foram obtidas no site da Embrapa, no qual foi escolhido o quadrante que corresponde à área de interesse, que neste caso se refere à carta SB-25-Y-A. As informações referentes ao tipo de solo foram disponibilizadas pela AESA contemplando os solos de todo o Estado da Paraíba. As informações de uso e ocupação do solo foram obtidas através da vetorização das classes utilizando como base imagens de satélite obtidas no *Google Earth* no ano de 2014.

O procedimento consistiu na importação da imagem SRTM para o software SPRING, no qual, foi realizado um recorte, utilizando como máscara de corte o limite do município de Lucena. A partir dessa imagem foi possível extrair as curvas de nível, equidistantes em 10 metros, contendo as informações altimétricas do terreno. Utilizando essas informações altimétricas, foi obtido o modelo numérico digital (MNT), permitindo a geração dos mapas de hipsometria e de declividade do terreno.

Para a obtenção do mapa hipsométrico foi realizado, no SPRING, o fatiamento das faixas de altitudes em sete classes altimétricas, a cada 10

metros para as duas primeiras classes, devido à presença da unidade geoambiental da planície litorânea que apresenta pouca variação altimétrica, e a cada 20 metros para as classes com maior variação altimétrica. Depois foram calculados os dados quantitativos referentes a área, em km², abrangida por cada classe altimétrica.

Posteriormente foi elaborado o mapa clinográfico, conforme a Figura 9. Para tanto foi criada uma categoria denominada declividade, no SPRING, e, em seguida, escolhida a entrada (Grade), a saída (Declividade) e unidade, em porcentagem, do produto final, transformando as curvas de nível em porcentagens de inclinação. A determinação dos intervalos das classes de declividade foi baseada nos critérios de vulnerabilidade proposto por Ross (1994), conforme mostra a Tabela 1.

Tabela 1. Valores de Vulnerabilidade propostos por ROSS (1994).

Vulnerabilidade	Declividade (%)
1. Muito Baixa	0 – 6
2. Baixa	6 – 12
3. Média	12 – 20
4. Alta	20 – 30

O mapa de uso e ocupação do solo foi obtido através da vetorização dos usos do solo a partir da observação de imagens obtidas no *Google Earth*, no ano de 2014. Para tanto, as imagens foram georreferenciadas em ambiente SIG a partir da qual foi possível, através da observação, realizar a vetorização das classes de uso e ocupação dos solos existentes no município de Lucena, viabilizando a avaliação das características do município e o mapeamento que serviu de base para aplicação da USLE.

Após a vetorização das classes de uso e ocupação do solo foi realizada uma correção topológica, eliminando os erros de sobreposição e os espaços vazios deixados durante o processo de vetorização.

O mapa de tipos de solo foi gerado, a partir de dados fornecidos pela AESA, em ambiente SIG.

4.2.2 A Equação Universal de Perdas de Solo: determinação dos fatores

Para a estimativa das perdas de solo para o município de Lucena foi utilizada a USLE (WISCHMEIER e SMITH, 1965), que consiste numa equação empírica, que emprega os principais fatores que influenciam a perda de solo por erosão laminar: erosividade das chuvas, erodibilidade dos solos, topografia e os fatores de manejo e práticas conservacionistas do solo. A USLE é representada pela seguinte equação:

$$A = R.K.L.S.C.P \quad (1)$$

sendo:

A = a estimativa média anual de perda de solo (t/ha/ano);

R = o fator erosividade das chuvas (MJ.mm/ha. h);

K = o fator erodibilidade do solo (t.h/MJ.mm);

L = o comprimento da rampa (m);

S = a declividade da rampa (%);

C = o fator de cobertura, uso/manejo (adimensional);

P = o fator de práticas conservacionistas (adimensional).

4.2.2.1 O fator de Erosividade das Chuvas

O fator de Erosividade das Chuvas (fator R) é um parâmetro que expressa a capacidade da chuva de provocar erosão sobre um solo desnudo.

Para a realização do estudo sobre a erosividade das chuvas foram utilizados os dados de 98 estações meteorológicas do Estado da Paraíba. A obtenção dos dados consistiu na coleta das seguintes variáveis: (a) altitude, latitude, longitude, precipitações mensal e anual. Esses dados correspondem à série temporal de 1911–1990, coletados no portal da Empresa Brasileira de

Pesquisa Agropecuária¹. Após a obtenção dos dados, foi criado, para cada estação meteorológica, um banco de dados da erosividade (fator R), através da Equação 2 (Bertoni e Lombardi Neto, 1999):

$$R = \sum_{i=1}^{12} 89,823 \left(\frac{P_m^2}{P_a} \right)^{0,759} \quad (2)$$

sendo:

R = fator de erosividade da chuva da USLE;

P_m = precipitação média mensal e;

P_a = precipitação total anual (mm).

Em seguida, os valores de erosividade foram separados segundo as mesorregiões a fim de obter a média e o período chuvoso de cada região, no qual os valores de isoerosividade das regiões foram separados em classes de acordo com Santos (2008), conforme mostra a Tabela 2. Usando as informações obtidas no portal da EMBRAPA, foram gerados os mapas de erosividade usando o método de interpolação Krigagem.

Tabela 2. Classes de erosividade da chuva média anual e mensal

Classes de Erosividade	Valores de Erosividade	
	MJ.mm/ha/h/ano	MJ.mm/ha/h/mês
Muito Baixa	$R < 2500$	$R < 205$
Baixa	$2500 < R < 5000$	$205 < R < 500$
Média	$5000 < R < 7000$	$500 < R < 700$
Alta	$7000 < R < 9000$	$700 < R < 900$
Muito Alta	$R > 9000$	$R > 900$

4.2.2.2 Fator K (erodibilidade do solo)

O fator Erodibilidade do Solo (fator K) é um parâmetro que reflete a susceptibilidade do solo aos processos erosivos. O fator de erodibilidade do solo (Fator K) foi obtido a partir da associação do mapa de solos

¹ Disponível em: <http://www.bdclima.cnpm.embrapa.br/resultados/index.php>

disponibilizado pela AESA com os valores de erodibilidade encontrados na literatura para unidades pedológicas similares às da área de estudo, segundo os tipos de solos encontrados no município. Os valores de *K* adotados no presente trabalho estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Erodibilidade dos solos (fator K) do município de Lucena.

Tipos de Solos	K (t.h/MJ.mm)
Neossolos Quartzarênicos Marinheiros	
Distróficos	0,020 ⁽¹⁾
Espodossolo Hidromórfico	0,014 ⁽²⁾
Argissolo Vermelho Amarelo	0,032 ⁽³⁾
Neossolo Flúvico	0,042 ⁽⁴⁾
Solos Indiscriminados de Mangue	0,015 ⁽⁵⁾

Fonte: ⁽¹⁾Távora et al (1985); ⁽²⁾Costa e Silva (2012); ⁽³⁾Silva et al (2007); ⁽⁴⁾Silva (2004); ⁽⁵⁾Carvalho Júnior et al (2009).

4.2.2.3 O fator topográfico – LS

Para o cálculo do fator LS da USLE, utilizou-se o do Modelo Digital de Elevação com resolução espacial de 90 metros, obtido junto ao site da EMBRAPA. O Fator LS foi obtido, utilizando a função *Raster Calculator* no ArcGis, através da equação proposta por Bertoni e Lombardi Neto (1999):

$$LS = 0,00984 C^{0,63} D^{1,18} \quad (3)$$

sendo o LS o fator topográfico, C o comprimento de rampa (m) e D o grau do declive (%).

A obtenção dos valores de comprimento de rampa e classes de declividade foi realizada em ambiente SIG utilizando o Modelo Digital de Elevação (MDE).

4.2.2.4 O Fator de Uso e Ocupação do Solo e de Práticas Conservacionistas

O fator C é o efeito da cobertura vegetal no processo de erosão do solo. O fator (P) é a razão entre a erosão em uma parcela devido ao preparo do solo e práticas de conservação dos solos. Dessa forma, o fator C se refere a cobertura, uso/manejo da terra, sendo entendido pela razão entre as perdas de um solo de uma área com cultura e manejo específicos e aquela mantida permanentemente descoberta.

Os valores de uso e ocupação do solo e de práticas conservacionistas foram determinados conjuntamente segundo valores encontrados na literatura. A Tabela 4 apresenta os valores dos fatores CP para os usos da terra encontrados em Lucena.

Tabela 4. Uso e ocupação do solo e de práticas conservacionistas (fatores CP) do município de Lucena.

Uso e Ocupação do Solo	Valores dos fatores C e P
Área Urbana	0,001 ⁽¹⁾
Mata Mista	0,01 ⁽²⁾
Mata	0,019 ⁽³⁾
Mangue	0,005 ⁽⁴⁾
Culturas	0,28 ⁽⁵⁾
Água	0

Fonte: ⁽¹⁾Silva (2004); ⁽²⁾Agostinho (2005); ⁽³⁾Costa e Silva (2012); ⁽⁴⁾Thompson e Fidalgo (2013); ⁽⁵⁾Lemos e Ferreira (2003).

4.3 Análise das Perdas de Solo no Município de Lucena

Para estimar as perdas de solo no município de Lucena, foi calculada a USLE em ambiente SIG através da conversão dos arquivos vetoriais para arquivos raster, utilizando-se uma dimensão de célula de 90 x 90 metros e, em seguida, realizada uma álgebra de mapas, no ArcGIS, utilizando a extensão *Spatial Analyst* e a função *Raster Calculator*, obtendo como resultado o mapa de perda de solo do município de Lucena.

Para classificar a perda de solo no município de Lucena foi utilizada a classificação proposta pela FAO (1980), que relaciona o grau de erosão a partir de quatro classes de perdas de solo como mostra a Tabela 5.

Tabela 5. Classificação dos graus de erosão.

Perda de Solo (t/ha/ano)	Grau de Erosão
<10	Baixa
10 50	Moderada
50 200	Alta
>200	Muito Ata

Fonte: FAO (1980).

Dessa forma, com base nas informações produzidas nesse trabalho, foi possível realizar uma análise das características geomorfológicas do município de Lucena, assim como, estimar as perdas de solo identificando as áreas mais propensas à erosão.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da imagem SRTM foi possível extrair as curvas de nível, contendo informações altimétricas, através das quais foi gerado o Modelo Digital do Terreno – MNT.

Utilizando as informações altimétricas do MNT foi possível gerar o mapa hipsométrico, como mostra a Figura 2, possibilitando verificar que a altimetria do município oscila entre elevações menores que 10 metros, e a elevação máxima do terreno, que corresponde a 105 metros.

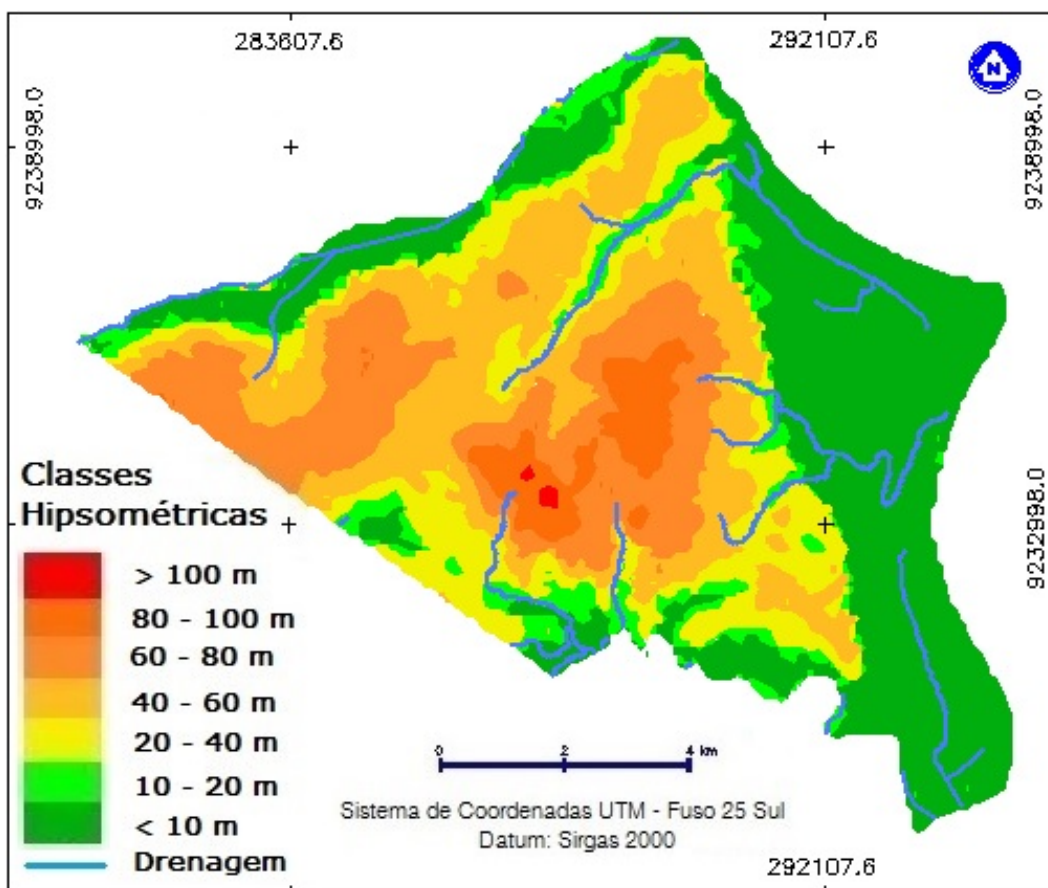


Figura 2: Mapa hipsométrico representando as altimetrias do município de Lucena.
Fonte: EMBRAPA. Autor: Erika Rodrigues Dias, 2014.

Na direção oeste, predominam altimetrias maiores que 20 metros, apresentando um relevo heterogêneo, enquanto que na direção leste,

predomina menores altitudes, abaixo de 10 metros. Após a geração do mapa de hipsometria foram calculadas as áreas de cada classe altimétrica, como mostra a Tabela 6.

Tabela 6. Valores da área do município compreendida pelas classes altimétricas.

Classes Altimétricas (m)	Área (km²)
< 10	31,65
10 20	7,07
20 40	13,84
40 60	19,25
60 80	14,08
80 100	3,60
> 100	0,12

Autor: Erika Rodrigues Dias, 2014.

Apesar da predominância de terrenos com baixas altitudes, alcançando no máximo 10 metros, compreendendo uma área de 31,65 km², verifica-se, observando a Tabela 6, a presença considerável de terrenos com altitudes mais significativas, como é o caso da classe que compreende elevações de 40 a 60 metros, que corresponde 19,25 km², e da classe que compreende elevações de 60 a 80 metros, que corresponde a aproximadamente 14,08 km², de acordo com a Tabela 1, e que, quando associados aos fatores que influenciam a perda de solo, determinados através da USLE, podem representar áreas com alto potencial para a ocorrência de erosão do solo.

Após esse procedimento foi gerado o mapa clinográfico, representado na Figura 3, que associado aos dados contidos no mapa de hipsometria, possibilita determinar as áreas com alto potencial para a ocorrência de erosão.

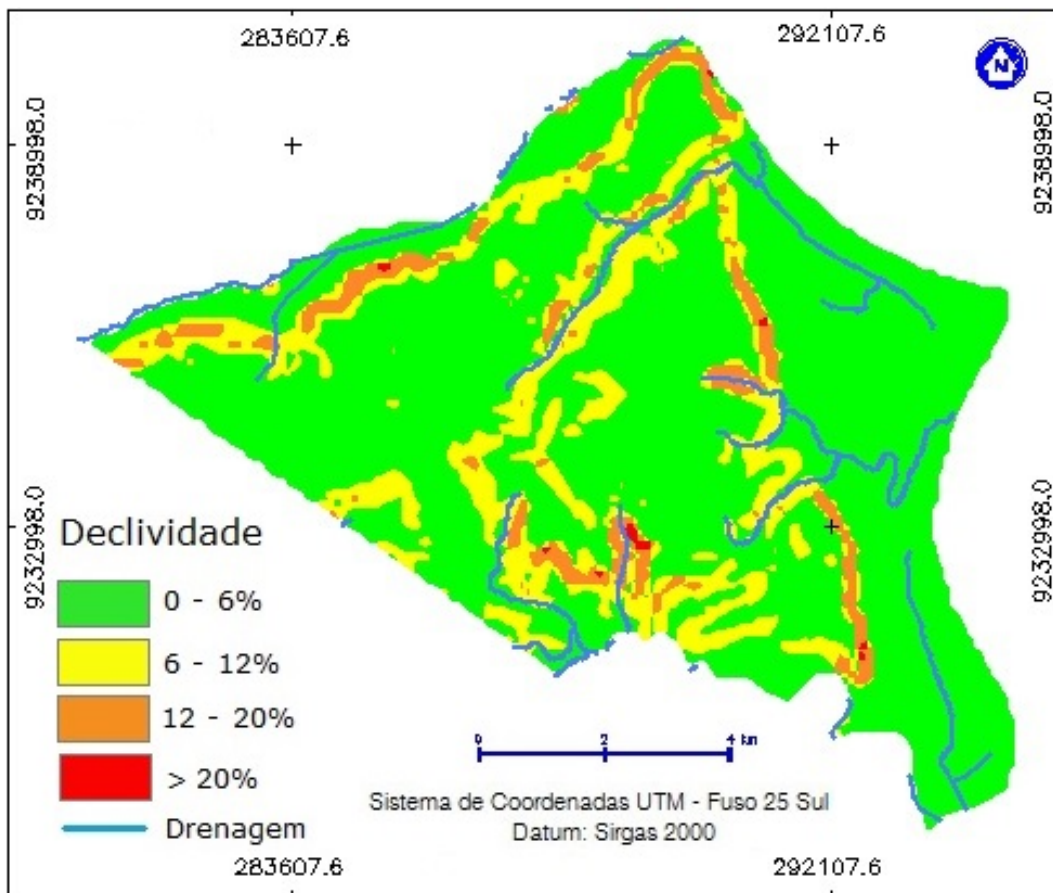


Figura 3: Mapa clinográfico do município de Lucena.
 Fonte: EMBRAPA. Autor: Erika Rodrigues Dias, 2014.

Foi realizado o cálculo da área compreendida por cada classe clinográfica, representando as declividades do município, como mostra a Tabela 7.

Tabela 7. Valores da área do município compreendida pelas classes clinográficas.

Declividade (%)	Área (km ²)
0 6	67,57
6 12	14,28
12 20	3,88
20 30	0,12

Autor: Erika Rodrigues Dias, 2014.

Através da análise desses produtos foi possível verificar que a declividade que predomina na área em estudo varia entre 0 – 6% de inclinação, apresentando assim, segundo a Tabela 2 da vulnerabilidade proposta por ROSS (1994), uma vulnerabilidade muito baixa compreendendo 67,57 km².

A classe que apresenta dados considerados de vulnerabilidade alta, variando entre 20 – 30% correspondendo às menores extensões compreendendo 0,12 km², que apesar de não ser a classe predominante no município, precisa ser levada em consideração, porque estas áreas quando associadas às elevações do relevo, ao volume de precipitação local, à quantidade de vegetação presente na área, podem formar um quadro de áreas de risco de erosão em potencial.

Através dos produtos de hipsometria e clinografia foi possível verificar que no limite entre as duas unidades geoambientais, Planície Litorânea e Baixos Planaltos Costeiros, predominam terrenos com altitudes de até 60 metros cujas vertentes apresentam declividades medianas de 6% a 12% que diminuem gradativamente na medida em que se aproxima do litoral.

Posteriormente foram obtidos os valores dos fatores que influenciam nos processos erosivos que são: as características climáticas, propriedades do solo, relevo, cobertura vegetal com manejo agrícola e práticas conservacionistas. Esses fatores são fundamentais para estimar a perda de solo que é calculada através da USLE.

O valor de erosividade das chuvas (fator R) foi obtido através de dados de 98 estações meteorológicas do Estado da Paraíba, disponibilizados pela EMBRAPA. A Figura 4 apresenta a distribuição do fator de erosividade (R) para o município em estudo.

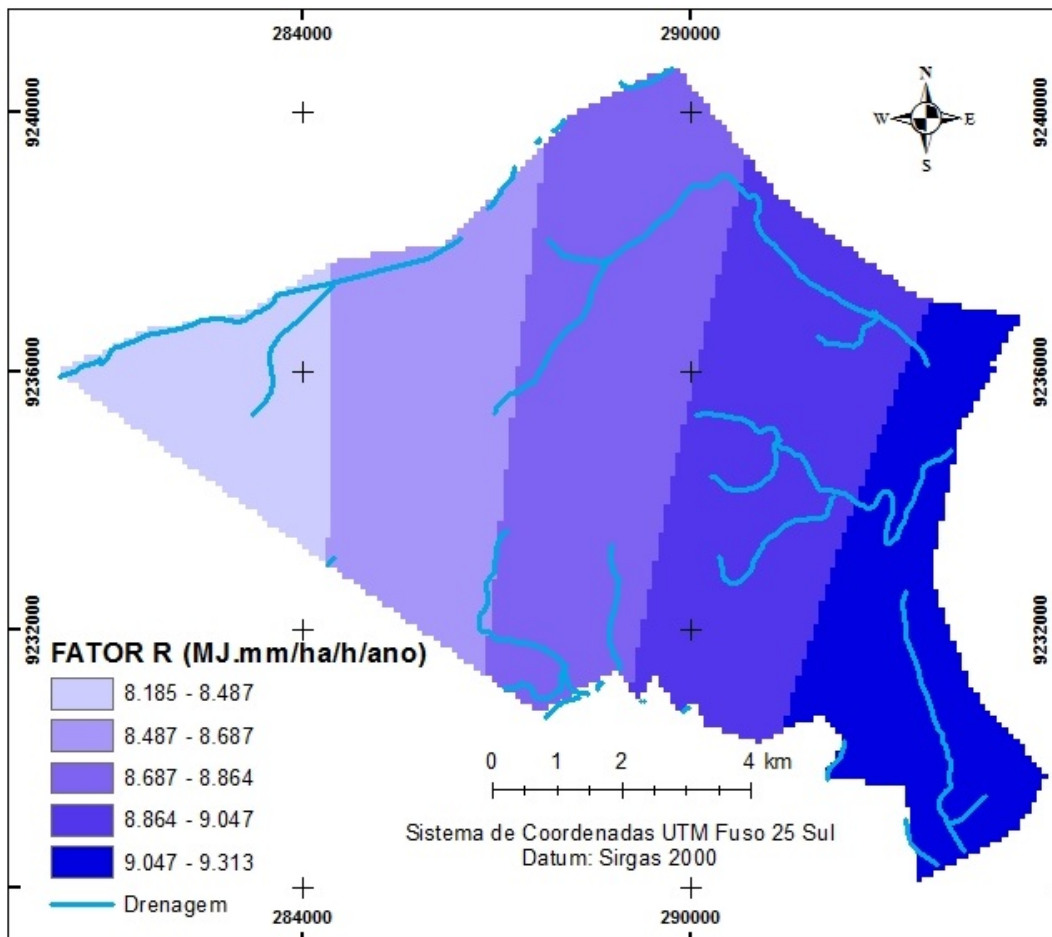


Figura 4: Mapa da erosividade do município de Lucena.
 Fonte: EMBRAPA. Autor: Erika Rodrigues Dias, 2014.

Os resultados da análise da erosividade das chuvas (fator R) no município mostram uma variação de 8.185 a 9.313 MJ.mm/ha/h/ano e que os maiores índices de erosividade causados pelas chuvas ocorrem na porção leste do município, compreendendo parte da unidade dos Baixos Planaltos Costeiros e a unidade da Planície Litorânea.

Dessa forma, os maiores índices de erosividade ocorrem Na Planície Litorânea, onde se desenvolvem as atividades urbanas, apresentando, segundo, Santos (2008), conforme a Tabela 2, um valor de erosividade classificado como muito alto, influenciando diretamente no aumento da degradação do solo do município, principalmente pela fragmentação das partículas do solo ocasionado pelas chuvas. Contudo, é preciso considerar que o município apresenta um clima do tipo tropical chuvoso, conforme CPRM

(2005) e que, por ser um município litorâneo, recebe influência de umidade proveniente do oceano. Após esses procedimentos, foram obtidos os tipos de solos presentes no município de Lucena, através de dados cedidos pela AESA.

Por meio desses dados foi verificado que existe, no município de Lucena, a predominância de cinco tipos de solos: areias quartzosas marinhas distróficas, podzol hidromórfico, podzólico vermelho amarelo, solos aluviais e solos indiscriminados de mangue, segundo a classificação de solos de 1999.

Na classificação de solos publicada em 2006, tais solos correspondem, respectivamente, aos neossolos quartzarênicos marinhos distróficos, espodossolo hidromórfico, argissolos vermelho-amarelos, neossolo flúvico e solos indiscriminados de mangue. A partir da associação de informações de tipos solos com os valores de erodibilidade encontrados na literatura, foi obtido o mapa de erodibilidade do solo (Fator K), como mostra a Figura 5.

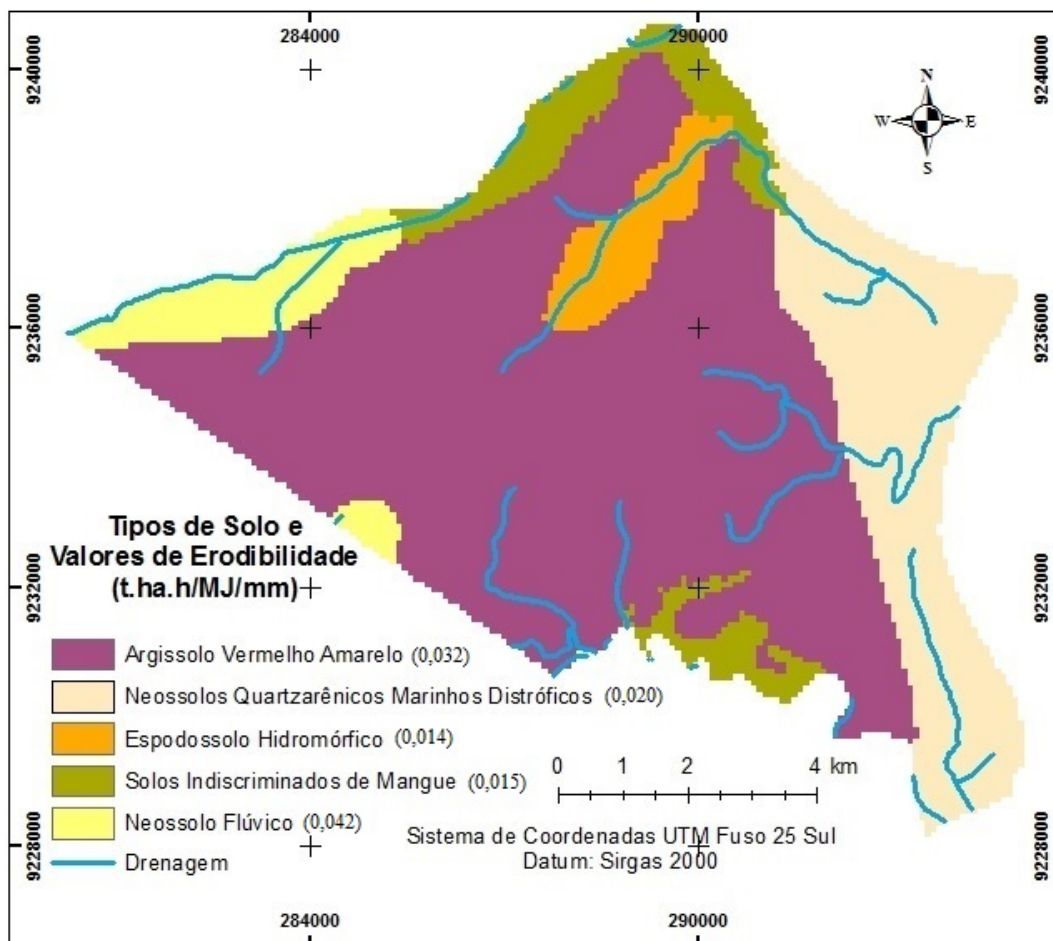


Figura 5: Distribuição espacial do fator de erodibilidade dos solos para o município de Lucena. Fonte: Adaptado de EMBRAPA. Autor: Erika Rodrigues Dias, 2014.

Posteriormente foi realizado o cálculo da área abrangida por cada tipo de solo existente no município de Lucena, como pode ser visualizado na Tabela 8.

Tabela 8. Valores da área compreendida pelos tipos de solos existentes no município em estudo.

Tipos de Solos	Área (km²)
Neossolos Quartzarênicos Marinheiros	
Distróficos	17,50
Espodossolo Hidromórfico	3,60
Argissolo Vermelho Amarelo	56,10
Neossolo Flúvico	5,05
Solos Indiscriminados de Mangue	6,60

Autor: Erika Rodrigues Dias, 2014.

É possível perceber, através do mapa representado pela Figura 5, a predominância de solos do tipo Argissolo Vermelho Amarelo, correspondendo a 56,10 km², na unidade dos Baixos Planaltos Costeiros; e do tipo Neossolos Quartzarênicos Marinheiros Distróficos na unidade geoambiental da Planície Litorânea, correspondendo a 17,50 km².

Os valores de erodibilidade encontrados para os tipos de solo revelam que o Neossolo Flúvico apresentam maior valor com 0,042 t.h/Mj/mm, enquanto que o tipo Espodossolo Hidromórfico apresenta menor valor com 0,014 t.h/Mj/mm. Sendo assim, dos valores obtidos no fator K foi possível verificar que o tipo de solo Neossolo Flúvico apresenta maior susceptibilidade à erosão, enquanto o solo do tipo Espodossolo Hidromórfico apresenta baixa susceptibilidade aos processos erosivos que ocorrem no município de Lucena.

Para o fator topográfico (LS) constatou-se uma variação de 0 a 5,46 onde a maior parte do município possui índices que variam de 0 a 0,25. Os pontos de maior representatividade, que são de 2,29 a 5,46 ocorrem principalmente na porção sul do município, como pode ser visto na Figura 6.

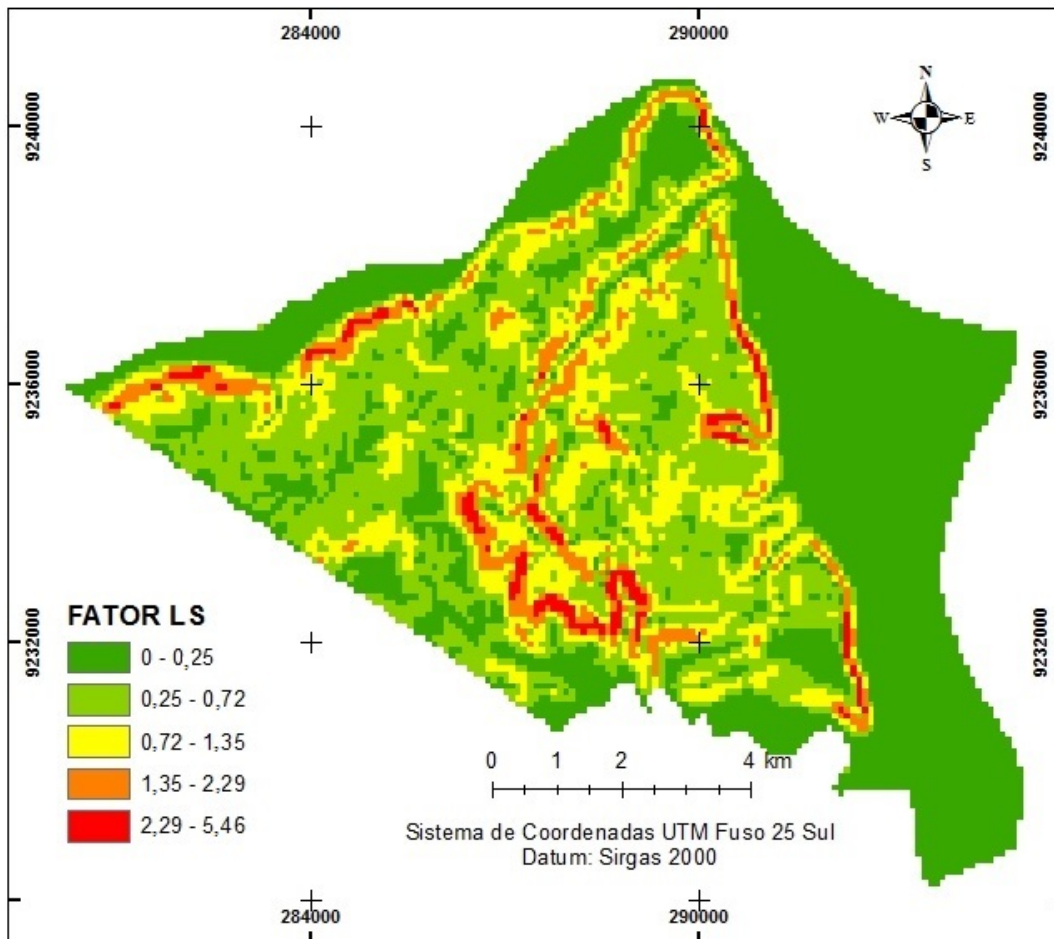


Figura 6: Mapa do Fator LS para o município de Lucena.
Fonte: EMBRAPA. Autor: Erika Rodrigues Dias, 2014.

Para a determinação de valores para os fatores CP, foi utilizada a metodologia sugerida por Gurgel et al. (2011), que recomendam que, quando o enfoque do trabalho é a perda de solo por erosão, os fatores C e P estão correlacionados de tal forma que podem ser analisados como um único fator.

Dessa forma, com base nos valores obtidos na literatura referentes ao uso e ocupação do solo e de práticas conservacionistas foi gerado o mapa do Fator CP do município de Lucena, representado pela Figura 7.

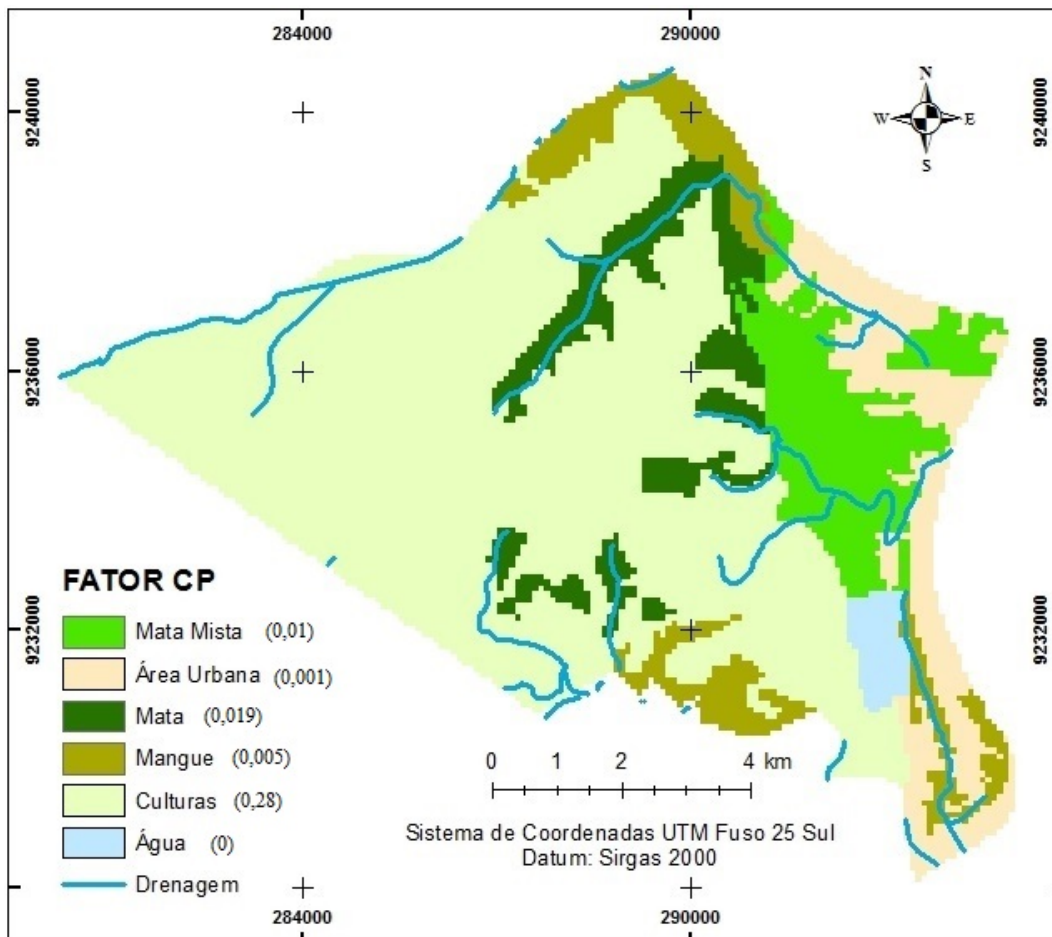


Figura 7: Uso e ocupação do solo e de práticas conservacionistas (fator CP) do município de Lucena. Fonte: Google Earth, 2014. Autor: Erika Rodrigues Dias, 2014.

A partir do mapa de uso e ocupação do solo e de práticas conservacionistas (Fator CP), foram obtidas as áreas compreendidas pelas classes de uso e ocupação do solo, conforme mostra a Tabela 9.

Por meio desses dados é possível perceber que em Lucena ainda predominam atividades do tipo rurais, onde a área urbana representa apenas 8,75 km², ou seja, é um município que tem grande potencial para se desenvolver de forma planejada, porém, é necessária uma adequação do uso da terra, com enfoque para práticas sustentáveis de manejo do solo, que levem em consideração as características físico-químicas de cada tipo de solo, evitando assim, a intensificação dos processos erosivos.

Tabela 9. Valores da área abrangida por cada classe de uso e ocupação do solo.

Uso e Ocupação do Solo	Área (Km²)
Área Urbana	8,75
Mata Mista	9,29
Mata	6,94
Mangue	6,69
Culturas	56,42
Água	1,45

Fonte: Google Earth. Autor: Erika Rodrigues Dias.

Após a obtenção dos valores dos seis fatores necessários para a aplicação da USLE, que são características climáticas (R), propriedades do solo (K), relevo (LS), cobertura vegetal com manejo agrícola e práticas conservacionistas (CP), foi possível estimar as perdas de solo que ocorrem no município de Lucena, através de uma álgebra de mapas. A Figura 8 representa a espacialização da perda de solo por erosão que ocorre em Lucena.

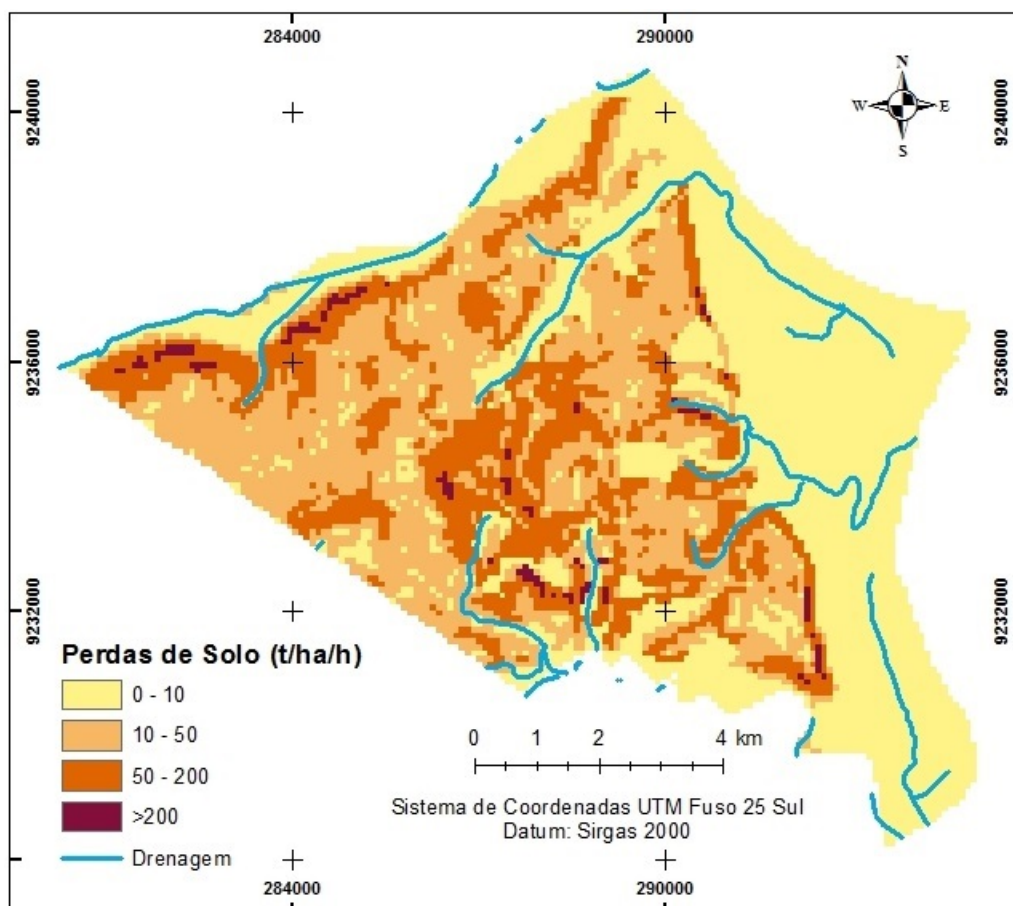


Figura 8: Mapa das Perdas de Solo do município de Lucena.
 Autor: Erika Rodrigues Dias, 2014.

As perdas de solo em grande parte do município de Lucena podem ser classificadas, segundo FAO (1980), como de baixo a moderado grau de erosão, ou seja, com valores de perda de solo inferiores a 10 t/ha/ano, predominando solos do tipo Neossolos Quartzarênicos Marinheiros Distróficos que apresentam baixa variação altimétrica; e valores que atingem até 50 t/ha/ano onde predominam solos do tipo Argissolo Vermelho Amarelo, que apresenta elevada variação altimétrica.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização integrada entre SIG e USLE se mostrou eficiente na representação espacial das perdas de solo no município de Lucena e na identificação das áreas mais suscetíveis a erosão.

A análise do risco de erosão do solo através de técnicas de modelagem de dados para o município de Lucena revelou a predominância de classes de susceptibilidade a perda de solo de baixa a moderada na maior parte do município apresentando moderado grau de erosão na região oeste do município, que possui solos do tipo Argissolo Vermelho Amarelo, indicando a necessidade de medidas para o controle do processo erosivo com possível readequação do uso do solo, adotando-se coberturas vegetais que sejam capazes de proteger o solo e técnicas adequadas ao manejo da terra.

A geomorfologia foi fundamental na determinação das áreas mais propensas a perdas de solo, pois verificou-se maior erosão na unidade que compreendem os Baixos Planaltos Costeiros por esse apresentar uma superfície mais heterogênea com vertentes apresentando declividades de até 20% de inclinação, enquanto que os menores graus de erosão foram verificados na unidade da Planície Litorânea por apresentar uma superfície mais plana.

Os tipos de solos encontrados no município também foram importantes para a análise da perda de solo que ocorre no município devido a resistência que esses oferecem à ação dos processos erosivos.

Sendo assim, com base nos produtos cartográficos produzidos nesse trabalho foi possível gerar o mapa representando a perda de solo que ocorre no município de Lucena. Através desse mapa verificou-se que os valores estimados para a perda de solo variaram de menor que 10 t/ha/ano a maior que 200 t/ha/ano, predominando, contudo, erosão de baixo a moderado grau, conforme a classificação de perda de solo proposta pela FAO (1980).

Por fim, esse estudo possibilitou a identificação das áreas mais afetadas pela perda de solo, verificando-se a existência de um grau moderado de erosão na zona de transição entre as unidades geoambientais e grau de erosão de moderado a alto na porção oeste do município de Lucena.

Dessa forma, percebe-se a necessidade de um monitoramento das áreas afetadas além de por em prática planos que visem à proteção do solo, bem como, formas adequadas de uso do solo que considerem as características naturais do município de Lucena.

REFERÊNCIAS

ABRAHÃO, R. **Cartografia Digital (ou Automatizada) como Recurso Didático**. São Paulo, 2011.

AGOSTINHO, F. D. R. **Uso de análise energética e sistema de informações geográficas no estudo de pequenas propriedades agrícolas**. Campinas, SP, 2005.

ALMEIDA FILHO, G. S. **Prevenção de erosões em áreas urbanas**. In: *Simpósio Nacional de Controle de Erosão*, 6., Anais... Presidente Prudente, 1998. CD-ROM.

BARUSELLI, M. S. **Erosão: um lento e contínuo processo de destruição dos solos**. 2006.

BERTONI, J. ; LOMBARDI NETO, F. 1990. **Conservação do solo**. São Paulo: Ícone. 355p.

BERTRAND, G. **Paisagem e Geografia Física Global: Esboço Metodológico**. Caderno Ciências da Terra, n. 13. São Paulo 1969, p. 01 – 27.

BRASIL. *Constituição Federal de 1891*. Promulgada em 24 de Fevereiro de 1891. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao91.htm>. Acesso em 04 de Julho de 2014.

CARVALHO, E. A. de. **Leituras cartográficas e interpretações estatísticas II**. Natal, RN: EDUFRRN, 2009. 244 p.

CARVALHO JÚNIOR, W.; CHAGAS, C. S.; FIDALGO, E. C. C.; PEDREIRA, B. C. C. G.; BHERING, S. B.; PEREIRA, N. R. **Zoneamento Agroecológico da Bacia Hidrográfica Guapi-Macacu**. Projeto Entre Serras e Águas – Plano de Manejo da APA da Bacia do Rio Macacu. Instituto Bioatlântica, 2009.

CASIMIRO, P. C. **Uso do Solo – Ecologia da Paisagem: Perspectivas de uma Nova Abordagem do Estudo da Paisagem em Geografia.** Geolnova Nº 2, DGPR-FCSH-UNL, Lisboa, p. 45-65, 2000.

CASTRO, A. L. C. de; CALHEIROS, L. B.; CUNHA, M. I. R.; BRINGEL, M. L. N. da C. **Manual de Desastres Naturais.** Ministério da Integração Nacional, Brasília, 2003, 174p.

COELHO, M. R.; FIDALGO, E. C.; SANTOS, H. G. dos.; BREFIN, M. L. M. S.; PÉREZ, D. V. **Solos: tipos, suas funções no ambiente, como se formam e sua relação com o crescimento das plantas.** In: MOREIRA, Fátima. M. S.;

COSTA, S. G. F.; SILVA, R. M. **Potencial natural e antrópico de erosão na Bacia Experimental do Riacho Guaraira.** Cadernos do Logepa, v. 7, p. 72-91, 2012.

COUTINHO, R. Q. **Processos Gravitacionais de Massa e Processos Erosivos.** In: CARVALHO, Celso Santos; COUTINHO, Roberto Quental; GALVÃO, Thiago (orgs.). *Gestão e Mapeamento de Riscos Socioambientais: Curso de Capacitação.* Brasília: Ministério das Cidades; Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, 2008. 196 p.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, Estado da Paraíba: Diagnóstico do município de Lucena.** Organizado [por] João de Castro Mascarenhas, Breno Augusto Beltrão, Luiz Carlos de Souza Junior, Franklin de Moraes, Vanildo Almeida Mendes, Jorge Luiz Fortunato de Miranda. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

DOMINGOS, J. L. **Estimativa de Perda de Solo por Erosão Hidrica em uma Bacia Hidrográfica.** Vitória, 2006.

DUTRA, K. R.; TEIXEIRA, E. C.; MENDONÇA, A. S. F. **Determinação da estimativa de perda de solo por erosão superficial em bacia hidrográfica utilizando sistema de informações geográficas – SIG.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 19., 1997, Uberlândia-MG, Artigos completos... Uberlândia: ABES, 1997. P 2031-2046.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. SPI, Brasília, DF, 412 p, 1999.

FAO. **Metodologia provisional para evaluación de la degradación de los suelos**. Roma: FAO/PNUMA: UNEP: UNESCO. 1980. 86 p, 1980.

FELGUEIRAS, C.A.; CÂMARA, G. **Modelagem numérica do terreno**. In: CÂMARA, G.; DAVIS, C. & MONTEIRO, A.M.V., eds. Introdução a ciência da geoinformação. São José dos Campos, INPE, 2005. 38p. Disponível em: www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/cap7-mnt.pdf. Acesso em: 20 de Julho de 2014.

FERREIRA, J. S. W. **A cidade para poucos: breve história da propriedade urbana no Brasil**. Anais do Simpósio “Interfaces das representações urbanas em tempos de globalização”. UNESP Bauru, 2005.

GURGEL, R.S.; JÚNIOR, O.A.C.; GOMES, R.A.T, GUIMARÃES, R.F.; CÂMARA, J.F.A.; SOBRINHO, D.A.; MARTINS, E.S.; BRAGA, A.R.S. **Identificação das áreas vulneráveis à erosão a partir do emprego da EUPS – equação universal de perdas de solos no município de Riachão das Neves – BA**, Geografia Ensino e Pesquisa, v.15, n.3, 2011.

HAX, S. **Sistema de Gerência de Estradas Municipais com Uso de Geoprocessamento**. (Dissertação apresentada ao curso de pós-graduação em sensoriamento remoto e meteorologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul). Porto Alegre, 2003.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Vocabulário básico de recursos naturais e meio ambiente**. 2. Ed. Rio de Janeiro, 2004. 332p.

LE MOS, P. C.; FERREIRA, E. **Análise da Relação das Áreas de Forte Risco à Erosão com os Fragmentos de Vegetação Nativa Arbórea na Área de Influência da UHE-Funil**. In: XI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2003, Belo Horizonte. Anais do XI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2003.

- MACEDO, M. R. A. **Uso de geotecnologias na identificação e mapeamento dos atores do desmatamento na frente pioneira de São Félix do Xingu – PA.** Dissertação de mestrado - Universidade Federal do Pará, Belém, 2009.
- MARICATO, E. **Habitação e Cidade.** São Paulo: Atual Editora, 1997.
- MARTINS, E. S.; REATTO, A.; CARVALHO JUNIOR, O. A. de.; GUIMARÃES, R. F. **Ecologia de Paisagem: conceitos e aplicações potenciais no Brasil.** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004.
- MARTINS, José Souza. **Os Camponeses e a Política no Brasil.** Petrópolis: Vozes, 1981.
- MENESES, P. R. **Princípios de Sensoriamento Remoto.** In: MENESES, Paulo Roberto.; ALMEIDA, Tati de (orgs.). *Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto.* Brasília, 2012.
- METZGER, J. P. **O que é ecologia das Paisagens?** Revista Biota Neotropica, Campinas/SP, v1, n1/2, 2001.
- MONICO, J. F. G. **Posicionamento pelo NAVSTAR-GPS: descrição, fundamentos e aplicações.** São Paulo: Editora UNESP, 2000.
- MOREIRA, M. A. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação.** 1.ed. São José dos Campos: INPE, 2001.
- MOURA, D. V.; SIMÕES, C. S. **A Evolução Histórica do Conceito de Paisagem.** AMBIENTE & EDUCAÇÃO. Vol. 15(1), 2010 .
- NAVEH, Z.; LIEBERMAN, A. **Landscape ecology: theory and application.** 2 ed. New York: Springer-Verlag, 360p, 1994.
- OLIVEIRA, I. C. E. de. **Estatuto da cidade; para compreender.** Rio de Janeiro: IBAM/DUMA, 2001. 64p.
- REIS, J. R. **Modelo Digital de Terreno: Uma aplicação prática em um projeto de loteamento.** Belo Horizonte, 2003.
- ROCHA, C. H. B. **Geoprocessamento: tecnologia transdisciplinar.** Juiz de Fora, MG: Ed. Do Autor, 2000.

ROCHA, C. H. B.; MOURA, A. C. M. **Desmistificando os aplicativos Microstation: guia prático para usuários de Geoprocessamento. Petrópolis: os autores, 2001.**

ROCHA, J. C. **Diálogo entre as Categorias da Geografia: Espaço, Território, e Paisagem.** Caminhos de Geografia Uberlândia v. 9, n. 27 p. 128 – 142, 2008.

ROSA, R. **Geotecnologias na Geografia Aplicada.** Revista do Departamento de Geografia. Revista do Departamento de Geografia - USP. São Paulo, 2005.

SAMPAIO, E. **O Solo e as suas Funções.** Departamento de Geociências. Universidade de Évora, 2011.

SAUER, C. O. **A Morfologia da Paisagem.** In: CORREA, Roberto Lobato; ROSENDAHL, Zeny (Org.) *Paisagem, tempo e cultura*, Rio de Janeiro: EdUERJ, 1998.

SILVA, R. M.; SANTOS, C. A. G.; SILVA, J. F. C. B. C. **Estimativa das perdas de solo na bacia experimental do rio Guaraíra a partir da EUPS em ambiente SIG.** Anais do XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos e do 8º Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Oficial Portuguesa. Porto Alegre: ABRH. v. 1. p. 1-13, 2007.

SILVA, V. C. (2004). **Estimativa da Erosão Atual da Bacia do rio Paracatu (MG / GO / DF).** Pesquisa Agropecuária Tropical. n.34, v. 3, 147-159.

TÁVORA, M.R.P.; SILVA, J.R.C. & MOREIRA, E.G.S. **Erodibilidade de dois solos da região de Ibiapaba, Estado do Ceará.** R. Bras. Ci. Solo, 9:59-62, 1985.

TEIXEIRA, A. L. A., MORETTI, E., CHRISTOFOLETTI, A., **Introdução aos sistemas de informações geográficas.** Rio Claro, Edição do autor, 1992.

TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M. C. M. de; FAIRCHILD, T. R.; TAIOLI, F. (Orgs.) **Decifrando a Terra.** São Paulo: Oficina de Textos, 2000. 568 p.

THOMPSON, D; FIDALGO, E. C. C. **Estimativa da Perda de Solos por Meio da Equação Unicversal de Perdas de Solos (Usle) com Uso do Invest para**

a Bacia Hidrográfica do Rio Guapi-Macacu – RJ. XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Bento Gonçalves, RS, 2013.

TOMINAGA, Lídia Keiko; SANTORO, Jair; AMARAL, Rosangela do (orgs.). **Desastres naturais: conhecer para prevenir.** São Paulo: Instituto Geológico, 2009.

WISCHMEIER, W.H.; SMITH, D.D. (1978). **Predicting rainfall erosion losses: A guide to conservation planning.** Washington, USDA-Agricultural Research, 58p. (Agricultural Handbook, 537).

APÊNDICE

MAPAS

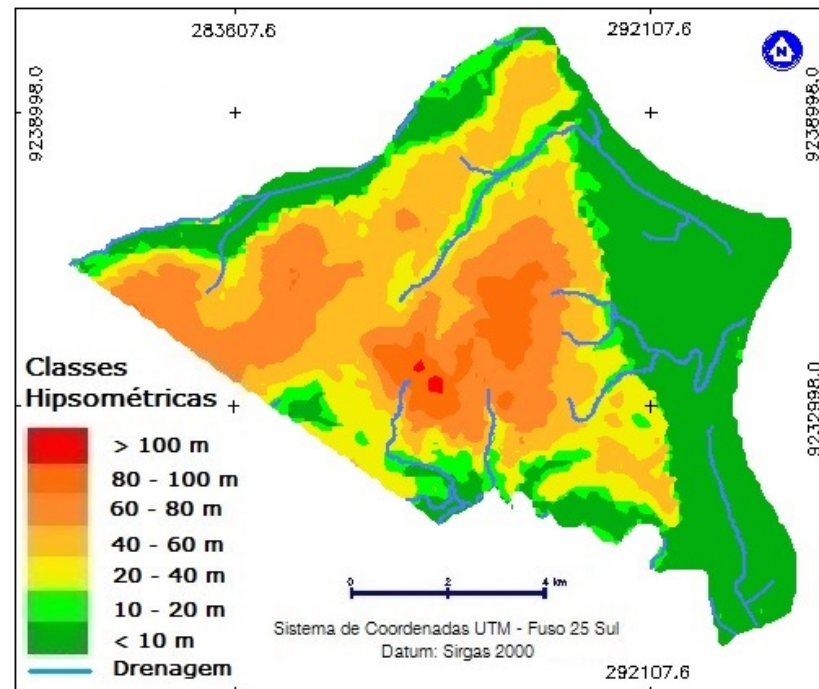


Figura 2: Mapa hipsométrico do município de Lucena. Fonte: EMBRAPA. Autor: Erika Rodrigues Dias, 2014.

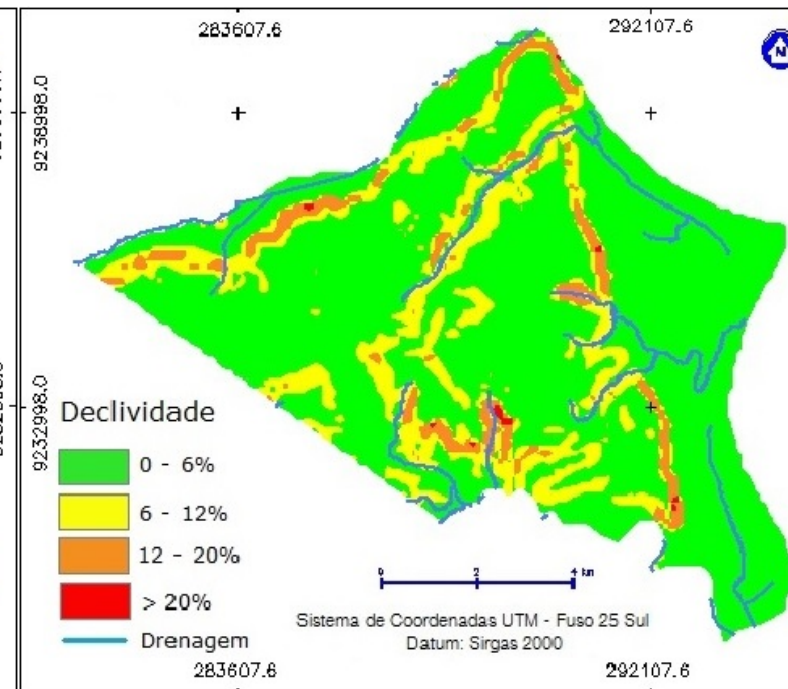


Figura 3: Mapa clinográfico do município de Lucena. Fonte: EMBRAPA. Autor: Erika Rodrigues Dias, 2014.

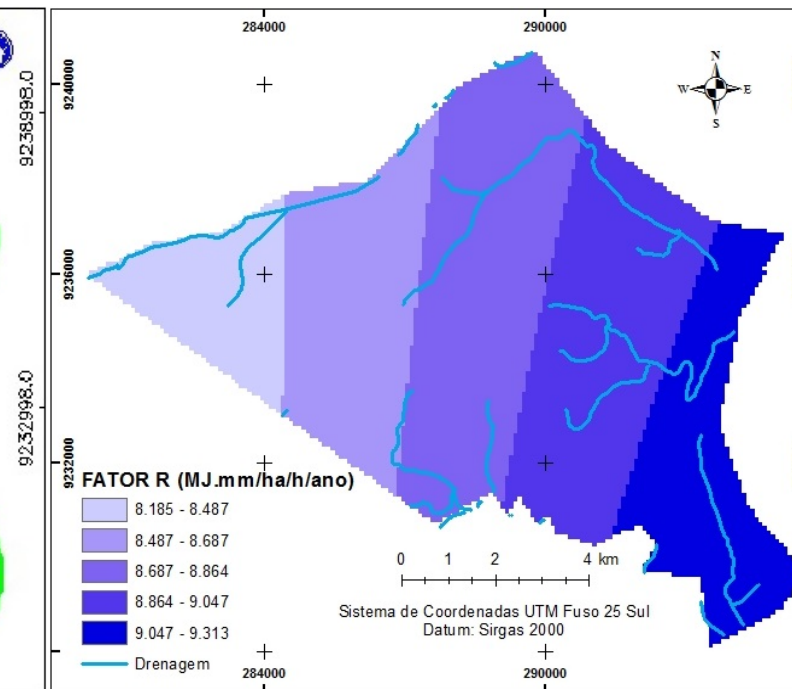


Figura 4: Mapa da erosividade do município de Lucena. Fonte: EMBRAPA. Autor: Erika Rodrigues Dias, 2014.

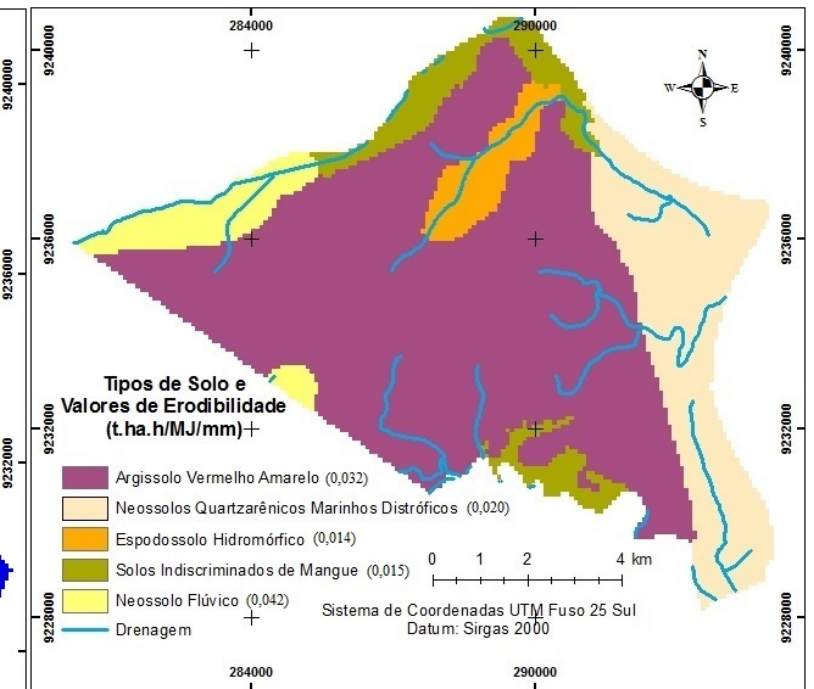


Figura 5: Distribuição espacial do fator de erodibilidade dos solos para o município de Lucena. Fonte: Adaptado de EMBRAPA. Autor: Erika Rodrigues Dias, 2014.

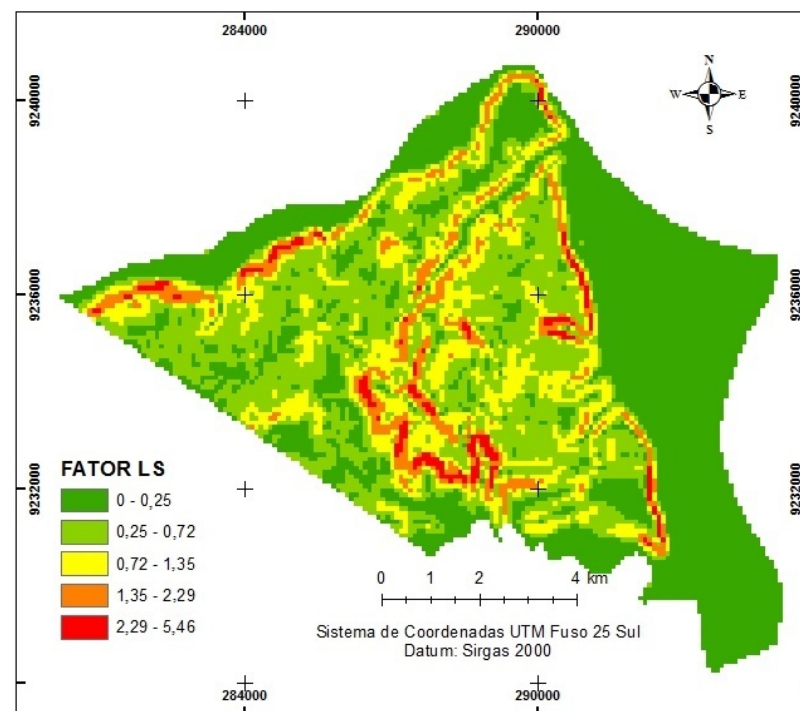


Figura 6: Mapa do Fator LS para o município de Lucena. Fonte: EMBRAPA. Autor: Erika Rodrigues Dias, 2014.

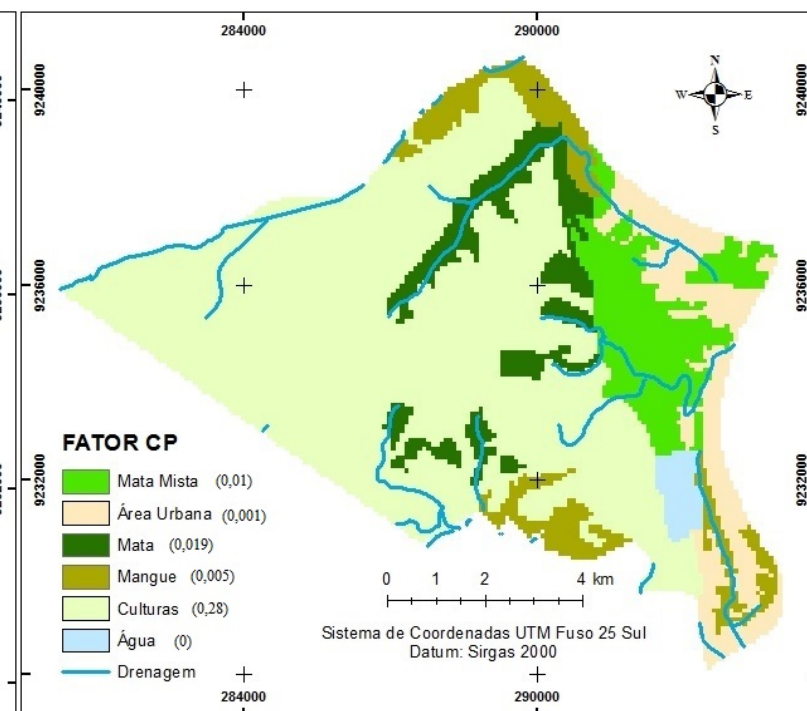


Figura 7: Uso e ocupação do solo e de práticas conservacionistas (fator CP) do município de Lucena. Fonte: Google Earth. Autor: Erika Rodrigues Dias, 2014.

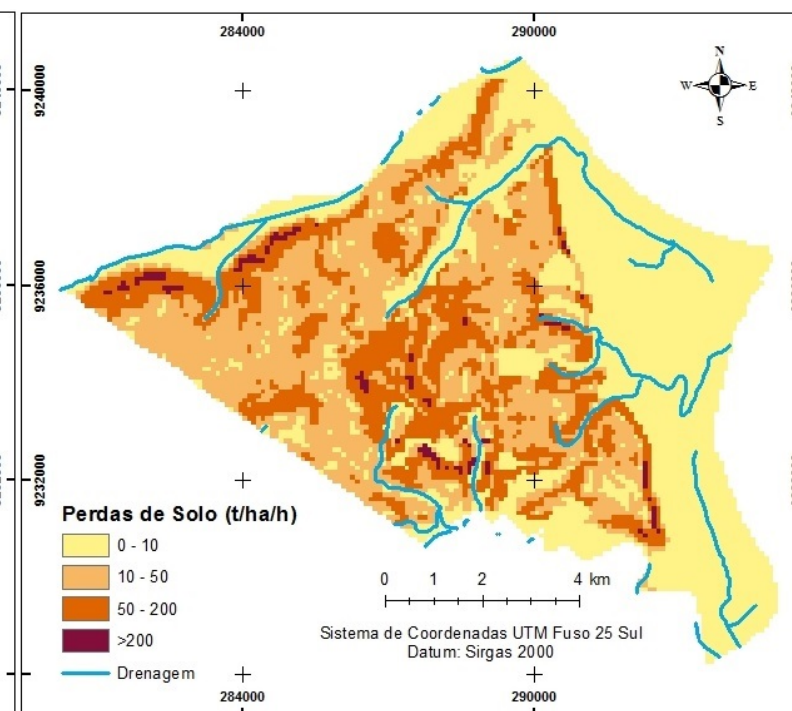


Figura 8: Mapa das Perdas de Solo do município de Lucena. Autor: Erika Rodrigues Dias, 2014.