

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA E SOLOS
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

RITA DE CÁSSIA FREIRE CARVALHO

**VULNERABILIDADE A PERDA DE SOLOS UTILIZANDO TÉCNICAS DO
SENSORIAMENTO REMOTO**

VITÓRIA DA CONQUISTA – BA

2017

RITA DE CÁSSIA FREIRE CARVALHO

**VULNERABILIDADE A PERDA DE SOLOS UTILIZANDO TÉCNICAS DO
SENSORIAMENTO REMOTO**

Monografia apresentada à Universidade Estadual
do Sudoeste da Bahia – UESB/Campus de Vitória
da Conquista - BA, para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientador: Prof.º D.Sc. Odair Lacerda Lemos.

VITÓRIA DA CONQUISTA - BA

2017

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA E SOLOS
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

CAMPUS DE VITÓRIA DA CONQUISTA – BA.

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

Título: VULNERABILIDADE A PERDA DE SOLOS UTILIZANDO TÉCNICAS DO
SENSORIAMENTO REMOTO

Autor: Rita de Cássia Freire Carvalho

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de BACHAREL EM
ENGENHARIA FLORESTAL, pela Banca Examinadora:

Prof.º D. Sc. Odair Lacerda Lemos - UESB

Orientador

Prof.º D. Sc. Cristiano Tagliaferre

Prof.º D. Sc. Alessandro de Paula

Data de realização: 23 de maio de 2017

UESB – Campus Vitória da Conquista, Estrada do Bem Querer, Km 04
Telefone: (77) 3424-8600
Telefax: (77) 3424-1059 CEP: 45083-900
Email: ccflorestal@uesb.edu.br

Aos meus pais.
Áureo e Marineuza,
Pelo incentivo, amor e carinho.
DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Agradeço acima de tudo, a Deus, que me concedeu a graça de lutar sempre na busca da realização de um sonho.

Ao meu pai, Áureo pelo amor incondicional, amizade, confiança e por acreditar em mim; e a minha mãe Marineuza, pelo exemplo, força, incentivo, companheirismo, por ser essa mãe maravilhosa. Os dois são responsáveis por essa vitória, a vocês todo o meu amor!

As minhas irmãs, Árina e Hévila pelo amor incondicional, alegria e companheirismo.

Vó Áurea e minha Dindinha pelo carinho e colo de vó e a toda minha família obrigada pelo incentivo, força e garra transmitida, me fazendo acreditar que tudo valeria a pena.

Aos colegas da minha turma 2012.1, meros desconhecidos no início e com o tempo verdadeiros amigos que acompanharam toda essa trajetória, que nunca me deixaram desistir e me apoiaram nos momentos difíceis.

As meninas Allana, Mariana, Fernanda, Cátia e Luana que me deram colo, casa, comida, aconchego, conselho nos momentos difíceis e alegres dessa jornada e acima de tudo me ouviram quando eu mais precisava. Levarei vocês sempre no meu coração, vocês foram essenciais.

A CONTECH Consultorias pela oportunidade de estágio e todo aprendizado.

A Géssica, Liseth e Tia Márcia, que sempre torceram por mim e estiveram ao meu lado, tenho um carinho enorme por vocês.

Ao professor Avaldo, que me deu a primeira oportunidade de trabalho e me fez conhecer o vasto mundo que existe dentro de um herbário, obrigada por todo conhecimento transmitido.

Ao meu orientador, professor Odair Lacerda Lemos, pelo conhecimento transmitido, pela amizade, pelo exemplo, pelo incentivo nas horas que tive vontade de desistir de tudo, por me alegrar quando eu chegava triste pelo experimento não ter dado certo, mas principalmente pela paciência quando eu chegava ao laboratório e dizia que não sabia fazer nada no ArcGIS, e pacientemente ele me ensinava tudo. Muito obrigada professor, por me permitir ser sua orientanda e me ensinar tantas coisas que eu nunca imaginei que eu ia aprender na vida.

Aos amigos de laboratório de Geotecnologias, Luana, Ricardo e em especial José Renato pela paciência, ótima convivência, ajuda nas coletas realizadas e aprendizado. Eu sou muito grata a Zé, sem ele não teria aprendido a usar todos os aparelhos receptores do laboratório, à você meu muito obrigada.

Aos professores deste curso que contribuíram para minha formação, tenho por cada um carinho especial, guardo todos em meu coração. Vocês Engenheiros Florestais são como um espelho para nós alunos, muito obrigada por terem permitido que eu fosse aluna de vocês!

A Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, por ter sido minha segunda casa ao longo desses cinco anos e por ter me ajudado a crescer como pessoa e profissionalmente, por ter sido meu refúgio em dias difíceis além de ter proporcionados os melhores anos da minha vida.

Meu muito obrigada!

*Essa monografia é baseada nas normas da
Revista Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ.*

VULNERABILIDADE A PERDA DE SOLOS UTILIZANDO TÉCNICAS DO SENSORIAMENTO REMOTO

Lista de figuras

Figura 1: Mapa de Localização do Município de Licínio de Almeida.	14
Figura 2: A – Tipos de solos. B – Vulnerabilidade dos solos.	18
Figura 3: A – Tipos de rochas mais comuns e B – Grau de vulnerabilidade das rochas mais comuns.	19
Figura 4: A – Mapa de declividade, em B – Mapa de vulnerabilidade da declividade.	20
Figura 5: A – Mapa pluviométrico e B – Vulnerabilidade do Clima.	21
Figura 6: Análise da vulnerabilidade da cobertura vegetal e uso da terra no período seco, em Licínio de Almeida-BA. A – Mapa da cobertura vegetal e uso da terra, B – Vulnerabilidade da cobertura vegetal e uso da terra.	23
Figura 7: A – Mapa da cobertura vegetal e uso da terra para o período chuvoso e em B – Vulnerabilidade da cobertura vegetal e uso da terra para o período chuvoso.	24
Figura 8: Mapa de vulnerabilidade a perda de solo em Licínio de Almeida-BA. A – Vulnerabilidade a perda de solo no período chuvoso, em B - Vulnerabilidade a perda de solo no período seco.	25

Sumário

RESUMO	10
ABSTRACT	10
1 Introdução	11
2 Material e Métodos	13
2.1 Área de Estudo.....	13
2.2 Processamento dos dados.....	15
3 Resultados e discussões	17
4 Conclusão.....	27
5 Referências.....	28

VULNERABILIDADE A PERDA DE SOLOS UTILIZANDO TÉCNICAS DO SENSORIAMENTO REMOTO

Rita de Cássia Freire Carvalho¹

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Departamento de Engenharia Agrícola e Solos – DEAS, Estrada do Bem Querer, Km 04, 45083-900, Vitória da Conquista, Bahia, Brasil

E-mail: freirecarvalho@gmail.com

RESUMO – Neste trabalho realizou-se um estudo de susceptibilidade a perda de solo, no município de Licínio de Almeida – BA, por meio de técnicas de Sensoriamento Remoto. Para analisar as áreas susceptíveis a erosão foram elaborados mapas temáticos da região, são eles: tipo de solo, a litologia, a declividade, mapa do clima, classificação da cobertura vegetal e uso da terra. Para encontrar o mapa de vulnerabilidade a perda de solos, os arquivos no formato matricial foram interpolados através de uma sobreposição ponderada, na qual todos os arquivos receberam pesos iguais. Na região de Licínio de Almeida há um predomínio do Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, rochas mais coesas, relevo mais plano, valores médios de intensidade pluviométrica, forte presença de capoeirão/pastagem e solo exposto o que enquadra o município em sua maior parte na classificação de vulnerabilidade intermediária.

Palavras-chave: geoprocessamento, uso da terra, erosão.

ABSTRACT – In this job a study was carried out susceptibility loss of soil, in the municipality of Licínio de Almeida – BA, by means of techniques remote sensing. To analyze susceptible areas the erosion were developed themed maps of region, are they: type of soil, lithology, declivity, weather map, classification of the vegetation cover and land use. To find the vulnerability map loss of soil, the files in matrix format were interpolated through a weighted overlay, in which all files received equal weights. In the region of Licínio de Almeida there is a predominance of Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, stone more cohesive, relief plan, medium values of the rainfall intensity, strong presence of the capoeirão/pasture and soil exposed, which fits of the county in the classification of the Of intermediate vulnerability.

Keywords: geoprocessing, land use, erosion

1 Introdução

A erosão destaca-se como uma das mais importantes alterações ambientais que envolvem troca de energia. Como agente modelador do relevo, a erosão é influenciada por uma série de agentes como intemperismo, ação química e mecânica da água e todos os processos de degradação da superfície que atuam em conjunto e de forma combinada, destruindo saliências e a concavidade do relevo (IBGE, 2009).

Crepani et al. (2001) desenvolveu uma metodologia para fazer o estudo e mapeamento da susceptibilidade a erosão. Segundo o autor, para construir um mapa de vulnerabilidade, é preciso obter mapas temáticos da área, como o mapa de vulnerabilidade de solos, da geologia, geomorfologia, cobertura vegetal e uso da terra e do clima e assim fazer uma interpretação para estudar a paisagem de forma repetitiva, sinótica e holística. De acordo com Florenzano et al. (2008), na metodologia desse estudo, da geração do mapa de vulnerabilidade a perda de solo, cada mapa temático consiste num plano de informação, ou seja, arquivo no formato matricial

Para colocar em prática essa metodologia desenvolvida por Crepani, é preciso entender o conceito de Ecodinâmica desenvolvida por Tricart (1977), na qual o meio ambiente é classificado em três meios, sendo eles: meios estáveis na qual predomina uma cobertura vegetal densa, ausência de ações vulcânicas, e presença de curso d'água sem incisão violenta, onde predomina pedogênese; meios intergrades, conhecidas como zonas de transição; e meios fortemente instáveis onde não existe cobertura vegetal, áreas de relevo bastante inclinado, presença de solos jovens, onde predomina a morfogênese .

O estudo da susceptibilidade a perda de solos, bem como a elaboração de mapas temáticos, é possível por meio de ferramentas de Sensoriamento Remoto (SR). Para Jensen (2009), o sensoriamento remoto trabalha harmonicamente com outras ciências da informação geográfica, como o Sistema de Informações Geográficas (SIG), levantamento e a cartografia.

Nos últimos anos essas novas tecnologias ganharam ênfase graças a evolução dos computadores e *softwares*, ampliando cada vez mais os estudos na área da geotecnologia e auxiliando os estudos da paisagem por meio de imagens de satélite, o que possibilita o estudo da erosão.

Os SIGs permitem através de mapas a visualização espacial e análise de variáveis de uma determinada área para o estudo de solo, vegetação e litologia por exemplo, utilizando técnicas matemáticas e computacionais (CÂMARA et al., 2001). De acordo com Campos et al. (2004) as ferramentas do geoprocessamento como o Sensoriamento Remoto e o Processamento Digital de Imagem (PDI) constituem instrumentos atualmente utilizados para a manutenção dos registros de uso da terra ao longo do tempo, o que possibilita verificar áreas na qual a cobertura vegetal foi alterada, onde tem solo exposto o que facilita encontrar áreas susceptíveis.

Pinto (2015), estudando susceptibilidade a erosão no Vale do Paraíba, relata que as técnicas de geoprocessamento são importantes para identificação de áreas vulneráveis a erosão.

As ferramentas de SR são fundamentais para uma visualização espacial e tridimensional de lugares pouco conhecidos como a região de Licínio de Almeida, o que permite conhecer os tipos de solo, cobertura vegetal e declividade, para realizar estudos de susceptibilidade a erosão da região. Solos mais jovens, rochas menos coesas, ausência de cobertura vegetal, chuvas mal distribuídas, atividade mineradora, urbanização, atividades agrícolas realizadas de forma inadequada, são fatores que levam a perda de solos.

A urbanização de Licínio de Almeida começou com a construção da linha ferro, com aumento do número de edificações em virtude da chegada de trabalhadores, com a instalação da Mineração Urandi S/A empresa exploradora das jazidas de manganês descobertas na região. A economia de Licínio de Almeida se desenvolveu em torno da mineração, ferrovia, extração de pedras preciosas e semipreciosas como ametista e Citrílio, da agropecuária, cultivo da cana de açúcar e outros vegetais como mandioca para subsistência.

De acordo com Lana (2015), a mineração é uma atividade econômica que causa impactos positivos e negativos. Dentre os positivos destaca-se a geração de renda e emprego, em Licínio de Almeida a geração de emprego impulsionou o desenvolvimento da cidade. Ainda segundo Lana (2015) como impactos negativos a mineração ocasiona a supressão da vegetação. Assim, a retirada da cobertura vegetal leva a uma maior susceptibilidade a perda de solos.

Licínio de Almeida apresenta condições que podem favorecer a perda de solos, segundo Hurbath et al. (2016) a presença de manejo inadequado de solos, queimadas, exploração mineral (manganês e ametista), formação de voçorocas apresentam advertência para os ecossistemas locais.

A exploração predatória sofrida pelo município através da extração de manganês e pedras preciosas, a alteração no uso do solo, a torrencialidade das chuvas e antropização, pode ser responsável pela susceptibilidade a perda de solo na região. Sendo assim, esse trabalho objetiva avaliar as áreas com vulnerabilidade a perda de solos no município de Licínio de Almeida por meio de ferramentas SIG.

2 Material e Métodos

2.1 Área de Estudo

A área de estudo escolhida foi o município de Licínio de Almeida-BA, localizado nas coordenadas 42° 30' de Longitude Oeste e 14° 40', de Latitude Sul e a 852 metros de altitude. Licínio limita-se com os municípios de Jacaraci, Urandi, Pindaí, Caetité e Caculé, as rodovias que dão acesso a cidade são BA-026, BA-156 e BA-263 e conta ainda com a presença da linha de ferro Ferrovia Centro-Atlântica – FCA, como pode ser visualizada na Figura 01 a localização do município.

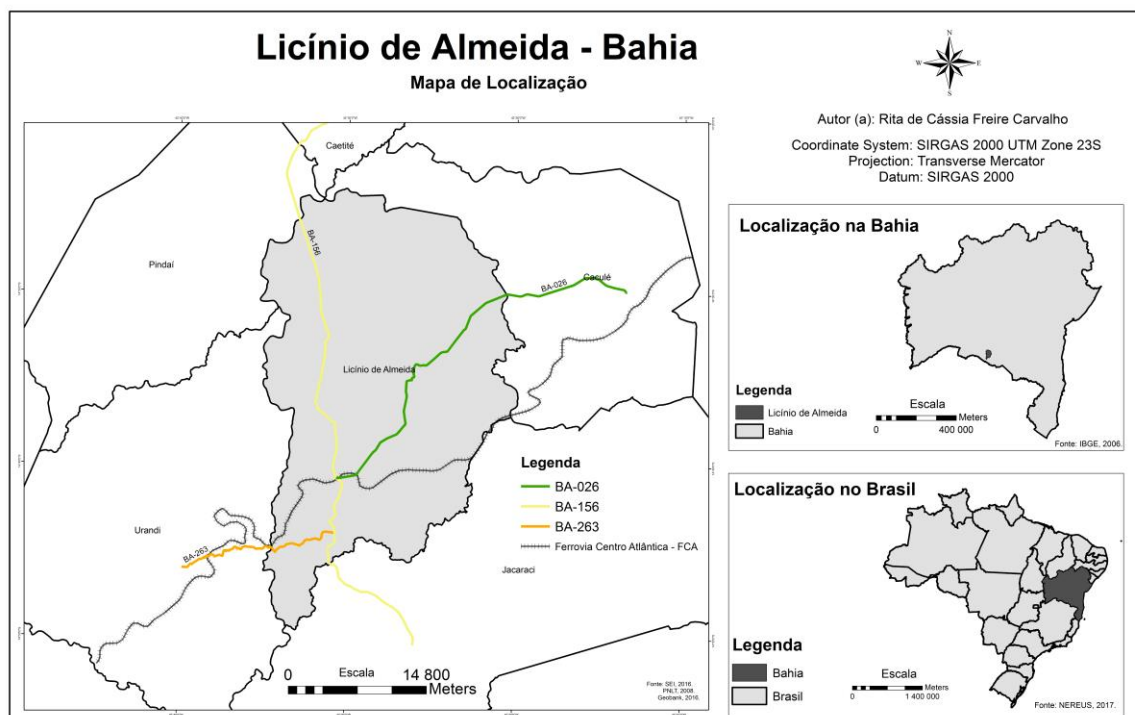


Figura 1: Mapa de Localização do Município de Licínio de Almeida.

Segundo o IBGE (2016), Licínio de Almeida compreende uma área de 856 623 km², está a cerca de 740 km da capital Salvador e a estimativa populacional em 2016 foram 12.967 habitantes. A economia do município é baseada na produção agrícola, agropecuária e ainda na extração manganês e pedras preciosas.

O município apresenta clima semiárido, com temperatura média anual 21°C e pluviosidade anual que varia de 500 a 1000 mm. Segundo Hurbath et al. (2016), A fitofisionomia que prevalece na Serra Geral de Licínio de Almeida é a de Savana Arborizada, sendo encontradas ainda Savana Estépica e Savana Parque. De acordo com a classificação climática de Koppen o clima de Licínio é do tipo AW' caracterizado por ser tropical de altitude com inverno seco e verão chuvoso.

Com apenas meio século de existência, o município começou a ter seus primeiros habitantes em 1930. Na década de 40, as construções próximas a uma lagoa deram origem ao

arraial de nome Gado Bravo que passa a ter um contingente maior de pessoas devido a chegada da Rede Ferroviária Federal S/A, abrigando trabalhadores. Em 1953, já com o nome de Licínio de Almeida foi elevada à categoria de distrito e em 1962 tornou-se um município. Além da ferrovia, o que desenvolveu a cidade foi a instalação da empresa Urandi S/A exploradora de manganês, principal minério da região.

2.2 Processamento dos dados

Para obter o mapa de vulnerabilidade a perda de solo do município foram elaborados seis mapas temáticos indicadores de vulnerabilidade: solos, litologia, declividade, chuva, classificação da cobertura vegetal e uso da terra. Realizou-se a análise por meio do Sistema de Informações Geográficas – SIG, uma metodologia adaptada de Crepani et al. (2001).

A metodologia descrita por Crepani et al. (2001), propõe um estudo de vulnerabilidade a perda de solos através de geoprocessamento, na qual realiza-se uma interpretação das informações contidas nos mapas temáticos da região, tais como: solos, litologia, declividade do terreno, chuva, cobertura vegetal e uso da terra. Cada mapa é avaliado e classificado quanto a vulnerabilidade de suas características através de uma escala baseada nos princípios de Ecodinâmica desenvolvidos por Tricart (1977).

Segundo Crepani et al. (2001), cada meio (estável, intermediário e vulnerável) recebe um grau de vulnerabilidade que varia de 1,0 a 3,0 de acordo com a relação pedogênese/morfogênese. O meio estável, recebe grau de vulnerabilidade 1,0 e predomina a pedogênese, ou seja os processos de formação do solo; o meio intermediário, recebe o grau de vulnerabilidade 2,0 onde há uma relação de equilíbrio entre a pedogênese/morfogênese e o meio instável, recebe grau de vulnerabilidade 3,0 e prevalece os processos de morfogênese, ou seja, os processos erosivos, modificadores da forma do relevo. Além disso, as escalas recebem uma

cor característica que varia de azul, verde, amarelo e vermelho, mais estável para mais instável, respectivamente.

Inicialmente obteve-se o mapa de solos da Bahia através do *Geobank* (banco de dados do Serviço Geológico do Brasil) e o mapa político-administrativo do município de Licínio de Almeida na Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia – SEI (2016). No ArcGIS 10.1, foi elaborado o mapa de solos de Licínio de Almeida e a classificação quanto a vulnerabilidade.

Assim como o mapa de solos, o mapa de litologia foi obtido através do *Geobank*, da folha SD 23 Brasília, as rochas de Licínio de Almeida foram classificadas quanto a vulnerabilidade.

Para a obtenção do mapa de declividade, utilizou-se uma imagem reamostrada da missão Shuttle Radar Topography Mission – SRTM através do site USGS - United States Geological Survey (earthexplorer.usgs.gov). No ArcGIS extraiu-se as declividades do município e obteve-se uma classificação da vulnerabilidade.

A obtenção do mapa para análise de vulnerabilidade do clima foi baseado em dados pluviométricos coletado por 11 estações, no período de 10 anos dentro e nas proximidades da área de estudo, obtidos por meio do site da Agência Nacional de Águas – ANA (<http://hidroweb.ana.gov.br/>).

Numa planilha os valores de precipitação foram organizados por mês para assim obter a média anual. O valor da intensidade pluviométrica foi obtido dividindo a média anual pela quantidade de dias chuvosos durante o ano dividido por 30, esse valor encontra a intensidade em mm/mês.

$$\text{Intensidade Pluviométrica} = \frac{\text{Média anual}}{(\text{número de dias chuvosos}/30)}$$

Com os dados de intensidade pluviométricas e com o arquivo vetorial das estações os dados de intensidade foram interpolados e depois classificados quanto a vulnerabilidade.

Segundo Florenzano et al. (2008), a intensidade pluviométrica é a representação da quantidade de energia potencial disponível para ser transformada em energia cinética. Assim, quanto maior a intensidade pluviométrica (relação entre a média anual/ número de dias com chuva transformada em meses), maior o intemperismo sofrido pelo solo, maior é a erosividade da chuva. Erosividade para Crepani et al. (2004), consiste no poder que chuva possui em causar erosão.

Para elaborar o mapa de uso e ocupação do solo, foram obtidas duas imagens Landsat 8 OLI/TIRS orbita 218 ponto 70, por meio da USGS uma no período chuvoso (27 de abril de 2016) e a outra no período seco (1º de agosto de 2016). Em seguida, fez-se uma composição colorida da imagem para o arranjo nas seguintes categorias: recurso hídrico, área de capoeirão/pastagem, área urbana, floresta nativa, mata ciliar, rocha, solo exposto e área de reflorestamento, ao final a classificadas quanto à vulnerabilidade.

Para encontrar as áreas vulneráveis no município de Licínio de Almeida fez uma sobreposição ponderada com os mapas de vulnerabilidade do solo, vulnerabilidade da litologia, da declividade, do clima e por fim o mapa de uso ocupação do solo. Todos os arquivos receberam pesos iguais no processo de integração das imagens e assim gerou os mapas de vulnerabilidade, um para a época chuvosa e outro para a época seca. Para a representação cartográfica, os mapas de vulnerabilidade receberam cores características, sendo elas: azul (estável), verde (intermediário), amarelo (moderado) e vermelha (vulnerável).

3 Resultados e discussões

A área de estudo apresenta os solos Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, Neossolo Litólico Distrófico, Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico, Cambissolo Háptico Tb Eutrófico,

Cambissolo Háplico Ta Eutrófico. Os tipos de solos e sua vulnerabilidade podem ser visualizados através da Figura 2.

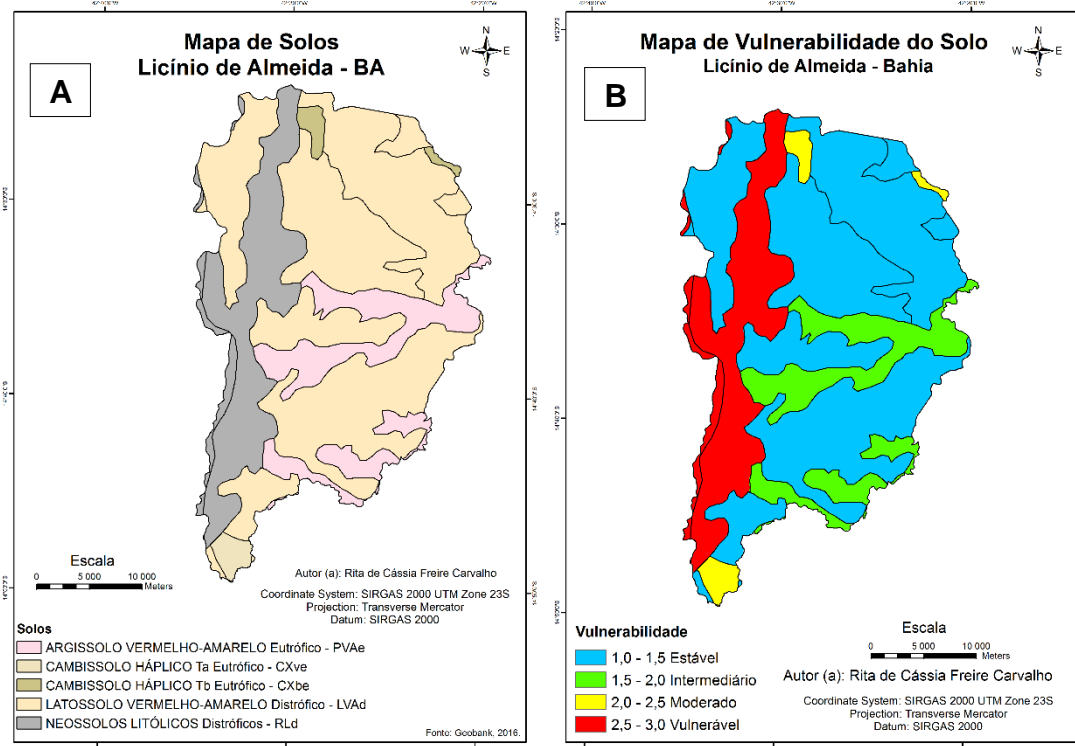


Figura 2: A – Tipos de solos. B – Vulnerabilidade dos solos.

A Figura 2-B mostra o grau de vulnerabilidade dos solos, o solo mais vulnerável é o Neossolo Litólico Distrófico. Segundo Santos et al. (2013), o Neossolo compreende o grupamento de solos pouco evoluídos, em vias de formação e esse tipo característico possui uma reduzida atuação dos processos pedogenéticos, com a morfogênese sendo predominante. Os neossolos, são solos rasos e próximos a terrenos declivosos, eles limitam o crescimento radicular o que aumenta sua vulnerabilidade a erosão. Esse tipo de solo em Licínio de Almeida encontra-se na unidade geomorfológica da Serra do Espinhaço Central, região de maiores altitudes do município.

Na Figura 2-B, na região com susceptibilidade moderada o solo encontrado é o Cambissolo Háplico ta eutrófico. Na Figura 2-A o Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico

ocupa a maior parte do município, estes por sua vez são solos de áreas mais planas e apresentam vulnerabilidade estável.

Sobre a litologia, as principais rochas que são encontradas na região são filito, metaconglomerado, rocha calcissilicática, formação ferrífera bandada (bif's), xisto, mármore, metachert, formação manganésifera, biotita xisto, mica quartzito, aglomerado, laterita, depósitos de areia, depósitos de argila, quartzito feldspático, ortognaisse, augen gnaiss, quartzito feldspático, mica quartzito.

Na Figura 3-B, as áreas mais estáveis, são porções do município que correspondem as rochas de biotita xisto, mica quartzito, ortognaisse e augen gnaiss. Rochas mais estáveis são rochas mais coesas, na qual a pedogênese é predominante.

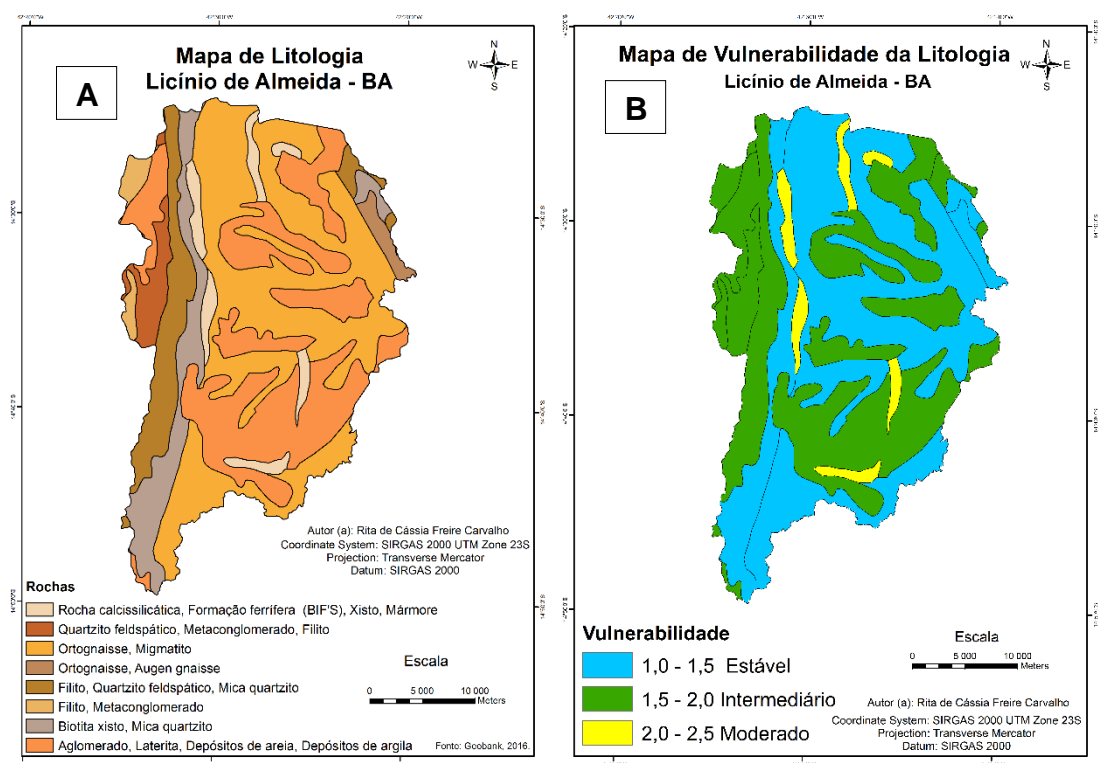


Figura 3: A – Tipos de rochas mais comuns e B – Grau de vulnerabilidade das rochas mais comuns.

Na Figura 3-B as áreas com vulnerabilidade intermediária correspondem as regiões onde os tipos de rochas encontrados são filitos, metaconglomerados, aglomerado, laterita, depósitos

de areia, depósitos de argila, quartzito feldspático e metaconglomerados. Na classificação da litologia, não foram encontradas áreas com grau de vulnerabilidade 2,5 a 3,0, o que predomina no município são as áreas estáveis, ou seja, rochas ais coesas.

Licínio de Almeida apresenta uma altitude de aproximadamente 852 metros, a Figura 4 expõe as principais formas do relevo na região e sua vulnerabilidade. O relevo plano é predominante, no entanto é possível encontrar áreas montanhosas na Figura 4-A.

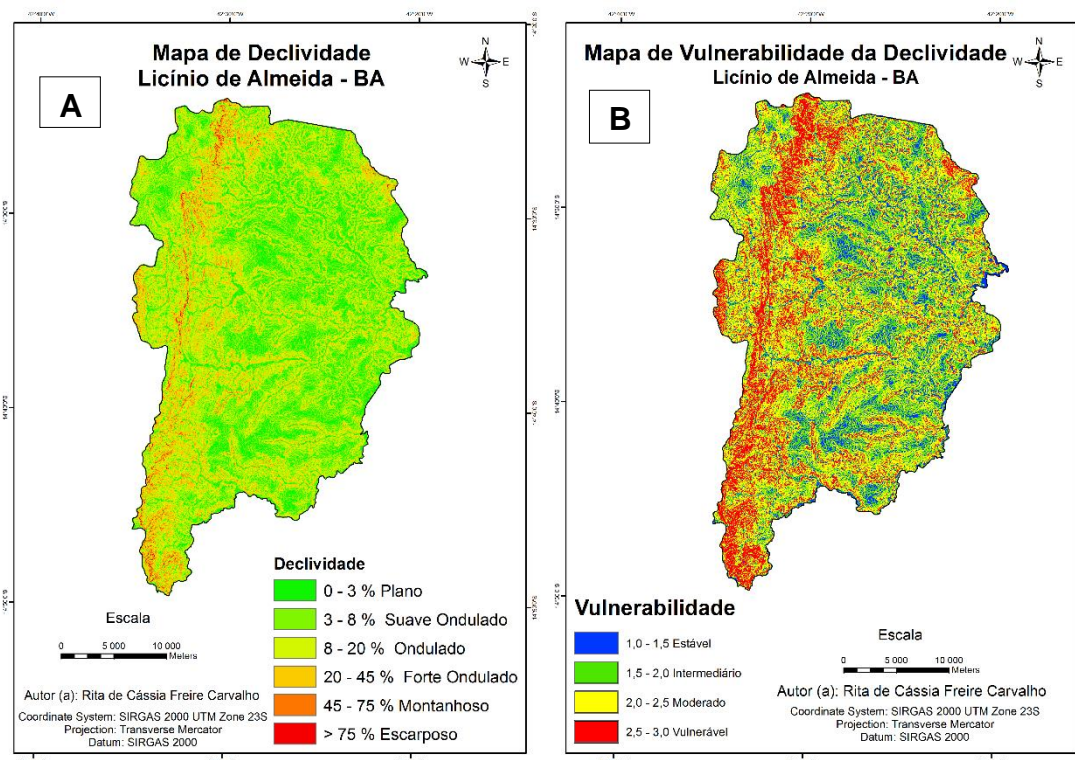


Figura 4: A – Mapa de declividade, em B – Mapa de vulnerabilidade da declividade.

A Figura 4-B, onde mostra a vulnerabilidade da declividade revela que uma pequena parte do município apresenta uma baixa susceptibilidade. As áreas de vulnerabilidade moderada, correspondem aos relevos classificados como ondulados. A cor vermelha que se destaca na Figura 4-B, são áreas consideradas vulneráveis e o tipo de relevo ai presente é forte ondulado e pequenas porções de relevo montanhoso. A unidade geomorfológica dessa região mais vulnerável é descrita como Serra do Espinhaço Central. A vulnerabilidade da declividade

é bem característica, sendo que as áreas mais vulneráveis são aquelas que apresentam os maiores valores de declividade.

O clima é um dos parâmetros mais importantes no estudo da vulnerabilidade a perda de solos. De acordo com Crepani et al. (2004), a chuva atua como agente ativo da erosão e consequentemente o solo acaba sendo o agente passivo. De forma direta e indireta o clima exerce influência sobre o intemperismo, seja pela chuva, seja pela temperatura ou vegetação.

Para o IBGE (2009), a intensidade pluviométrica é o fator mais importante a ser considerado quando se avalia a erosividade da chuva. A Figura 5 demonstra os valores de intensidade pluviométrica do município e sua vulnerabilidade.

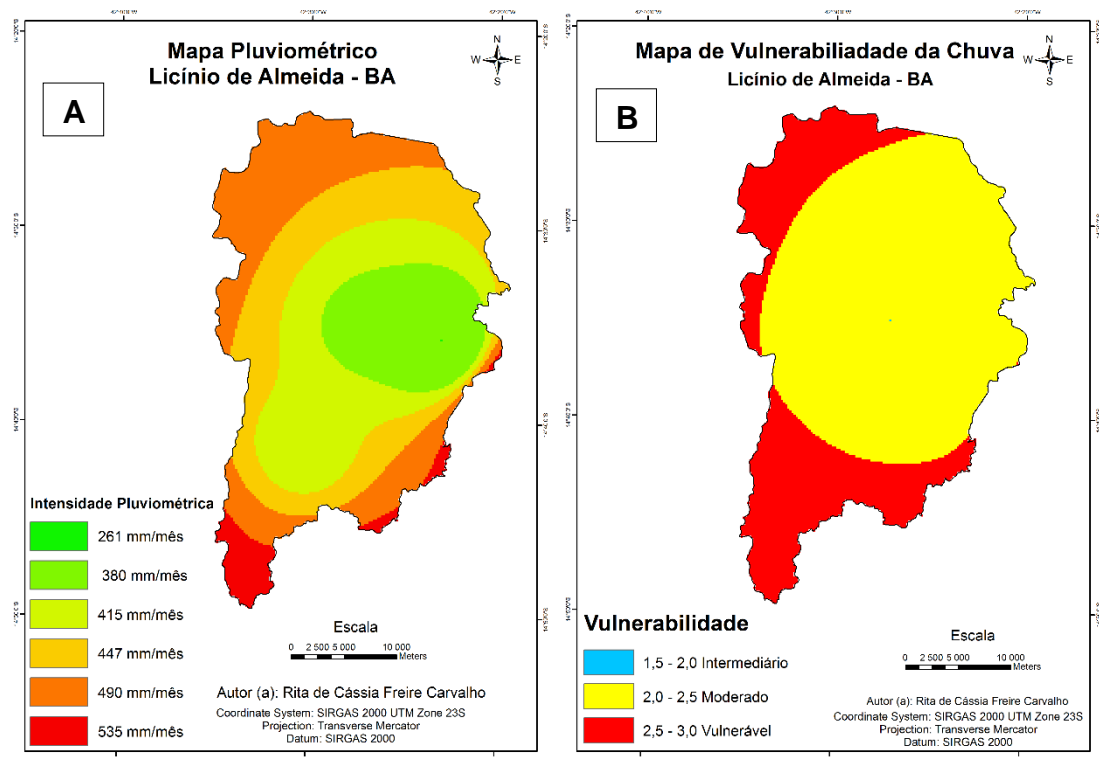


Figura 5: A – Mapa pluviométrico e B – Vulnerabilidade do Clima.

Através da Figura 5-A percebe-se uma intensidade maior nas áreas mais escuras do mapa, com valores variando de 447 a 535 mm/mês; estas regiões apresentam-se mais vulneráveis a erosão que na Figura 5-B, essa área corresponde a 31,53 % (Tabela 1) do

município. Apesar de serem altos os valores de intensidade pluviométrica, não significa que a chuva seja bem distribuída. Valores elevados de intensidade pluviométrica, na qual a precipitação não é bem distribuída ao longo do ano, como acontece em Licínio de Almeida implica num maior poder erosivo da chuva, pois esta por sua vez se concentra apenas no verão. Com isso, a torrencialidade da chuva que se concentra em poucos dias do ano, faz com que o solo se torne desnudo, favorecendo a perda da camada superficial do solo, o que leva a erosão laminar.

Tabela 01. Valores de área em hectare da vulnerabilidade da chuva.

Vulnerabilidade da chuva	Área (ha)	Percentual (%)
Intermediário (1,5 - 2,0)	4,051628	0,005
Moderado (2,0 - 2,5)	58708,09	68,47
Vulnerável (2,5 - 3,0)	27032,46	31,53

A maior parte do município encontra-se com uma vulnerabilidade moderada, o que satisfaz 68,47 % da área total do município, com valores intermediários de intensidade pluviométrica. Assim, quanto maior a intensidade pluviométrica, maior é o impacto da gota da chuva no solo, tornando-se uma área mais susceptível a erosão.

Na região, a vulnerabilidade intermediária é representada por uma área de 4,051628 ha, o que corresponde apenas 0,005 % do município.

A cobertura vegetal é um importante aspecto a ser considerado no que diz respeito à erosão. A presença ou ausência de vegetação vai influenciar o grau de vulnerabilidade podendo tornar uma área mais ou menos susceptível. A presença de cobertura é capaz de retardar o escoamento superficial e aumentar a capacidade de infiltração, com isso a vegetação tem o papel fundamental de proteger o solo contra a erosão (FLORENZANO, 2008).

O mapa de uso e ocupação da terra da região de Licínio de Almeida (Figura 6) mostra a classificação em oito categorias, são elas: área de capoeirão e/ou pastagem, que foram classificadas juntas, pois pertencem a mesma classificação de vulnerabilidade, além de ser

difícil fazer a distinção por meio da composição colorida, mata ciliar, recurso hídrico, rocha, solo exposto, área de reflorestamento e área urbana.

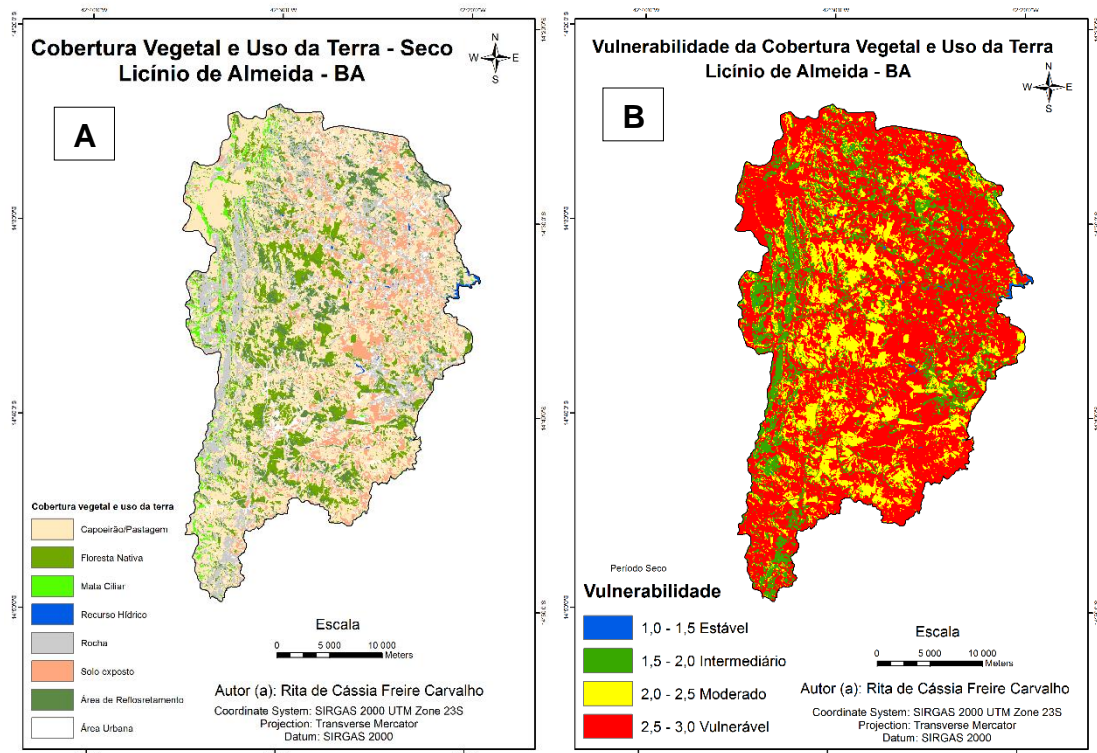


Figura 6: Análise da vulnerabilidade da cobertura vegetal e uso da terra no período seco, em Licínio de Almeida-BA. A – Mapa da cobertura vegetal e uso da terra, B – Vulnerabilidade da cobertura vegetal e uso da terra.

Pela análise do mapa de vulnerabilidade (Figura 6-B), no período seco as imagens mostram que as áreas mais vulneráveis são aquelas classificadas como solo exposto, capoeirão/pastagem. Essas áreas reafirmam que a ausência de cobertura deixa o solo exposto e facilita o processo erosivo.

Ainda sobre a Figura 6-B, as áreas classificadas como floresta nativa apresentam uma vulnerabilidade moderada. Vale ressaltar que a fitofisionomia predominante na região é Savana Arborizada, e esta por sua vez é uma vegetação com susceptibilidade moderada. Esse tipo de fitofisionomia é caracterizada pela presença de árvores baixas, espaçadas em meio a um estrato herbáceo, isso explica a sua vulnerabilidade.

A presença de cobertura vegetal em alta densidade apresenta menores valores de vulnerabilidade, e uma maior intensidade de uso da terra são atribuídos valores maiores de susceptibilidade.

A Figura 7 mostra o mapa de uso e ocupação do solo para o período chuvoso. Sabe-se que no período chuvoso a vegetação apresenta-se mais verde, como pode ser visto no mapa de cobertura vegetal (Figura 7-A). As regiões de cor esverdeada, apresentaram-se em maior quantidade do que no período seco.

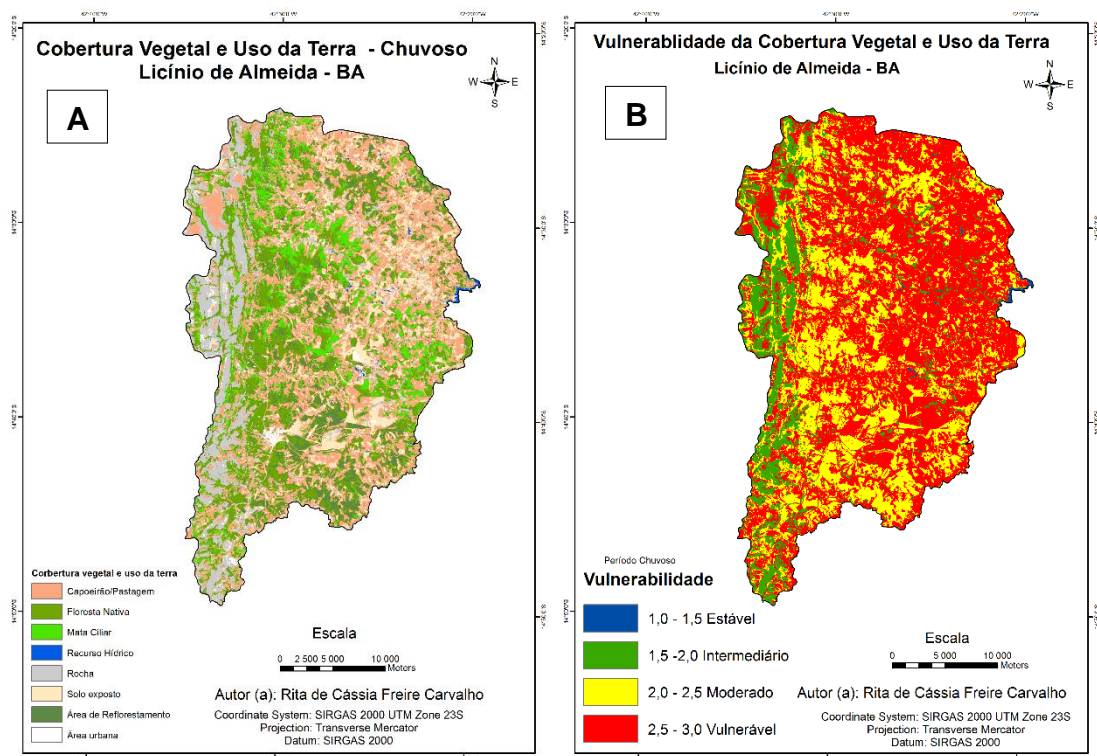


Figura 7: A – Mapa da cobertura vegetal e uso da terra para o período chuvoso e em B – Vulnerabilidade da cobertura vegetal e uso da terra para o período chuvoso.

Na Figura 7-B, a vulnerabilidade da cobertura vegetal e uso da terra no período chuvoso quando comparado ao período seco, percebe-se uma maior quantidade de regiões classificadas com vulnerabilidade moderada, isto deve-se ao fato da ocorrência de chuvas na região e a vegetação apresentar-se mais exuberante. Assim, há uma diminuição das áreas susceptíveis, já que após a chuvas aumenta a vegetação que recobre o solo, protegendo-o contra erosão.

A partir da sobreposição ponderada das imagens de solo, litologia, declividade, clima e cobertura vegetal no período seco e chuvoso foram obtidos dois mapas com as principais áreas vulneráveis a perda de solos (Figura 8).

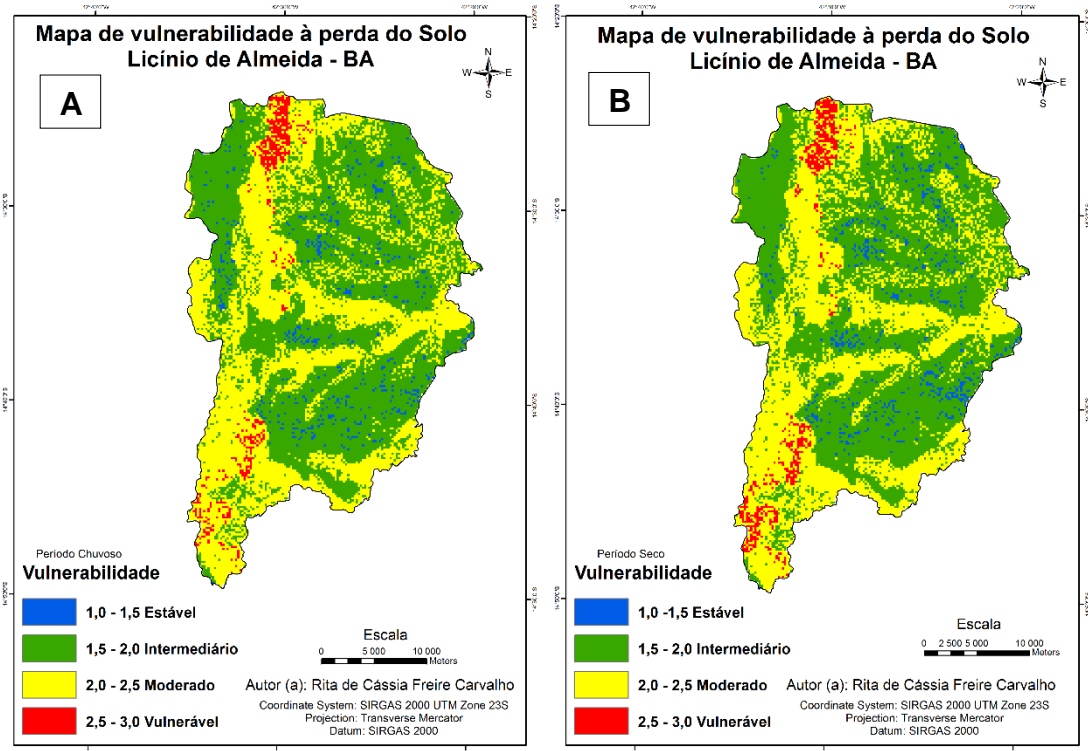


Figura 8: Mapa de vulnerabilidade a perda de solo em Licínio de Almeida-BA. A – Vulnerabilidade a perda de solo no período chuvoso, em B - Vulnerabilidade a perda de solo no período seco.

A Figura 8 mostra que o grau de vulnerabilidade classificado como intermediário, é predominante no município, o que corresponde a 53,48 % (Tabela 2) da sua área total no período chuvoso e 53,37 % no período seco. Pequenas porções de áreas susceptíveis a erosão, o que equivale a 2,61 % no período chuvoso e 3,08 % no período seco, devem-se ao fato de serem regiões com solo exposto e com um relevo mais inclinado. Essas são áreas que estão próximas ao relevo classificado como forte ondulado, consequentemente mais sujeitas à erosão.

Quanto ao período dos mapas, seco ou chuvoso, a Figura 8 mostra poucas diferenças em relação ao tamanho das áreas e representação da vulnerabilidade entre eles. As diferenças em relação ao tamanho da área podem ser visualizadas na Tabela 2. A diferença maior pode

ser percebida na classificação de vulnerabilidade classificada como moderado, pois no período chuvoso tem-se um maior valor de área na classificação em relação ao período seco. A presença de uma vegetação mais verde, caracterizada pela época em que os valores de precipitação são maiores interferiu nos valores de vulnerabilidade, proporcionando uma maior área com classificação moderada.

Tabela 02: Valores de área em hectare dos graus de vulnerabilidade para o período chuvoso e seco.

Classificação de Vulnerabilidade	Período Chuvoso		Período Seco	
	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)
Estável	2151,41	2,52	2548,47	2,99
Intermediário	45568,66	53,48	45479,53	53,37
Moderado	35265,37	41,39	34560,39	40,56
Vulnerável	2224,34	2,61	2621,40	3,08
Total	85209,80	100	85209,80	100

A área classificada com vulnerabilidade estável corresponde a 2,52 % da área total do município no período chuvoso e 2,99 % no período seco. É uma região que confirma a presença de solo com baixa vulnerabilidade como o Latossolo vermelho-amarelo distrófico, relevo mais plano, intensidade pluviométrica moderada e presença de cobertura vegetal.

A maior parte do município, com 53,48 % do total no período chuvoso e 53,37 % no período seco é classificada como vulnerabilidade intermediária. A área recebe essa classificação devido à presença de um relevo suave ondulado, baixos valores de intensidade pluviométrica, presença de rochas com vulnerabilidade mais estável, solo Latossolo Vermelho-Amarelo, que possui maior estabilidade, e presença de vegetação nativa

A vulnerabilidade moderada satisfaz uma área de 41,39 % no período chuvoso e 40,56 % no período seco é assim classificada por estar em uma área na qual a cobertura vegetal perde as folhas durante o período seco, está próximo a porções de relevo mais ondulado, presença de Neossolo Litólico, solo mais raso e mais susceptível, e Argissolo Vermelho-Amarelo e com alta intensidade pluviométrica.

A porção vulnerável, representa uma área de 2,61 % no período chuvoso e 3,08 % no período seco, é assim classificada devido a presença de Neossolo Litólico, o tipo mais susceptível a erosão, com presença de relevo montanhoso, com maior intensidade pluviométrica e serem classificadas como capoeirão e/ou pastagem.

As ferramentas de SR foram essenciais para o estudo da vulnerabilidade a perda de solo no município de Licínio de Almeida. Com isso, percebe-se que a maior parte região apresenta com uma vulnerabilidade intermediária. Naturalmente, o grau de susceptibilidade é esperado já que a região apresenta-se com uma geomorfologia caracterizada por um relevo mais plano a ondulado, maior presença do latossolo vermelho-amarelo, média intensidade pluviométrica em sua maior parte e uma presença significativa de vegetação que recobre o solo. Pequenas áreas são as mais vulneráveis e está próxima a serra com relevo mais inclinado e presença de cobertura vegetal característica de capoeirão e pastagem.

4 Conclusão

Diante do estudo realizado, conclui-se que as ferramentas SIG auxiliaram a classificação do município de Licínio de Almeida quanto a vulnerabilidade a perda de solos. Na região há um predomínio do Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, rochas mais coesas, relevo mais plano, valores médios de intensidade pluviométrica, forte presença de capoeirão/pastagem o que enquadra o município em sua maior parte na classificação de vulnerabilidade intermediária.

5 Referências

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. 2017. Hidroweb. Brasília, DF. 7 arquivos formato vetorial.
- CAMARA, G. DAVIS, C. MONTEIRO, A. M. V. 2001 Introdução a Ciência da Geoinformação. São José dos Campos, INPE. Disponível em: < <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/index.html> > Acesso em: 15 mar. 2016.
- CAMPOS, S. ARAÚJO JÚNIOR, A. A. BARROS, Z. X. CARDOSO, L. G. PIROLI, E. L. 2004. Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao uso da terra em microbacias hidrográficas, Botucatu – SP. Engenharia Agrícola, Jaboticabal. v.24. p.431-435.
- CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S.; HERNANDEZ FILHO, P.; FLORENZANO, T. G.; DUARTE, V.; BARBOSA, C. C. F. 2001. Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial. INPE. São José dos Campos.
- CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S.; PALMEIRA, A. F. 2004. Intensidade pluviométrica: uma maneira de tratar dados pluviométricos para análise da vulnerabilidade de paisagens à perda de solo. INPE. São José dos Campos.
- FLORENZANO, T. G. 2008. Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais. São Paulo: oficina de Textos.
- HURBATH, F.; TORRES, D. S. C.; ROQUE, N. 2016. Euphorbiaceae na Serra Geral de Licínio de Almeida, Bahia, Brasil. Rodriguésia. Rio de Janeiro, vol. 67, n. 2, abr. 2016. 489-531 p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. 2009. Manual Técnico de Geomorfologia. Manuais técnicos em geociências. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE. 182p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. 2016. Cidades. Disponível em: < <http://cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?codmun=291940> > Acesso em 30 mai. 2016.
- JENSEN, J. R. Sensoriamento remoto do ambiente: uma a perspectiva em recursos terrestres. 2009. Tradução: José Carlos Neves Epiphânio et al. São José dos Campos, Parêntese. 598p.
- LANA, Z. M. O. A atividade mineradora em Minas Gerais e em Ouro Preto: impactos socioambientais e intervenções para a sustentabilidade. Sociedade e Território, Natal, Vol. 27, N. 3, p. 45 – 59, Jul./Dez. de 2015.
- PINTO, C. T.; OLIVEIRA, P. V. C.; PONZONI, F. J.; CASTRO, R. M. 2015 Identificação de áreas susceptíveis aos processos erosivos na região do Vale do Paraíba. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO – SBSR, XVII. 2015. João Pessoa-PB. Anais...Paraíba: INPE.
- SANTOS, H. G.; ALMEIDA, J. A.; OLIVEIRA, J. B.; LUMBRERAS, J. F.; ANJOS, L. H. C.; COELHO, M. R.; JACOMINE, P. K. T.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, V. A. 2013. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília, Embrapa. 352p.

SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS-SEI. Divisão Político-administrativo. Bahia, 2016. 1 arquivo vetorial formato shapefile.

TRICART, J. 1977. Ecodinâmica. Rio de Janeiro: FIBGE/SUPREN. 91p.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY - USGS. SRTM 1 Arc-Second Global. 1 imagem de satélite. 2017. Disponível em: <<http://earthexplorer.usgs.gov/>> Acesso em: 15 mar. 2017.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY - USGS. Landsat 8 OLI/TIRS wrs path=218, wrs row=70. 2 imagens de satélite. 2016. Disponível em: <<http://earthexplorer.usgs.gov/>> Acesso em: 05 dez. 2016.

ANEXO

NORMAS PARA PUBLICAÇÃO (Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ)

1. O Anuário do Instituto de Geociências é uma publicação oficial da Universidade Federal do Rio de Janeiro – Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza, Instituto de Geociências, destinando-se à divulgação da produção científica de interesse amplo, caráter original e inédito, relacionada com as Geociências. Ao submeter um artigo, o autor(es) do mesmo está realizando de maneira automática a transferência de direitos autorais ao Anuário do Instituto de Geociências da UFRJ.

Não há o pagamento de taxas para a submissão ou para a publicação de artigos no Anuário do Instituto de Geociências.

2. O Anuário do Instituto de Geociências publica Artigos e Comunicações, no âmbito das Geociências.

3. Os textos podem ser redigidos em português, francês, espanhol ou inglês em papel A4.

4. Artigos - podem conter até 15 páginas digitadas em espaço duplo, incluindo ilustrações e referências bibliográficas. Textos maiores poderão ser publicados mediante pagamento dos custos de produção.

5. Comunicações - podem conter até 5 páginas digitadas em espaço duplo, incluindo ilustrações e referências. Destinam-se a divulgar resumos de importantes descobertas recentes.

Preparação Para Encaminhamento

a) Textos

6. Artigos e Comunicações

Uma primeira folha com o título, número de figuras e o índice. Da segunda folha em diante, em sequência, o título, nome completo do(s) autor (es), endereço (caixa postal, logradouro, e-mail, CEP, cidade e Estado), Resumo, Abstract, texto completo, Inserir textos explicativos das ilustrações no corpo do texto, na posição aproximada onde deverão aparecer.

Hierarquizar os títulos e subtítulos em 1, 1.1, 2, 2.1, 2.2 etc.

O Resumo e Abstract devem ter até 25 linhas em Artigos (para textos redigidos em inglês) e até 10 linhas em Comunicações, e serem seguidos de palavras-chave e Keywords, respectivamente.

Artigos em português, espanhol ou francês deverão ter o título vertido para a língua inglesa, colocado após a palavra Abstract. Editar o texto e tabelas em Word for Windows, fonte Times New Roman, tamanho 12. As linhas de texto alinhadas à esquerda e em espaço duplo. Todas as margens devem ter 2,5 cm. Digitar as tabelas no modo TABELA. Não remeter CDs e originais.

Envie arquivo digital “.doc” para o endereço eletrônico:

ismar@geologia.ufrj.br

b) Ilustrações

7. As ilustrações gráficas, fotográficas e fotomicrográficas serão numeradas sequencialmente, na ordem de sua citação no texto, e consideradas, mesmo pranchas, indiscriminadamente como Figuras.

Não serão aceitos encartes. Todas as ilustrações deverão ser preparadas de forma digitalizada em formato .tiff com resolução de 300dpi.

8. Legendas e símbolos das ilustrações devem ter dimensões adequadas para permitir legibilidade em eventuais reduções.

Explicar todos os símbolos. Colocar escalas gráficas dentro da área das ilustrações. As figuras devem ser preparadas de modo a otimizar o espaço disponível.

c) Referências

9. Citações no corpo do texto, seguir os formatos do seguinte exemplo: Lima (1999), Lima & Silva (1992 a, b), e para três autores ou mais, Lima et al. (2002).

10. Ao final do texto, ordenar as referências na ordem alfabética do sobrenome do primeiro autor, empregando os seguintes formatos:

Artigos de Periódicos:

Pereira, R.; Guimarães Jr., J.A. & Silva Jr., G.C. 2002. Avaliação do Impacto da Captação de Água na Lagoa do Bomfim, RN - Brasil. *Revista Águas Subterrâneas*, 16 (1): 61 - 68. Souza, M.L. 1997. Algumas Notas Sobre a Importância do Espaço para o Desenvolvimento Social. *Território*, 3: 13-35.

Artigos de Publicações Seriadas:

Vicalvi, M.A.; Kotzian, S.C.B. & Forti-Esteves, I.R. 1977. A Ocorrência de Microfauna Estuarina no Quaternário da Plataforma Continental de São Paulo. In: *Evolução Sedimentar Holocênica da Plataforma Continental e do Talude do Sul do Brasil*, Rio de Janeiro, CENPES/DINTEP, p. 77 - 97. (Série Projeto REMAC 2).

Dissertações e Teses

Caita, M.B.F. 2000. Angola: Estado-Nação, Movimentos Sociais e Disputas Territoriais. O Caso da Província de Ngagela. Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Dissertação de Mestrado, 67p.

Artigos Publicados em Eventos

Dias-Brito, D. 1992. Ocorrências de Calcisferas em Depósitos carbonáticos do Atlântico Sul: Impacto na Configuração Paleocanográfica do Tétis Cretácico. In: *SIMPÓSIO SOBRE AS BACIAS CRETÁCIAS BRASILEIRAS*, 2, Rio Claro, 1992. Resumos expandidos, Rio Claro, UNESP, p. 30-34.

Livros

Becker, B. & Egler, C. 1993. *Brasil: Uma Nova Potência Regional na Economia-mundo*. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil. 267 p.

Capítulos de livros

Wanderley, M. D. 2004. Nanofósseis Calcários. In: CARVALHO, I. S. (ed.). *Paleontologia*. Editora Interciência, p. 285-296.

Análise Pelo Corpo Consultivo

11. Artigos e Comunicações serão submetidos à análise crítica de pelo menos dois consultores ad hoc e/ ou analisados pelo Editor ou Conselho Editorial. Textos não aceitos para publicação serão devolvidos ao autor principal.

Procedimentos Após Análise

12. Artigos e Comunicações serão encaminhados para revisão pelo(s) autor(es), acompanhados de uma lista de recomendações editoriais. Após a realização de todas as correções indicadas deverão ser encaminhados os CDs referentes ao texto e imagens (formato .tiff), bem como cópia impressa em papel A4.

Provas e Separatas

13. Provas dos Artigos e Comunicações, serão remetidas aos autores (arquivo no formato PDF) para correção antes da impressão. Alterações necessárias deverão ser encaminhadas manuscritas na prova do arquivo PDF.

14. Separatas serão fornecidas mediante o pagamento dos custos de impressão.

Copyright e Autorizações

15. Não há restrição para o(s) autor(es) em manterem o direito de copyright de seus artigos, bem como podem manter os direitos de publicação sem restrições, desde que solicitado quando da submissão do manuscrito.