

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA  
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

**VULNERABILIDADE À PERDA DE SOLOS EM VITÓRIA DA  
CONQUISTA-BA UTILIZANDO TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO  
REMOTO**

**LEANDRO DIAS DA SILVA**

**VITÓRIA DA CONQUISTA  
BAHIA - BRASIL  
NOVEMBRO – 2021**

**LEANDRO DIAS DA SILVA**

**VULNERABILIDADE À PERDA DE SOLOS EM VITÓRIA DA  
CONQUISTA-BA UTILIZANDO TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO  
REMOTO**

Monografia apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, como parte das exigências do Curso de Engenharia Florestal, para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

**Orientador: Prof. Odair Lacerda Lemos (UESB)**

VITÓRIA DA CONQUISTA  
BAHIA - BRASIL  
NOVEMBRO – 2021

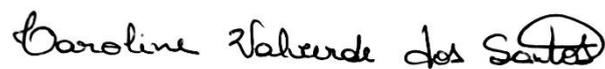
**LEANDRO DIAS DA SILVA**

**VULNERABILIDADE À PERDA DE SOLOS EM VITÓRIA DA  
CONQUISTA-BA UTILIZANDO TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO  
REMOTO**

Monografia apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, como parte das exigências do Curso de Engenharia Florestal, para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Aprovada em 08 de novembro de 2021.

Comissão Examinadora:



---

Prof.<sup>(a)</sup> Caroline Valverde dos Santos (D.Sc., Ciência do solo) - UFRGS



---

Ingrid Thalia Prado de Castro (Bacharel, Engenharia Agrônômica) - UESB



---

Prof. Odair Lacerda Lemos (D.Sc., Agronomia) – UESB  
Orientador

## RESUMO

SILVA, Leandro Dias da, Engenheiro Florestal, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, novembro de 2021. **Vulnerabilidade à perda de solos em Vitória da Conquista-BA utilizando técnicas de sensoriamento remoto.** Orientador: Odair Lacerda Lemos.

Os processos erosivos representam perdas relacionadas a nutrientes presentes no solo e conseqüentemente a diminuição da produtividade. A disponibilidade de informações sobre os solos de uma região, bem como, sua vulnerabilidade natural a processos erosivos é de fundamental importância para o planejamento das atividades relacionadas ao uso da terra, agricultura, reflorestamento, entre outras finalidades. O objetivo deste trabalho foi avaliar a vulnerabilidade à erosão do solo considerando diferentes características ambientais do município de Vitória da Conquista - BA. Foi realizado um estudo de vulnerabilidade à perda de solos, no qual realizou-se uma interpretação das informações contidas nos mapas temáticos da região, cada mapa foi avaliado e classificado quanto a vulnerabilidade de suas características através de uma escala baseada nos princípios da ecodinâmica. O município de Vitória da Conquista apresentou suas áreas classificadas como: moderadamente estáveis (52,95%) e moderadamente vulneráveis (47,03%). O distrito com maior percentual de áreas com classificação moderada foi São João da Vitória (73,4%). As técnicas de geoprocessamento, auxiliaram no tratamento dos dados sendo possível rastrear áreas vulneráveis a processos erosivos em um curto espaço. O relevo plano, a baixa intensidade pluviométrica e a predominância de um solo profundo e bastante intemperizado favoreceram a classificação quanto a vulnerabilidade, uma vez que o município não apresentou áreas vulneráveis.

**Palavras-chave:** Erosão, geotecnologia, carreamento de materiais, áreas suscetíveis, gestão territorial, geoprocessamento, risco ambiental.

## ABSTRACT

SILVA, Leandro Dias da, Forestry Engineer, State University of Southwest Bahia, October, 2021. **Vulnerability to soil loss in Vitória da Conquista-BA using remote sensing techniques.** Advisor: Odair Lacerda Lemos

The erosive processes represent losses related to the nutrients present in the soil and consequently a decrease in productivity. The availability of information about the soils of a region, as well as its natural vulnerability to erosive processes is of fundamental importance for the planning of activities related to land use, agriculture, reforestation, among other purposes. The objective of this work was to evaluate the vulnerability to soil erosion considering different environmental characteristics of the municipality of Vitória da Conquista - BA. A study of vulnerability to soil loss was carried out, in which the information contained in the thematic maps of the region was interpreted. Each map was evaluated and classified as to the vulnerability of its characteristics through a scale based on the principles of ecodynamics. The municipality of Vitória da Conquista presented its areas classified as: moderately stable (52.95%) and moderately vulnerable (47.03%). The district with the highest percentage of areas with moderate classification was São João da Vitória (73.4%). The geoprocessing techniques helped in the treatment of the data, being possible to trace areas vulnerable to erosive processes in a short space of time. The flat relief, low rainfall intensity and the predominance of a deep and very weathered soil favored the vulnerability classification, since the municipality did not present vulnerable

**Keywords:** Erosion, geotechnology, material carrying, susceptible areas, territorial management, geoprocessing, environmental risk.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>7</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>8</b>
2.1. A geomorfologia e a vulnerabilidade a processos erosivos .....	8
2.2. Erodibilidade e o uso do solo.....	10
2.3. Erosividade e a intensidade pluviométrica .....	11
2.4. Geotecnologia e o geoprocessamento .....	12
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>14</b>
3.1. Descrição da área .....	14
3.2. Elaboração dos mapas temáticos.....	15
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>24</b>
<b>5. CONCLUSÃO</b> .....	<b>34</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>35</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Os processos erosivos representam perdas relacionadas a nutrientes presentes no solo e conseqüentemente a diminuição da produtividade. A disponibilidade de informações sobre os solos de uma região, bem como, sua vulnerabilidade natural a processos erosivos é de fundamental importância para o planejamento das atividades relacionadas ao uso da terra, agricultura, reflorestamento, entre outras finalidades.

O desenvolvimento de mapas de vulnerabilidade natural à perda de solo por meio da erosão, com base nos fatores que influenciam o processo erosivo, a partir das informações do clima, tipo de solo, geologia, geomorfologia e vegetação, é uma forma de fazer gestão de áreas críticas, de um município, por exemplo, no que diz respeito ao assoreamento de cursos hídricos e conservação dos solo.

Neste sentido o uso de geotecnologias para avaliar os fatores que influenciam na vulnerabilidade à erosão do solo pode ser muito importante, uma vez que através do SIG (Sistemas de Informação Geográfica) é possível manipular e integrar diversos mapas temáticos, servindo estes como subsídio para a caracterização espacial e temporal de áreas vulneráveis aos processos erosivos.

Analisar, de forma conjunta, as formas de relevo, a declividade, o manejo do solo e suas características como textura e espessura, assim como a cobertura vegetal são aspectos fundamentais na avaliação da vulnerabilidade à erosão do solo. Neste contexto as ferramentas de geotecnologias se consolidaram como técnicas eficazes no mapeamento de áreas suscetíveis e vulneráveis aos processos erosivos. Portanto, o objetivo deste trabalho é avaliar a vulnerabilidade à erosão do solo considerando diferentes características ambientais do município de Vitória da Conquista - BA.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. A geomorfologia e a vulnerabilidade a processos erosivos

A erosão é um ciclo natural que envolve a desagregação, o transporte e a disposição de sedimentos do solo, subsolo e rocha em decomposição (PASCOTO et al., 2018). Para Fragassi (2001), é o processo natural de degradação do solo que provoca a perda de nutrientes e o transporte de sedimentos.

A degradação dos solos constitui na perda de suas qualidades naturais, físicas e bioquímicas, geradas em sua maioria pelos processos erosivos, o que ocasiona em um problema socioeconômico e ambiental, pois, em proporção ao aumento da perda dos solos por erosão, há a diminuição gradativa da sua camada mais produtiva (SILVA, 2009).

Para Crepani et al. (2001), diversas características naturais locais influenciam o processo de erosão, como: a geologia (tipo de rochas); a geomorfologia (formas do relevo); a pedologia (tipo de solo); a cobertura e uso do solo e o clima. Estes fatores não agem isoladamente, mas sim combinados.

Segundo Díaz (2001), em solos residuais e rochas meteorizadas, a erosividade está relacionada intimamente com o tipo e as características da rocha parental. As principais características litológicas que podem condicionar a erosão são o grau de fraturamento das rochas, a intensidade do intemperismo, a natureza do material alterado, especialmente no que se refere à textura.

De acordo com Crepani et al. (2001), são três as características mais relevantes a serem analisadas, relacionadas a geomorfologia e a vulnerabilidade a processos erosivos e correspondem aos seguintes índices morfométricos do terreno: dissecação do relevo pela drenagem, amplitude altimétrica e a declividade. Segundo os mesmos autores a intensidade de dissecação do relevo pela drenagem está diretamente ligada à porosidade e à permeabilidade do solo e da rocha. Rochas e solos impermeáveis dificultam a infiltração das águas pluviais e, conseqüentemente, apresentam maior quantidade de água em superfície para ser drenada em direção às partes mais baixas do terreno. Observa ainda que o aumento na quantidade de água em superfície implica em um maior número de canais de drenagem, elevada disponibilidade de energia potencial para o escoamento superficial (runoff) e, portanto, uma maior capacidade erosiva ou de promover a morfogênese.

De acordo com Santos & Nascimento (2019), a rede de drenagem tem papel fundamental nas alterações da paisagem de bacias hidrográficas, pois podem significar mudanças na sua estruturação e forma, seja por perda ou ganho de canais, indicando o grau de dissecação da superfície. Os autores ressaltaram ainda que os sistemas hidrográficos dependem principalmente das proporções de infiltração e escoamento superficial, podendo exercer influência sobre processos erosivos, de transporte de sedimentos, assoreamento, contaminação de corpos hídricos, vazão, entre outros.

Para Leite & Rosa (2012) a declividade do relevo expressa a sua inclinação em porcentagem ou em graus da relação entre a diferença de altura e a distância horizontal entre dois pontos, observando que a carta de dissecação horizontal auxilia na avaliação da fragilidade do terreno à atuação dos processos morfogenéticos, indicando setores onde interflúvios mais estreitos denotam maior suscetibilidade à atuação destes.

O relevo tem influência sobre os fatores meteorológicos e hidrológicos, pois a velocidade de escoamento superficial é determinada pela declividade do terreno, quanto maior o comprimento da rampa, mais a enxurrada se acumula e maior energia resultante se traduz por uma erosão maior (IENSEN, 2006). Áreas de elevado potencial de erosão dos solos coincidem não só com as áreas de maior comprimento da vertente como também com as de declives elevados (CUMBANE et al., 2015).

Áreas que possuem alta declividade são mais susceptíveis aos processos de erosão, principalmente quando alterados pela ação do homem (PONS et al., 2007).

Campos et al. (2008) observaram que a influência da declividade nos processos erosivos está relacionada principalmente à dois fatores: o primeiro está ligado a influência que o relevo tem sob a rede de drenagem e o movimento da água no solo, enquanto o segundo fator está relacionado à interferência que a declividade tem na variação dos atributos do solo.

Valladares (2012) constatou que em solos com as mesmas características, porém com declividades distintas, a susceptibilidade a erosão aumenta quanto maior for a declividade, enquanto que em áreas mais planas, onde o escoamento superficial é menor, ocorre diminuição dos processos erosivos.

## 2.2. Erodibilidade e o uso do solo

Para Almeida et al. (2016) a capacidade do solo em resistir à erosividade da chuva é denominada de erodibilidade. Destacando ainda quais as características solo influenciam nessa capacidade, sendo elas: a composição químico-mineralógica, a presença de matéria orgânica, a textura, a estrutura e a umidade. Tais características intervêm diretamente na estabilidade estrutural do solo e na sua drenabilidade (permeabilidade), responsáveis diretos pela maior ou menor resistência dos solos frente aos processos erosivos.

Bertoni & Lombardi Neto (2005) apontaram que as propriedades do solo que influenciam sua erodibilidade são aquelas que afetam a velocidade de infiltração, permeabilidade e capacidade total de armazenamento de água, e que promovem a resistência às forças de dispersão, salpico, abrasão e transporte pela chuva e escoamento.

A erosão é diferenciada entre as classes de solo, visto que as características morfológicas e físicas, principalmente, exercem diferentes influências na resistência do solo à erosão; a estrutura, a textura, a taxa de infiltração, a permeabilidade, a densidade e a porosidade, são as características que mais influenciam na resistência do solo à erosão (SILVA et al., 2003).

Sampaio et al. (2016) elenca que no estudo da erosão dos solos destaca-se a influência do escoamento sobre a superfície, que é produzido com o excedente de precipitação em relação à capacidade de infiltração do solo. Nessa perspectiva, os autores afirmaram que o aumento da taxa de escoamento superficial, pode ocasionar a intensificação dos processos erosivos na bacia, atenuando os declives das vertentes que, por sua vez, reincidirá sobre a ampliação da taxa de escoamento superficial, conduzindo o sistema a uma evolução regressiva.

Sartori (2004) classificou a susceptibilidade a erosão dos solos de acordo com o seu potencial de escoamento, partindo de um solo com baixo potencial de escoamento até um solo com um potencial de escoamento muito alto, de alto grau de resistência à erosão até pouquíssima resistência à erosão respectivamente, logo a susceptibilidade a erosão dos solos, está em razão ao seu potencial de escoamento.

Segundo Anache et al. (2017) a erosão causada pela água da chuva é a forma mais significativa de degradação do solo, com perdas que variam de 0,1 t.ha<sup>-1</sup> até 136,0 t.ha<sup>-1</sup> conforme o uso e cobertura do solo.

Estudos recentes no Brasil demonstraram que mudanças no uso da terra vêm aumentando a degradação do solo, em consequência do processo erosivo (OLIVEIRA et al., 2015; OCHOA et al., 2016; WANG et al., 2016). As consequências desse processo comprometem severamente os recursos naturais com forte impacto na segurança alimentar, na resiliência da biodiversidade e na manutenção dos sistemas produtivos (BERENDSE et al., 2015; OCHOA et al., 2016; WANG et al., 2016).

Para Frota (2013) a remoção parcial ou total da vegetação altera o comportamento hidrológico, influenciando na disponibilidade hídrica da bacia. Segundo o mesmo autor a cobertura do solo é um aspecto importante na prevenção e no controle da erosão, constituindo-se um princípio fundamental em conservação do solo e da água.

O relevo e a presença de cobertura vegetal são características que influenciam diretamente nos processos de infiltração e escoamento da água, pois áreas inclinadas são propícias a maior escoamento e baixa taxa de infiltração, e a presença de cobertura vegetal é de importância primária no processo de percepção da precipitação, reduzindo o escoamento (SANTOS et al., 2017; KLEIN; KLEIN, 2014).

De acordo com Araújo Neto et al. (2013) a remoção parcial ou total da vegetação influencia na disponibilidade hídrica, modificando o comportamento hidrológico. A cobertura vegetal proporciona uma barreira física dissipando o fluxo de água escoado e consequentemente aumenta o tempo de oportunidade de infiltração da água no solo, diminuindo a perda de solo (SANTOS et al., 2016; LIMA et al., 2015; RODRIGUES et al., 2013; CARVALHO et al., 2012), e reduzindo o escoamento superficial (SANTOS et al., 2017).

O impacto direto das gotas de chuva sobre a superfície do solo exposto acarreta o início da erosão hídrica podendo resultar em grandes perdas de solo, água e nutrientes, essenciais para o crescimento e desenvolvimento das plantas (CARDOSO et al., 2012) além de provocar aumento na eutrofização e assoreamento nos cursos d'água (BATISTA et al., 2014).

### **2.3. Erosividade e a intensidade pluviométrica**

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 e o número de dias com chuva transformada em meses), maior o intemperismo sofrido pelo solo, maior é a erosividade da chuva.

Para Bertoni et al. (2012) a principal causa da erosão hídrica é ocasionada pelas chuvas, que desagrega as partículas de solos, ocorrendo arrastes e deposição desse material. Além de partículas em suspensão, o solo perde nutrientes, matéria orgânica, sementes e defensivos agrícolas, deixando o solo com deficiência estrutural e nutricional.

Pruski (2009) comenta que no processo de ocorrência de erosão hídrica, mais importante que os totais anuais precipitados, sobressaem-se a distribuição do tamanho, a velocidade, a energia cinética das gotas, a intensidade, duração e frequência da chuva, sendo o conjunto destes fatores conhecido como a erosividade da chuva, que é a capacidade que a chuva tem de causar erosão.

A erosão hídrica superficial para Back & Poletto (2017) está associada diretamente com a intensidade da chuva e com as características do solo, como capacidade de infiltração, declividade da superfície, cobertura do solo, tipo de solo, entre outras. Apontam ainda que considerando os efeitos da chuva sobre o solo, a característica de maior influência no fenômeno erosivo é a intensidade.

#### **2.4. Geotecnologia e o geoprocessamento**

Dentro do contexto da análise e planejamento do meio ambiente, a representação do meio de forma natural e com todos os seus componentes, processos e interações, apresenta-se como uma tarefa com relativa complexidade, com isso, a modelagem de ambientes e fenômenos sempre exigirá certo grau de simplificação, ou de abstração, para que assim o meio ambiente possa ser entendido e simulado, utilizando-se de expressões matemáticas para fazê-lo (CHRISTOFOLETTI, 1999). Dessa forma, para auxiliar no processo de modelagem do mundo físico, gerando aplicações práticas, surge então o geoprocessamento.

Nas últimas décadas, o geoprocessamento tornou-se uma ferramenta de caráter indispensável para execução de projetos que visam à compreensão, estudo, modelagem e simulação do meio ambiente físico. Dessa forma, as grandes extensões de áreas que abrangem estes projetos fazem uso do geoprocessamento, como sendo um principal elemento para o manuseio das grandes bases de dados envolvidos, sejam de caráter espacial ou não (PETERSEN et al. 1995).

O geoprocessamento então pode ser considerado de forma mais simplificada, como sendo um conjunto de geotecnologias, que por sua vez engloba o sensoriamento remoto, sistema de informações geográficas (SIG), cartografia, topografia, fotogrametria e fotointerpretação, bancos de dados geográficos e sistema de posicionamento global (Global Positioning System - GPS). Ou seja, uma forma de tecnologia interdisciplinar, que de acordo com Rocha (2000) integra várias disciplinas, equipamentos, programas, processos, dados e metodologias para coleta, tratamento, análise e apresentação de informações associadas a mapas digitais georreferenciados.

As geotecnologias são compostas e quando são combinadas constituem uma poderosa ferramenta para tomada de decisão e avaliações, dentro dessa área também se destacam os SIG's, a cartografia digital, sensoriamento remoto, sistema global de posicionamento, geoestatística, entre outras ferramentas (ROSA, 2005).

De acordo com Pires et al. (2012), a utilização das Geotecnologias permite realizar um diagnóstico do ambiente de forma total e integrada, a fim de entender como questões relacionadas às alterações nas dinâmicas ambientais se comportam ao longo do tempo no espaço, sendo um dos pontos fortes dessa, possibilitando dessa maneira, que o ambiente seja estudado em parte, mas que seja compreendido como um todo.

Diversos trabalhos utilizando Geotecnologias têm sido desenvolvidos com a finalidade de determinar e quantificar as perdas de solo por erosões fazendo uso de modelos em ambiente de SIG, como por exemplo, Demarchi (2012) utilizou SIG para poder determinar as perdas de solo por erosão hídrica na sub-bacia do Ribeirão das Perobas, no município de Santa Cruz do Rio Pardo-SP. Já, Costa (2014) fez também uso das ferramentas para a determinação das perdas de solo na bacia hidrográfica do Córrego Rico-SP, utilizando a Equação Universal de Perda de Solo (USLE).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Descrição da área

A área de estudo foi em Vitória da Conquista - BA, município localizado nas coordenadas  $-40,83900^\circ$  de Longitude Oeste e  $-14,86600^\circ$  de Latitude Sul (centro da área urbana), sistema de referência de coordenadas SIRGAS 2000 e a 1000 metros de altitude.

Vitória da Conquista limita-se com os municípios de Barra do Choça, Itambé, Ribeirão do Largo, Encruzilhada, Cândido Sales, Belo Campo, Anagé e Planalto, as rodovias que dão acesso à cidade são BA-415, BA-116 e BA-407, como pode ser visualizado na Figura 1.

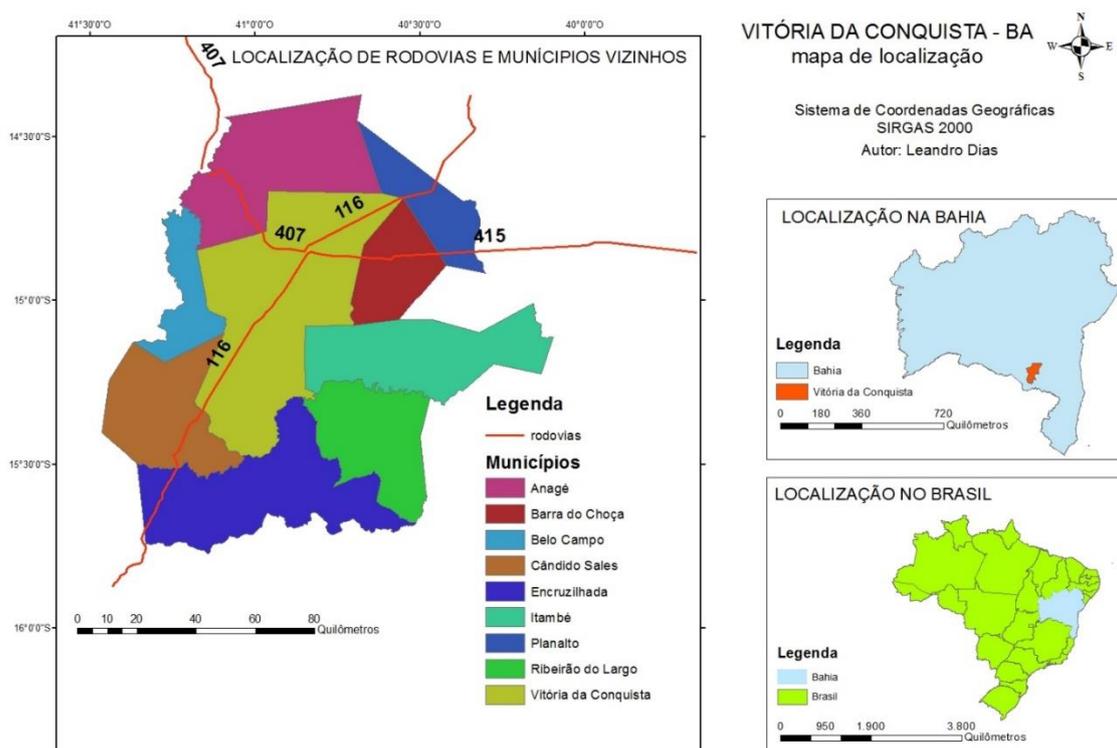


Figura 1 – Mapa de localização do Município de Vitória da Conquista-BA, 2021. Fonte dos dados: IBGE (2020).

Segundo o IBGE (2016), Vitória da Conquista compreende uma área de  $3.705,838 \text{ km}^2$ , está a cerca de 517 km da capital Salvador e a estimativa populacional para 2018 era de 338.885 habitantes. A economia do município é baseada no setor de serviços, seguido pelo setor de administração pública, indústria e agropecuária.

O município apresenta clima tropical de altitude, com temperatura média anual 20°C e pluviosidade anual média de 721 mm. A fitofisionomia que prevalece em Vitória da Conquista, segundo Santos neto et al. (2015) é a Floresta Estacional Semidecidual Montana, e de acordo com a classificação climática de Koppen, o clima do município é do tipo Cwb caracterizado por ser tropical de altitude com chuvas de verão e secas de inverno (INEMA, 2021).

### **3.2. Elaboração dos mapas temáticos**

Para obter o mapa de vulnerabilidade à perda do solo do município foram elaborados mapas temáticos de geologia, geomorfologia, solos, cobertura vegetal e de intensidade pluviométrica, de acordo com o fluxograma exibido na figura 1.

Em seguida realizou-se uma análise por meio do Sistema de Informações Geográficas – SIG, baseada na metodologia adaptada de Crepani et al. (2001).

A metodologia descrita por Crepani et al. (2001), propõe um estudo de vulnerabilidade à perda de solos através de geoprocessamento, na qual realiza-se uma interpretação das informações contidas nos mapas temáticos da região. 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).

Para Tricart (1977), o conceito de ecodinâmica indica um modelo de avaliação integrado das unidades territoriais, com base no balanço pedogênese/morfogênese, propiciando sua classificação quanto aos graus de instabilidade. O conceito assume que as trocas de energia e matéria na natureza se processam em relações de equilíbrio dinâmico. Assim, as áreas em que prevalecem os processos morfogenéticos são entendidas como instáveis, enquanto que aquelas nas quais predomina a pedogênese são consideradas estáveis, sob a perspectiva da ecodinâmica; já quando há equilíbrio entre os dois processos, a área é considerada de estabilidade intermediária.

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, receberá grau de vulnerabilidade 1,0 predominando 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 prevalecendo os processos de morfogênese, ou seja, os processos erosivos, modificadores da forma do relevo. As escalas foram classificadas conforme uma variação de cores (azul, verde, amarelo e vermelho), de mais estável para mais instável, respectivamente.

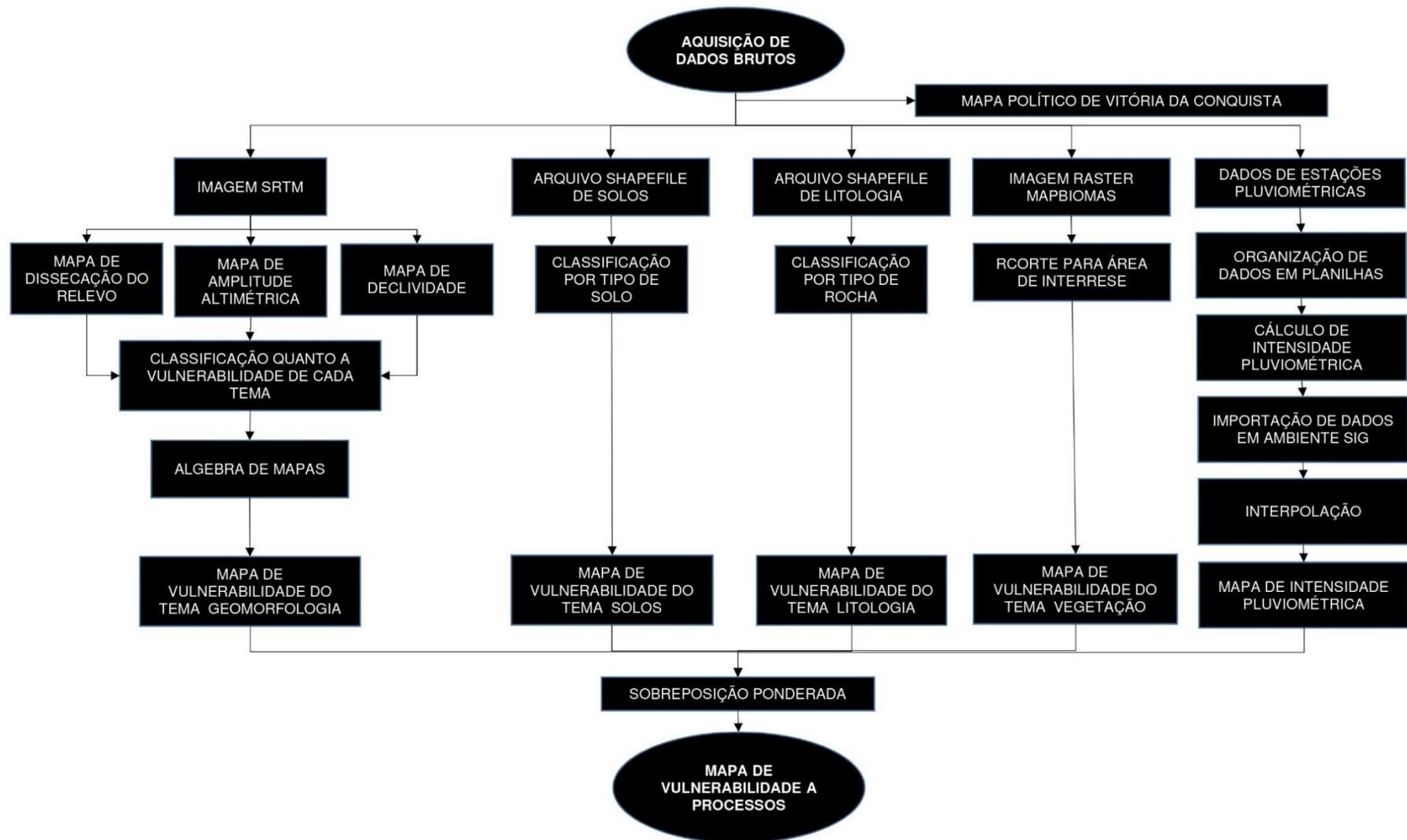


Figura 2 – Fluxograma de aquisição e processamento de dados

Fonte: Autor.

Utilizou-se o mapa político-administrativo do município de Vitória da Conquista-BA, disponível no banco de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) como base para extração dos dados necessários para a área de estudo.

O mapa, de geologia (litologia) foi adquirido através do Serviço Geológico do Brasil - SGB e o mapa de solos da Bahia, através da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. O mapa de geologia e solos de Vitória da Conquista foram elaborados no software ARCMAP 10.5 e posteriormente sua classificação em relação a vulnerabilidade à erosão.

A classificação quanto a vulnerabilidade do tema geologia, foi realizada de acordo com a escala de vulnerabilidade à denudação das rochas mais comuns (quadro 1).

A classificação quanto a vulnerabilidade do tema solos foi realizada de acordo com o quadro 2. Uma atualização das classes de solo foi realizada de acordo com a 5ª edição do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) publicada em 2018.

Quadro 1 - Escala de vulnerabilidade à denudação das rochas mais comuns. Vitória da conquista – BA, 2021.

Quartzitos ou metaquartzitos	1,0	Milonitos, Quartzo muscovita, Biotita, Clorita xisto	1,7	Arenitos quartzosos ou ortoquartzitos	2,4
Riólito, Granito, Dacito	1,1	Piroxenito, Anfibolito Kimberlito, Dunito	1,8	Conglomerados, Subgrauvacas	2,5
Granodiorito, Quartzo Diorito, Granulitos	1,2	Hornblenda, Tremolita, Actinolita xisto	1,9	Grauvacas, Arcózios	2,6
Migmatitos, Gnaisses	1,3	Estaurolita xisto, Xistos granatíferos	2,0	Siltitos, Argilitos	2,7
Fonólito, Nefelina Sienito, Traquito, Sienito	1,4	Filito, Metassiltito	2,1	Folhelhos	2,8
Andesito, Diorito, Basalto	1,5	Ardósia, Metargilito	2,2	Calcários, Dolomitos, Margas, Evaporitos	2,9
Anortosito, Gabro, Peridotito	1,6	Mármoreos	2,3	Sedimentos Inconsolidados: Aluviões, Colúvios etc.	3,0

Fonte: Crepani et.al (2001).

Quadro 2 – Classificação de vulnerabilidade dos solos. Vitória da conquista – BA, 2021.

<b>CLASSE DE SOLO</b>	<b>CLASSE DE SOLO (SANTOS et al., 2018)</b>	<b>VULNERABILIDADE</b>
LATOSSOLO AMARELO LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO LATOSSOLO VERMELHO-ESCURO LATOSSOLO ROXO LATOSSOLO BRUNO LATOSSOLO HÚMICO LATOSSOLO BRUNO-HÚMICO	LATOSSOLO	1,0
PODZÓLICO AMARELO PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO TERRA ROXA ESTRUTURADA	ARGISSOLO	2,0
PODZÓLICO VERMELHO-ESCURO BRUNO NÃO-CÁLCICO	LUVISSOLO	
BRUNIZÉM BRUNIZÉM AVERMELHADO RENDZINAS	CHERNOSSOLO	
PLANOSSOLO	PLANOSSOLO	
CAMBISSOLO	CAMBISSOLO	2,5
SOLOS LITÓLICOS SOLOS ALUVIAIS REGOSSOLO AREIA QUARTZOSA	NEOSSOLO	3,0
VERTISSOLO	VERTISSOLO	
SOLOS ORGÂNICOS	ORGANOSSOLO	
SOLOS HIDROMÓRFICOS GLEISSOLO HÚMICO GLEISSOLO POUCO HÚMICO	GLEISSOLO	
PLINTOSSOLO LATERITA HIDROMÓRFICA SOLOS CONCRECIONÁRIOS LATERÍTICOS	PLINTOSSOLO	
AFLORAMENTO ROCHOSO	AFLORAMENTO ROCHOSO	

Fonte: Modificado de Crepani et.al (2001), incluindo a nova nomenclatura de solos de acordo com Santos et al. (2018).

Para a obtenção do mapa de vulnerabilidade relacionado ao tema geomorfologia utilizou-se os seguintes índices morfométricos do terreno: dissecação do relevo pela drenagem, amplitude altimétrica e declividade. Para isto fez-se uso de quatro imagens reamostradas da missão Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)

disponíveis através do sitio do Serviço Geológico dos Estados Unidos – (USGS) na resolução espacial de 30m e coordenadas S -15° W -41, S -15° W -42, S -16° W -41, S -16° W -42.

Utilizando o software ARCMAP versão 10.5, foram processadas: a dissecação do relevo, a amplitude altimétrica e a declividade e a vulnerabilidade associada a geomorfologia calculada pela equação (1).

$$R = \frac{G + A + D}{3} \quad (1)$$

Onde:

R – Vulnerabilidade para o tema geomorfologia;

G – Vulnerabilidade atribuída ao grau de dissecação;

A – Vulnerabilidade atribuída à amplitude altimétrica;

D – Vulnerabilidade atribuída à declividade.

Quanto maiores forem os interflúvios (ou menor for a intensidade de dissecação) menores são os valores atribuídos às unidades de paisagem natural na escala de vulnerabilidade, ou seja, valores mais próximos à estabilidade (valores próximos a 1,0), da mesma forma as unidades de paisagem natural que apresentem os menores interflúvios (ou maiores intensidades de dissecação) recebem valores da escala de vulnerabilidade mais próximos de 3,0 (próximos da vulnerabilidade).

A intensidade da dissecação pela drenagem pode ser obtida a partir de medidas, realizadas nas cartas topográficas ou nas imagens de satélite, da amplitude dos interflúvios (distância entre canais de drenagem) ou da densidade de drenagem (número de canais/unidade de área), parâmetro este inversamente proporcional ao primeiro.

Para a classificação da vulnerabilidade ligada a dissecação do relevo, a amplitude altimétrica e a declividade utilizaram-se os quadros 3, 4 e 5 respectivamente.

Quadro 3 - Valores de vulnerabilidade para a intensidade de dissecação do relevo. Vitória da conquista – BA, 2021.

Amplitude do interflúvio (m)	Vuln.	Amplitude do interflúvio (m)	Vuln.	Amplitude do interflúvio (m)	Vuln.
>5000	1,0	3250 – 3500	1,7	1500 – 1750	2,4
4750 – 5000	1,1	3000 – 3250	1,8	1250 – 1500	2,5
4500 – 4750	1,2	2750 – 3000	1,9	1000 – 1250	2,6
4250 – 4500	1,3	2500 – 2750	2,0	750 – 1000	2,7
4000 – 4250	1,4	2250 – 2500	2,1	500 – 750	2,8
3750 – 4000	1,5	2000 – 2250	2,2	250 – 500	2,9
3500 – 3750	1,6	1750 – 2000	2,3	<250	3,0

Fonte: Crepani et.al (2001).

Quadro 4 - Valores de vulnerabilidade para amplitude altimétrica. Vitória da conquista – BA, 2021.

Amplitude Altimétrica (m)	Vuln.	Amplitude Altimétrica (m)	Vuln.	Amplitude Altimétrica (m)	Vuln.
<20	1,0	77 – 84,5	1,7	141,5 – 151	2,4
20 – 29,5	1,1	84,5 – 94	1,8	151 – 160,5	2,5
29,5 – 39	1,2	94 – 103,5	1,9	160,5 – 170	2,6
39 – 48,5	1,3	103,5 – 113	2,0	170 – 179,5	2,7
48,5 – 58	1,4	113 – 122,5	2,1	179,5 – 189	2,8
58 – 67,5	1,5	122,5 – 132	2,2	179,5 – 200	2,9
67,5 – 77	1,6	132 – 141,5	2,3	>200	3,0

Fonte: Crepan et.al (2001).

Quadro 5 - Valores de vulnerabilidade para declividade das encostas. Vitória da conquista – BA, 2021.

Declividade (graus)	Vuln.	Declividade (graus)	Vuln.	Declividade (graus)	Vuln.
<2,0	1,0	9,9 – 11,2	1,7	19,1 – 20,4	2,4
2,0 – 3,3	1,1	11,2 – 12,5	1,8	20,4 – 21,7	2,5
3,3 – 4,6	1,2	12,5 – 13,8	1,9	21,7 – 23,0	2,6
4,6 – 5,9	1,3	13,8 – 15,2	2,0	23,0 – 24,4	2,7
5,9 – 7,3	1,4	15,2 – 16,5	2,1	24,4 – 25,7	2,8
7,3 – 8,6	1,5	16,5 – 17,8	2,2	25,7 – 27,0	2,9
8,6 – 9,9	1,6	17,8 – 19,1	2,3	>27,0	3,0

Fonte: Adaptado de Crepani et.al (2001).

O mapa para análise de vulnerabilidade, relacionado ao tema intensidade pluviométrica, foi baseado em dados pluviométricos coletados por 10 estações, no período de 10 anos dentro e nas proximidades da área de estudo, obtidos por meio do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET.

Numa planilha os valores de precipitação foram organizados por mês para assim obter a média anual. Os valores de intensidade pluviométrica (mm/mês) foram obtidos pela equação (2).

$$I = \frac{P}{\left(\frac{D}{30}\right)} \quad (2)$$

Onde:

I – Intensidade pluviométrica (mm/mês);

P – Média de precipitação anual (mm/ano);

D – Quantidade de dias chuvosos durante o ano.

Com os dados de intensidade pluviométrica e com o arquivo vetorial das estações, os dados de intensidade foram interpolados, utilizando se o interpolador IDW no ARCMAP 10.5 e posteriormente classificados quanto a vulnerabilidade, de acordo com a Quadro 6.

Quadro 6 - Valores de vulnerabilidade para intensidade pluviométrica. Vitória da conquista – BA, 2021.

Intensidade pluviométrica (mm/mês)	Vuln.	Intensidade pluviométrica (mm/mês)	Vuln.	Intensidade pluviométrica (mm/mês)	Vuln.
<50	1,0	200 – 225	1,7	375 – 400	2,4
50 – 75	1,1	225 – 250	1,8	400 – 425	2,5
75 – 100	1,2	250 – 275	1,9	425 – 450	2,6
100 – 125	1,3	275 – 300	2,0	450 – 475	2,7
125 – 150	1,4	300 – 325	2,1	475 – 500	2,8
150 – 175	1,5	325 – 350	2,2	500 – 525	2,9
175 – 200	1,6	350 – 375	2,3	>525	3,0

Fonte: Crepani et. al (2001).

Para elaborar o mapa de cobertura vegetal, utilizou-se uma imagem raster do Estado da Bahia classificada de acordo com a cobertura do solo referente a coleção de número 5, que corresponde ao ano de 2019. Os dados foram obtidos por meio da plataforma do projeto MAPBIOMAS.

Posteriormente, no software ARCMAP 10.5, a imagem foi recortada para a área de interesse, e a área classificada quanto à vulnerabilidade da cobertura vegetal de acordo com os critérios de Crepani et. al (2001).

Para gerar o mapa das áreas vulneráveis à processos erosivos no município de Vitória da Conquista-BA utilizou-se a sobreposição ponderada dos mapas de vulnerabilidade dos temas geologia, geomorfologia, pedologia, cobertura vegetal e da intensidade pluviométrica. Todos os arquivos receberam pesos iguais no processo de integração das imagens. Para a representação cartográfica, os mapas de vulnerabilidade receberam cores características, sendo elas: azul (estável), verde (moderadamente estável), amarelo (moderadamente vulnerável) e vermelha (vulnerável).

Realizou-se ainda um recorte das classificações de vulnerabilidade obtidas para cada distrito do município de Vitória da Conquista-Ba. Para tanto utilizou-se o software ARCMAP 10.5, e camadas vetoriais dos distritos obtidas no IBGE.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Vitória da Conquista apresentou uma classificação quanto a vulnerabilidade a processos erosivos que variou de estável à moderadamente vulnerável (figura 3), estando as áreas moderadamente vulneráveis dispostas de sudoeste à nordeste do município, enquanto que as classificadas como moderadamente estáveis, estão, preferencialmente, nas suas zonas periféricas. Estas áreas somadas representam 99,98% da área do município (tabela 1). A classificação moderadamente estável corresponde a 52,95% e a moderadamente vulnerável a 47,03%.

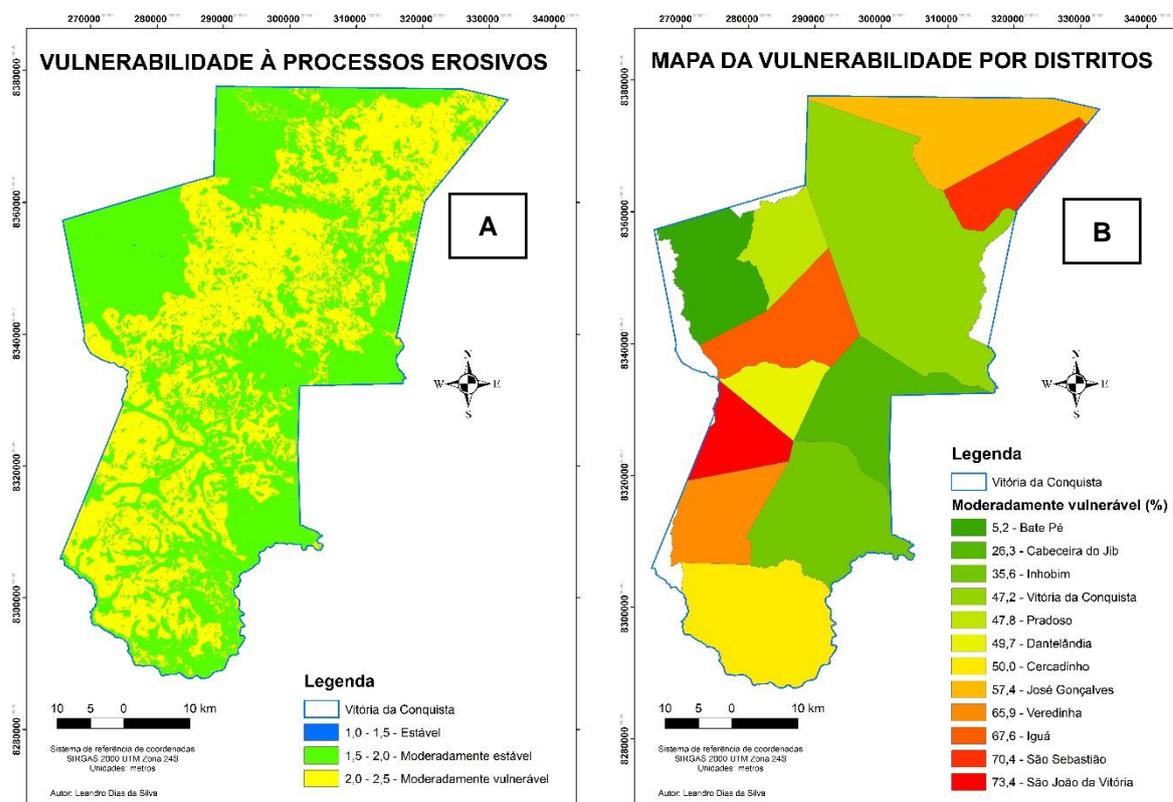


Figura 3: A - Mapa de vulnerabilidade a perda de solo; B - Mapa de vulnerabilidade por distritos. Vitória da Conquista-BA, 2021.

Os distritos que apresentaram um maior percentual de áreas moderadamente vulneráveis a processos erosivos foram: São João da Vitória (73,4%), São Sebastião (70,4%), Iguá (67,6%), Veredinha (65,9%), José Gonçalves (57,4%) e Cercadinho (50,0%) (figura 3B).

A classificação quanto a vulnerabilidade dos distritos de São João da Vitória, São Sebastião, Iguá, Veredinha, José Gonçalves é influenciada pela cobertura do solo, uma vez que nessas regiões temos mais áreas de solo exposto ou de cobertura

de vegetação menos densa (figura 11A), o que possivelmente elevou a quantidade de áreas vulneráveis.

Já no distrito de Cercadinho, o relevo possivelmente foi o fator que possibilitou o aparecimento de áreas moderadamente vulneráveis, o distrito em questão encontra-se em uma área que possui classificações de relevo que vão de montanhoso à escarpado (figura 7A), o que proporcionou a ocorrência de áreas mais vulneráveis a processos erosivos.

Tabela 1: Valores de área em hectare dos graus de vulnerabilidade. Vitória da Conquista-BA, 2021

<b>Classificação de vulnerabilidade</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
Estável	24,44	0,01
Moderadamente estável	171.874,31	53,66
Moderadamente vulnerável	148.423,08	46,34
<b>TOTAL</b>	<b>320.321,83</b>	<b>100,0</b>

Em uma análise específica dos temas considerados para a respectiva classificação da vulnerabilidade a processos erosivos observou-se que no município há uma predominância de duas classes de solo, o Latossolo Amarelo e o Argissolo Vermelho-Amarelo, ocorrendo ainda, em menor proporção, solos do tipo e Latossolo Vermelho-Amarelo, Argissolo Vermelho e Luvisolo Crômico (conforme figura 3A), sendo assim as notas atribuídas na escala de vulnerabilidade que foram de 1,0 a 2,5, de estável a moderadamente vulnerável respectivamente, conforme figura 4B.

Segundo Alvarenga (2003) os solos podem ser mais ou menos suscetíveis a depender de sua pedogênese. Dentre os principais fatores que influenciam a formação de processos erosivos, destacam-se, a profundidade do solo, sua textura e estrutura.

Na região de vulnerabilidade estável, encontra-se o Latossolo Amarelo. Segundo Neto Oliveira & Silva (2011) o Latossolo Amarelo é um solo bastante uniforme em termos de cor, textura e estrutura. São profundos e muito profundos, bem drenados, com predominância de textura argilosa e muito argilosa. O que justifica uma menor vulnerabilidade a processos erosivos se comparado ao Argissolo.

Oliveira (2008) elenca ainda que os Latossolos apresentam elevado estágio de intemperismo e baixa erodibilidade em função das condições de relevo em que ocorrem, o que dificulta a formação dos processos erosivos.

Já na região de vulnerabilidade moderadamente estável há um predomínio do Argissolo Vermelho, Vermelho-Amarelo e Luvisolos Crômicos.

Os Argissolos têm como característica principal a presença de horizonte B textural e o aumento significativo de argila no horizonte B em relação ao A, apresentando argila de atividade baixa, bem como, são suscetíveis a erosão com a presença de mudança textural abrupta, podendo, o horizonte B textural, pode ser encontrado a variadas profundidades (OLIVEIRA, 2008). Já Noroeste e a Sudoeste de Vitória da Conquista-BA, há a ocorrência de solos do tipo Luvisolo. Estes compreendem solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B textural com argila de atividade alta e saturação por bases alta, imediatamente abaixo de horizonte A ou horizonte E. Variam de bem a imperfeitamente drenados, sendo normalmente pouco profundos, com sequência de horizontes A, Bt e C e nítida diferenciação entre os horizontes A e Bt devido ao contraste de textura, cor e/ou estrutura entre eles. A transição para o horizonte B textural é clara ou abrupta, e grande parte dos solos desta classe possui mudança textural abrupta (SANTOS et al., 2018). Para Crepani et al. (2001) em ambos os solos a ocorrência de um horizonte B, onde existe acumulação de argila, isto é, durante o processo de formação uma boa parte da argila translancouse por eluviação do horizonte A para o horizonte B, onde se acumulou, proporcionando uma diferença de textura entre os horizontes A e B (ocasionada pelo acúmulo de argila no horizonte B), o que dificulta a infiltração de água no perfil e favorece os processos erosivos.

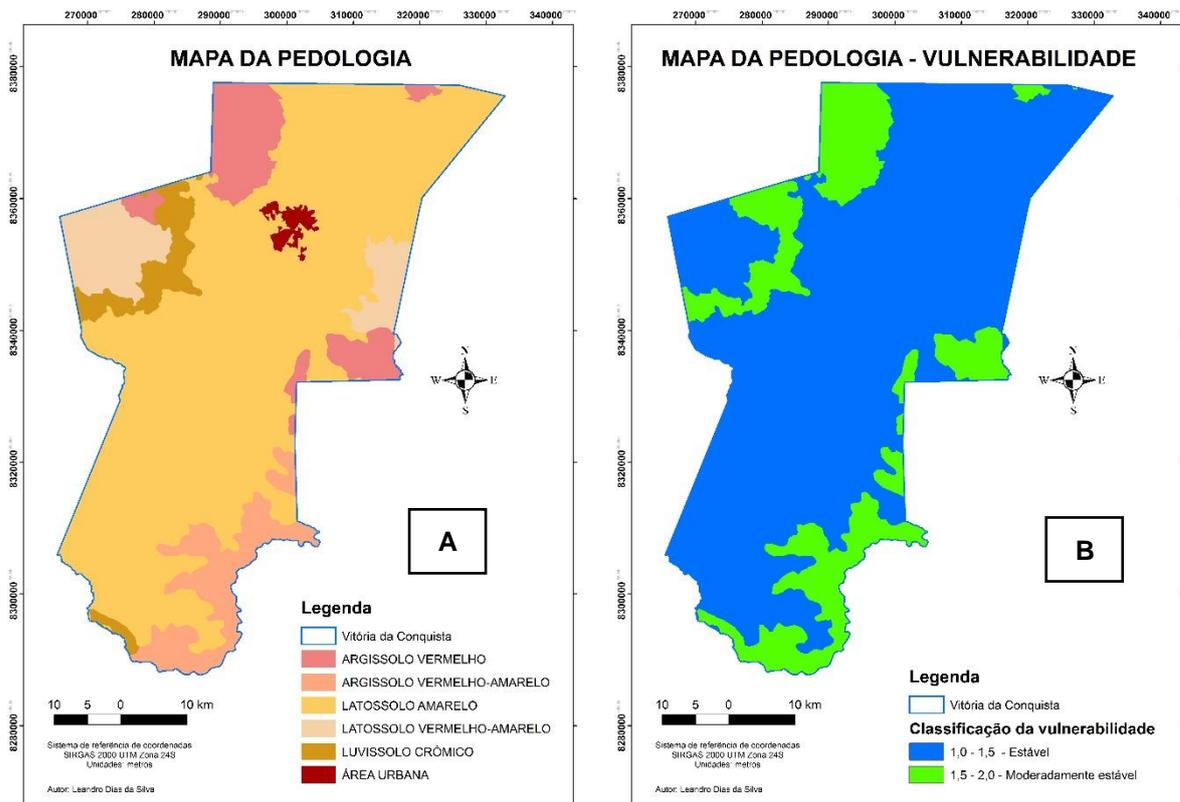


Figura 4: A – Tipos de solos. Fonte dos dados: (IBGE, 2021; SANTOS et al., 2018); B – Vulnerabilidade dos solos. Vitória da Conquista-BA, 2021

Em termos de litologia as rochas mais frequentes no município são do tipo aglomerado, ocorrendo em uma faixa que vai do Sudoeste à Nordeste de Vitória da Conquista, seguido de algumas manchas aleatórias de migmatito, paragnaisse, xisto aluminoso e rocha calcissilicática (figura 5A).

Quanto à vulnerabilidade a processos erosivos temos uma classificação que variou de rochas mais estáveis, como é o caso do migmatito, paragnaisse e biotita, até rochas com o grau de vulnerabilidade alto a exemplo das rochas formadas por aglomerados (figura 5B). Para Crepani et al. (2001) o grau de coesão das rochas está intimamente ligado à sua vulnerabilidade a denudação, portanto, quanto mais coesas as rochas forem, mais estáveis serão e, portanto, oferecerão uma maior resistência ao intemperismo de uma maneira geral.

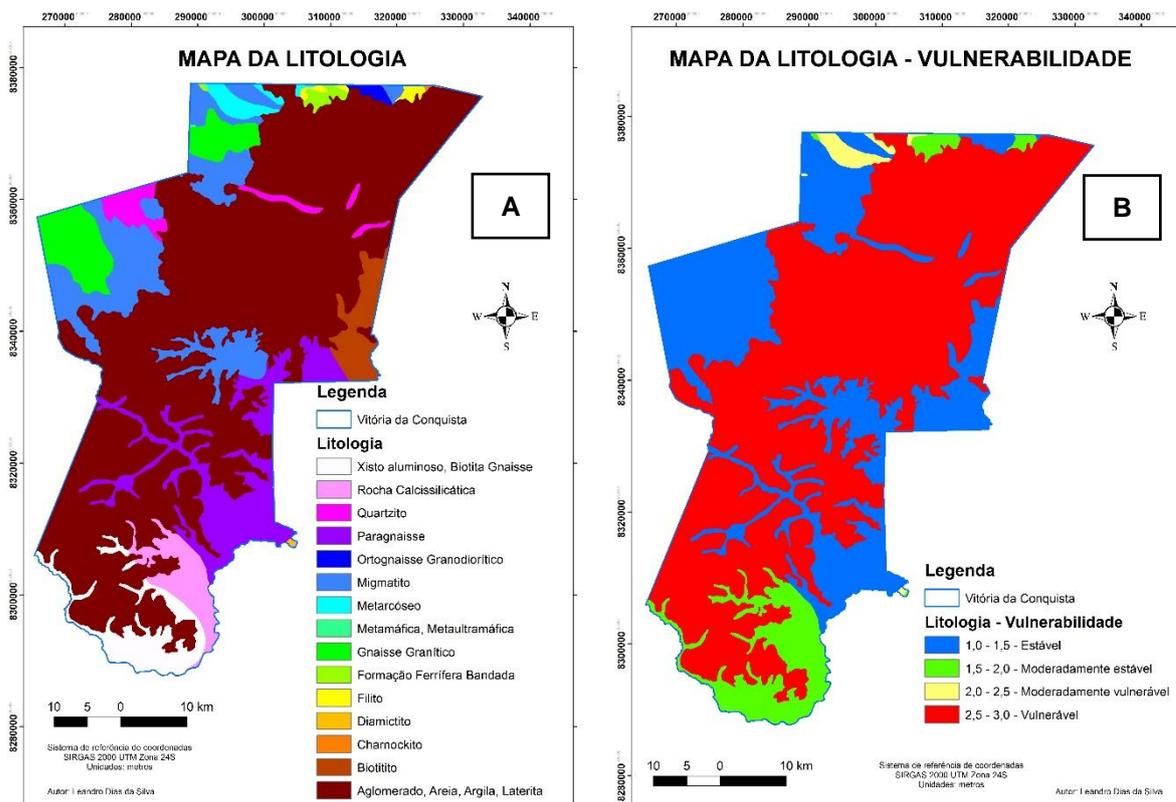


Figura 5: A - Tipos de rochas mais comuns. Fonte dos dados: (SGB, 2021); B - Vulnerabilidade das rochas. Vitória da Conquista-BA, 2021.

O tema geomorfologia avalia a vulnerabilidade a processos erosivos da ótica da intensidade de dissecação do relevo pela drenagem, da amplitude altimétrica e do relevo. De acordo com Florenzano (2008) a intensidade de dissecação do relevo pela drenagem está diretamente ligada à porosidade e a permeabilidade do solo e da rocha, a amplitude altimétrica com o aprofundamento da dissecação, sendo um indicador da energia potencial disponível para o escoamento e a declividade com a inclinação do relevo em relação ao horizonte tendo relação direta com a velocidade das massas de água em movimento responsáveis pelo escoamento.

Áreas vulneráveis foram constatadas ao norte, noroeste, leste e sul de Vitória da Conquista (figura 6), prioritariamente em áreas onde o relevo foi caracterizado de montanhoso à escarpado (figura 7A) e, portanto, vulneráveis a processos erosivos de acordo com o tema declividade (figura 7B).

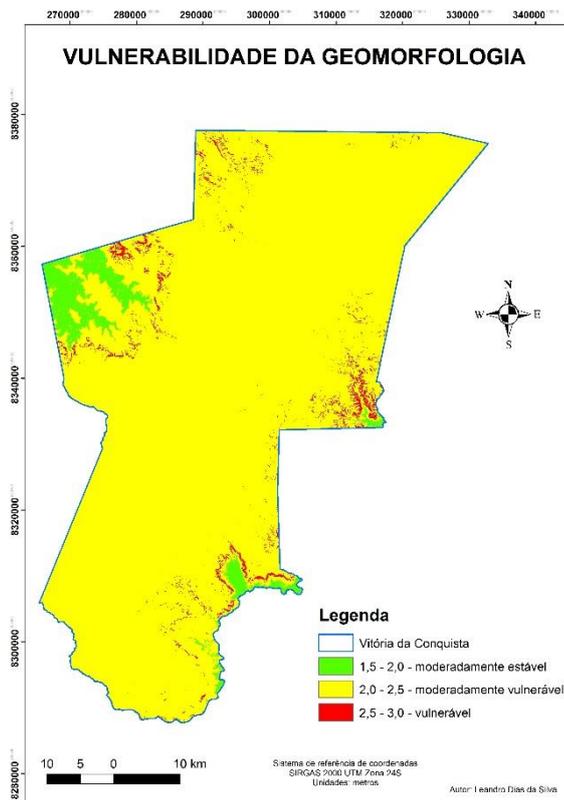


Figura 6: Vulnerabilidade da geomorfologia. Vitória da Conquista-BA, 2021

As áreas moderadamente vulneráveis para o tema geomorfologia (figura 6), formaram a maioria da classificação do município. Isto se deve as áreas de relevo plano à suavemente ondulado evidenciadas em grande parte do município e classificadas como estáveis na escala de vulnerabilidade, uma vez que a amplitude do interflúvio e amplitude altimétrica, e de acordo com os dados morfométricos da região, foram atribuídas as classificações vulneráveis para ambos indicadores (figuras 8B e 9B), com exceção de algumas áreas ao noroeste e sul de Vitória da Conquista-BA que, para o tema, amplitude altimétrica, apresentaram vulnerabilidade moderada e estável respectivamente.

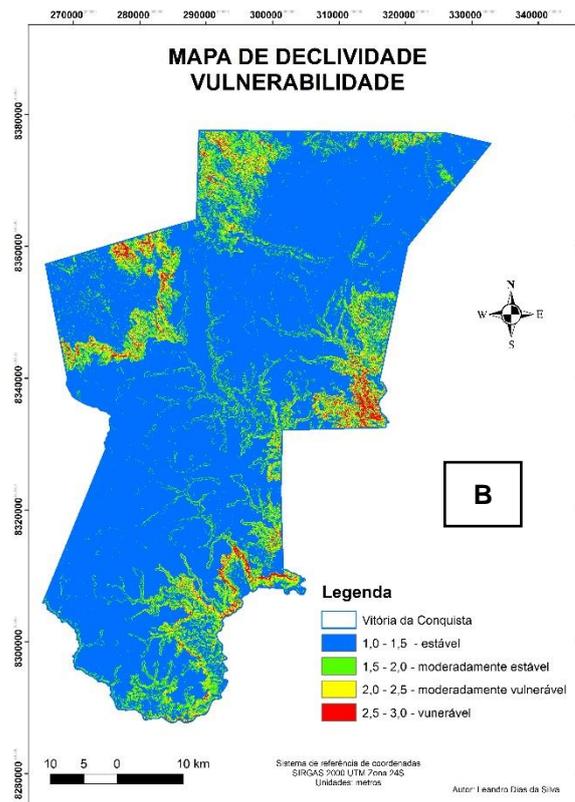
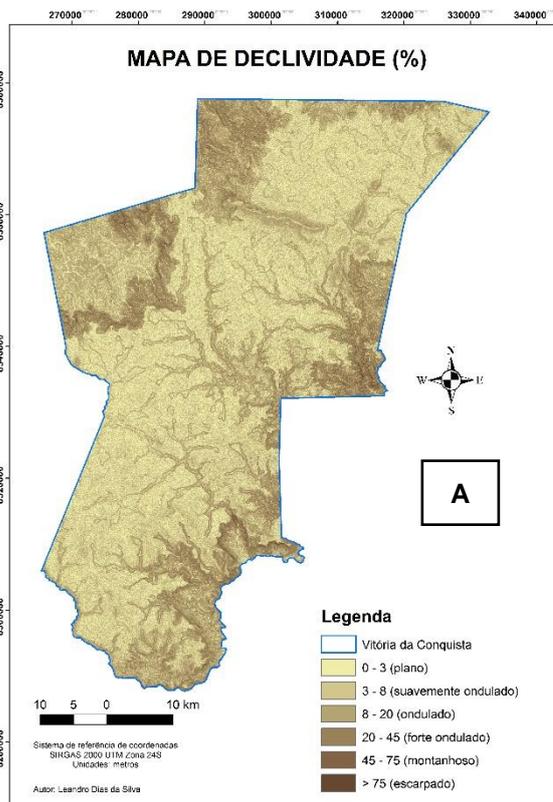


Figura 7: A – Mapa da declividade. Fonte dos dados: (USGS, 2021); B - Vulnerabilidade da declividade. Vitória da Conquista-BA, 2021.

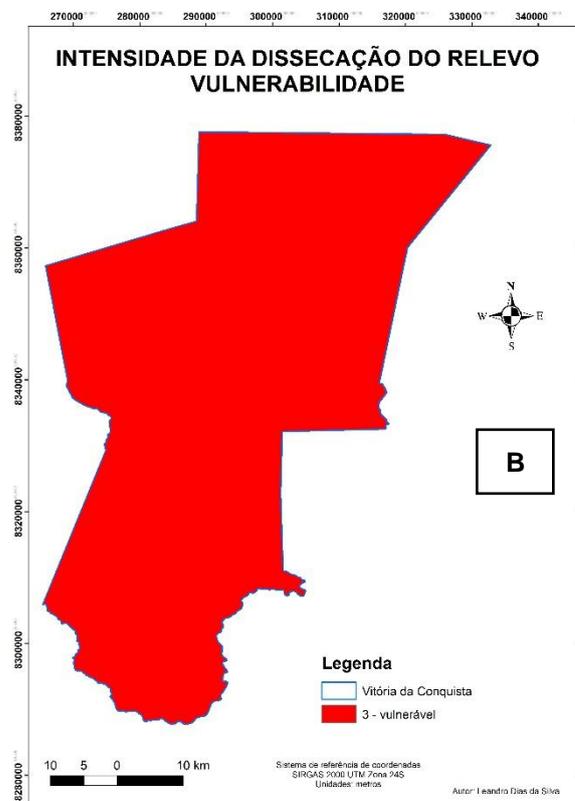
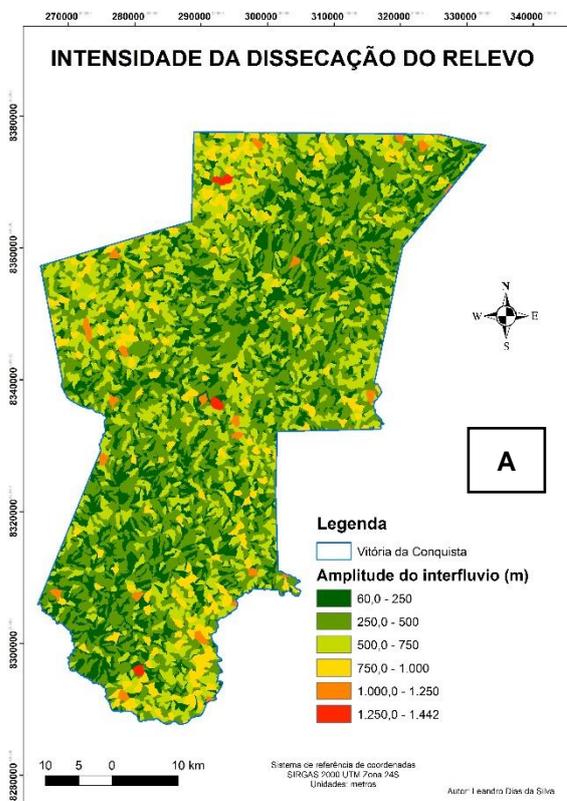


Figura 8: A – Intensidade da dissecação pelo relevo. Fonte dos dados: (USGS, 2021); B – Vulnerabilidade da Intensidade da dissecação pelo relevo. Vitória da Conquista-BA, 2021.

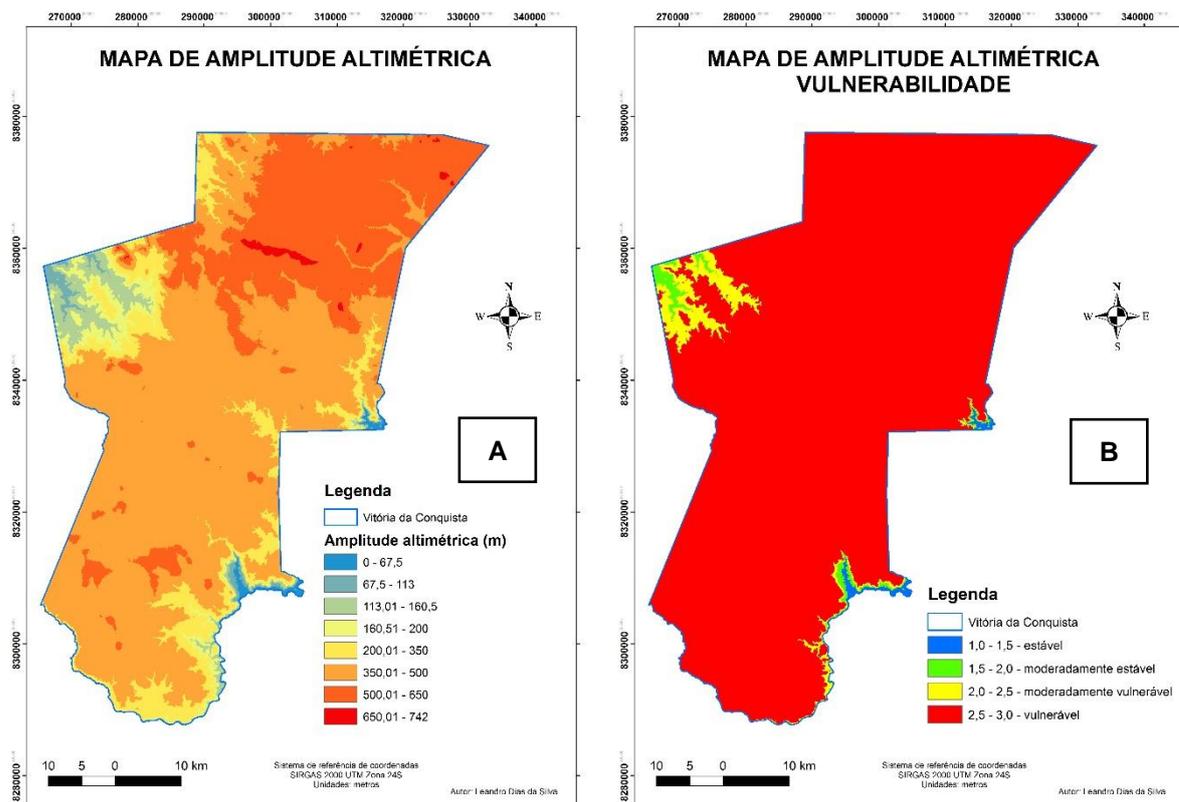


Figura 9: A – Mapa de amplitude altimétrica. Fonte dos dados: (USGS, 2021); B - Vulnerabilidade da amplitude altimétrica. Vitória da Conquista-BA, 2021.

Para a intensidade pluviométrica as notas na escala de vulnerabilidade variaram de estável à moderadamente estável (figura 10B), já que não ultrapassou  $198 \text{ mm.mês}^{-1}$  (figura 10A).

Segundo Florenzano (2008) a intensidade pluviométrica representa uma relação entre a pluviosidade e a distribuição sazonal, resultado que determina a quantidade de energia potencial disponível para ser transformada em energia cinética, portanto quanto maior sua intensidade, maior será o potencial da chuva de causar erosão.

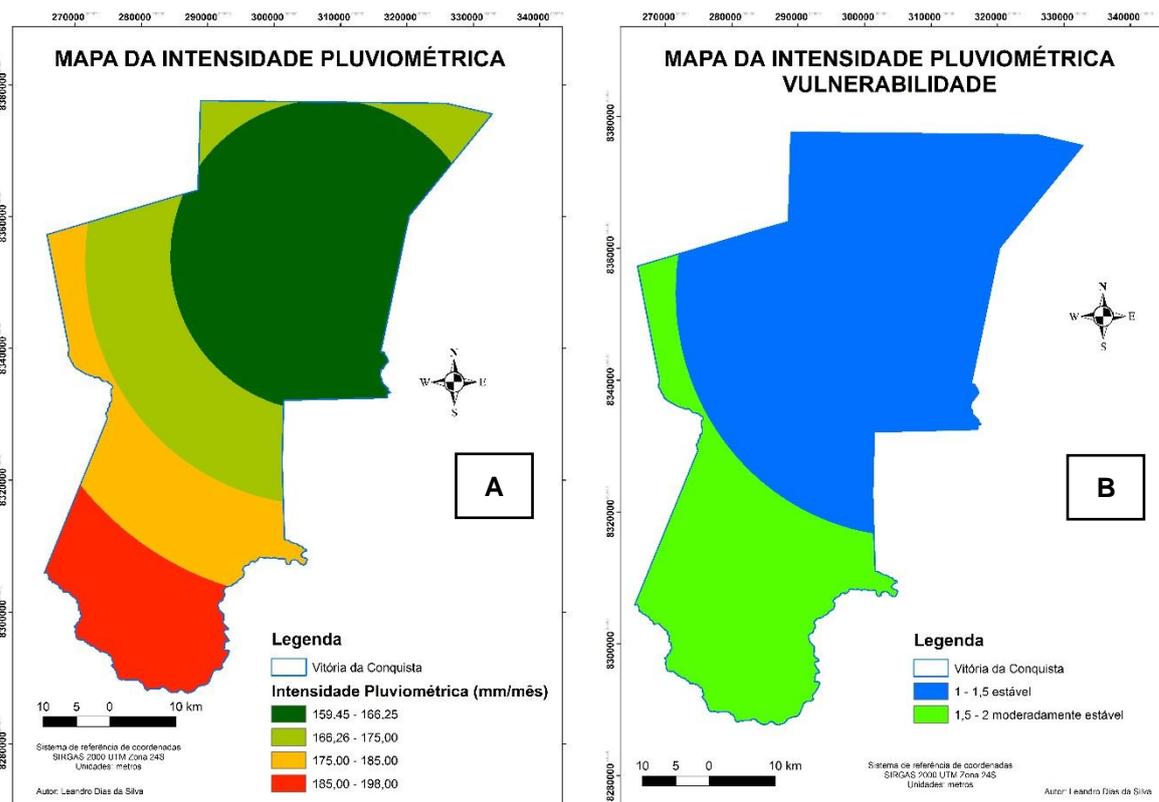


Figura 10: A - Mapa de intensidade pluviométrica. Fonte dos dados: (INMET, 2021); B - Vulnerabilidade da intensidade pluviométrica. Vitória da Conquista-BA, 2021.

Se tratando de cobertura vegetal, Vitória da Conquista-BA apresentou 86,09% de áreas classificadas de moderadamente vulneráveis a vulneráveis (figura 11B), sendo 29,27% e 56,83% (tabela 2), respectivamente, exatamente em áreas onde a densidade de vegetação é menor como pastagem e locais de solo exposto (figura 11A).

Tabela 2: Valores de área em hectare dos graus de vulnerabilidade.

Classificação de vulnerabilidade	Área (ha)	Área (%)
Estável	138,06	0,04
Moderadamente estável	44.458,83	13,87
Moderadamente vulnerável	93.833,82	29,27
Vulnerável	182.196,81	56,83
<b>TOTAL</b>	<b>320.627,52</b>	<b>100</b>

Fonte: Autor.

De acordo com Crepani et al. (2001) a vegetação tem o papel de retardar o ingresso das águas provenientes das precipitações pluviais nas correntes de

drenagem, pelo aumento da capacidade de infiltração, logo, a infiltração diminui o escoamento superficial e, conseqüentemente, a capacidade de erosão. O que justifica as menores densidades de vegetação receberem maiores notas na escala de vulnerabilidade.

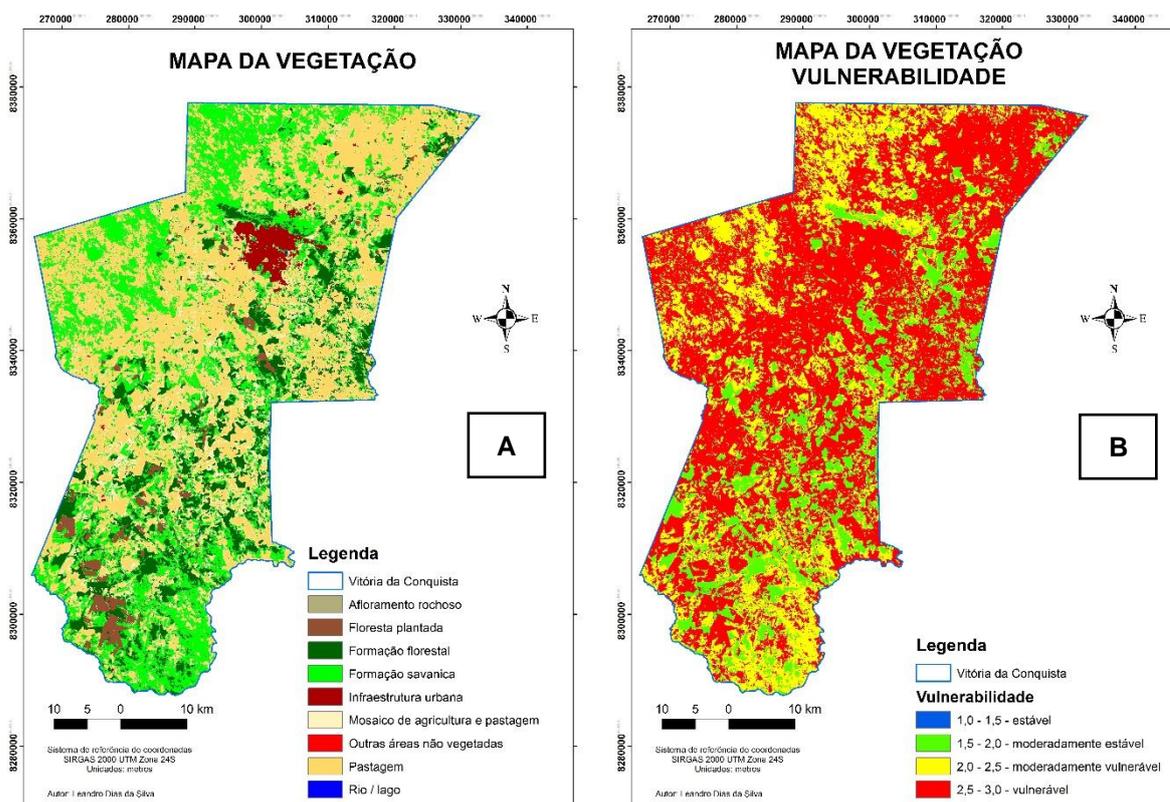


Figura 11: A - Mapa da cobertura vegetal. Fonte dos dados: (MAPBIOMAS, 2021); B - Vulnerabilidade da cobertura vegetal. Vitória da Conquista-BA, 2021.

## 5. CONCLUSÃO

As vulnerabilidades identificadas como mais elevadas (classificação “moderadamente vulnerável e vulnerável”), estão relacionadas com os temas, litologia, geomorfologia e vegetação. Esses temas elevaram a vulnerabilidade a processos erosivos do município possibilitando o aparecimento de zonas com a classificação moderadamente vulnerável de sudoeste à nordeste do município.

O distrito com maior percentual de áreas com classificação moderada foi São João da Vitória com 73,4%.

As técnicas de geoprocessamento demonstraram ser extremamente eficientes, não só no tratamento dos dados tema a tema, bem como, na sobreposição destes para a produção do mapa de vulnerabilidade a processos erosivos. O uso das ferramentas do sistema de informações geográficas possibilitou a geração de todos os produtos da pesquisa de forma remota, gerando informações importantes no que diz respeito à gestão de áreas vulneráveis no município

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, T. H. S.; VASCONCELOS I. C. D.; FARIAS, C. A. S.; MEDEIROS, A. C.; PAIVA, A. C. C.; JUNIOR, L. S. P.; MARACAJÁ, P. B. A. influência do componente geológico ou natural na vulnerabilidade de encostas. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**. Pombal-PB, v. 11, n 01, p.106-112, 2016.
- ALVARENGA, M. I. N. **Atributos do solo e o impacto ambiental**. 3ª edição, UFLA/FAEPE, Lavras, 2003.
- ANACHE, J. A.; WENDLAND, E. C.; OLIVEIRA, P. T.; FLANAGAN, D. C.; NEARING, M. A. Runoff and soil erosion plot-scale studies under natural rainfall: A meta-analysis of the Brazilian experience. **Catena**, v. 152, p. 29-39, 2017.
- BACK, A. J.; POLETO, C. Avaliação temporal do potencial erosivo das chuvas de Florianópolis-SC. **Revista Brasileira de Climatologia**, p. 265-283, 2017.
- BATISTA, A. A.; MEIRELES, A. C. M.; ANDRADE, E. M.; IZIDIO, N. S. C.; LOPES, E. B. Sazonalidade e variação espacial o índice de estado trófico do açude Orós, Ceará, Brasil. **Revista Agroambiente On-line**, Boa Vista, v. 8, n. 1, p. 39-48, 2014.
- BERENDSE, F.; VAN, J. R.; JONGEJANS E.; KEESSTRA, S. Loss of plant species diversity reduces soil erosion resistance. **Ecosystems**, v. 18, n. 5, p. 881-888, 2015.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 8 ed. Ícone editora, São Paulo, 2012,360 p.
- BERTONI, J.; LOMBARDI, F. N. **Conservação do solo**. 5 ed. Ícone editora, São Paulo, 2005, 355 p.
- CAMPOS, M. C. C.; MARQUES JÚNIOR, J.; MARTINS FILHO, M. V.; PEREIRA, G. T.; SOUZA, Z. M.; BARBIERI, D. M. Variação espacial da perda de solo por erosão em diferentes superfícies geomórficas. **Ciência Rural**, v. 38, n. 9, p.2485-2492, 2008.
- CARDOSO, D. P.; SILVA, M. L. N.; CARVALHO, G. J.; FREITAS, D. A. F.; AVANZI, J. C. Plantas de cobertura no controle das perdas de solo, água e nutrientes por erosão hídrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 6, p. 632–638, 2012.
- CARVALHO, D. F.; SOUZA, W. J.; PINTO, M. F.; OLIVEIRA, J. R.; GUERRA, J. G. M, Perdas de água e solo sob diferentes padrões de chuva simulada e condições de cobertura do solo. **Engenharia Agrícola Jaboticabal**, Jaboticabal, v. 32, n. 4, p. 708-717, 2012.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo, SP: Edgard Blücher, 1999. 236 p.
- COSTA, B. O. **Perda de solo na bacia hidrográfica do Córrego Rico - SP, utilizando de técnicas de geoprocessamento**. 2014. 85 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Jaboticabal, 2014.
- CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S.; FILHO, P. H.; FLORENZANO, T. G.; DUARTE, V.; BARBOSA, C. C. F. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial**. São José dos Campo-SP: INPE, 2001, 124 p.

CUMBANE, L. B.; MADEIRA, M. A. V.; ABRANTES, M. G. Aplicação de Sistemas de Informação Geográfica para a determinação do Potencial Natural de Erosão dos solos no Distrito de Sussundenga – Moçambique. XXXV CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO. **Anais...** Natal, 2015.

DEMARCHI, J. C. **Geotecnologias aplicadas à estimativa de perdas de solo por erosão hídrica na sub-bacia do Ribeirão das Perobas, município de Santa Cruz do Rio Pardo – SP**. 2012. 150 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2012.

DÍAZ, J. S. **Control de Erosión em Zonas Tropicales**. Bucaramanga, Univesidad Industrial de Santander, 2001, 556 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2ª edição, EMBRAPA-SPI, Rio de Janeiro, 2006. 306 p.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. Mapa exploratório de reconhecimento de solos do município de Vitória da Conquista-BA. Disponível em: <<http://solosne.cnps.embrapa.br/index.php?link=ba>>. Acesso em: 26 set. 2021.

FANTINEL, R. A.; BENEDETTI, A. C. P. Avaliação dos fatores influentes na vulnerabilidade à erosão do solo por meio de decisão multicritério e de técnicas de geoprocessamento no município de Piratini-RS. **Ciência e Natura**, v.38, n.1, p. 156-163, 2016.

FLORENZANO, T. G. **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. Oficina de textos, São Paulo, 2008, 318 p.

FRAGASSI, P.F.M. **Estudo da erodibilidade dos solos da região de Viçosa (MG) e suas correlações com parâmetros geotécnicos**. Viçosa-MG: UFV, 2001, 136 p. (Dissertação de Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

FROTA, P. V. **Potencial de erosão na bacia de drenagem do açude orós - CE**. Brasília-DF: UNB, 2013, 179 p. Tese (Doutorado em ciências florestais) - Universidade de Brasília.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/contas-nacionais/9088-produto-interno-bruto-dos-municipios.html?=&t=downloads>>. Acesso em: 16 fev. 2020.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Geociências. Versão 2021. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html>>. Acesso em: 10 nov. 2021.

IENSEN, R. E.; WERLANG, M. K. Relação entre declividade e as ocorrências erosivas na área do morro do Cerrito em Santa Maria, RS. **Ciência e Natura**, v. 30, p. 173-183, 2008.

INEMA - Instituto Estadual de Meio Ambiente. Tipologia climática KOPPEN. Disponível em: <[https://www.sei.ba.gov.br/site/geoambientais/mapas/pdf/tipologia\\_climatica\\_segundo\\_koppen\\_2014.pdf](https://www.sei.ba.gov.br/site/geoambientais/mapas/pdf/tipologia_climatica_segundo_koppen_2014.pdf)>. Acesso em: 10 out. 2021.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. Banco de dados meteorológico. Disponível em: <<https://bdmep.inmet.gov.br/>>. Acesso em: 15 ago. 2021.

KLEIN, C.; KLEIN, V. A. Influência do manejo do solo na infiltração de água. **Revista Monografias Ambientais**, Santa Maria, v. 13, n. 15, p. 3915-3925, 2014.

LEITE, E. F.; ROSA, R. Mapeamento Geomorfológico: A Carta de Energia do Relevo da Bacia Hidrográfica do Rio Formiga-TO. **Revista Brasileira de Geografia Física**, vol 2, p. 269-284, 2012.

LIMA, C. A.; MONTENEGRO, A. A. A.; SANTOS, T. E. M.; ANDRADE, E. M.; MONTEIRO, A. L. N. Práticas agrícolas no cultivo da mandioca e suas relações com o escoamento superficial, perdas de solo e água. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 46, n. 4, p. 697-706, 2015.

MAPBIOMAS. Coleções MAPBIOMAS. Disponível em: <[https://mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas-1?cama\\_set\\_language=pt-BR](https://mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas-1?cama_set_language=pt-BR)>. Acesso em: 01 out. 2021.

NASCIMENTO, P. S. R.; NASCIMENTO FILHO, J. C. B.; MENDONÇA, A. K. F.; WALLANCUELLA, G. J. Análise da capacidade de armazenamento de águas subterrâneas em aquíferos fissurais por técnicas de sensoriamento remoto. In: Seabra, G. (Org.) **Educação ambiental: sustentabilidade dos ambientes rurais e urbanos**, Ituiutaba, Barlavento, p. 374-382, 2017.

NETO OLIVEIRA, M.B.; SILVA, M. S. L. Latossolos amarelos. Disponível em: <[https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/territorio\\_mata\\_sul\\_pernambucana/arvore/CONT000gt7eon7j02wx7ha087apz21f7726p.html](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/territorio_mata_sul_pernambucana/arvore/CONT000gt7eon7j02wx7ha087apz21f7726p.html)>. Acesso em: 15 ago. 2021.

OCHOA, P. A.; FRIES, A.; MEJÍA, D.; BURNEO, J. I.; RUÍZ-SINOGA, J. D.; CERDÀ, A. Effects of climate, land cover and topography on soil erosion risk in a semiarid basin of the Andes. **Catena**, v. 140, p. 31-42, 2016.

OLIVEIRA, J. B. **Pedologia aplicada**. 3ª edição, FEALQ, Piracicaba, 2008, 592 p.

OLIVEIRA, P.T.S.; NEARING, M.A.; WENDLAND, E. Orders of magnitude increase in soil erosion associated with land use change from native to cultivated vegetation in a Brazilian savannah environment. **Earth Surface Processes and Landforms**. v.40, p.1524–1532, 2015.

PASCOTO, T. V.; FUREGATTI, S. A.; PEIXOTO, A. S. P.. Classificação das Erosões da Área Urbana de São Manuel – SP. XIX CONGRESSO BRASILEIRO DE MECÂNICA DOS SOLOS E ENGENHARIA GEOTÉCNICA GEOTECNIA E DESENVOLVIMENTO URBANO. **Anais...** 2018.

PETERSEN, G. W.; BELL, J. C.; MCSWEENEY, K.; NIELSEN, A. G.; ROBERT, P.C. Geographic informations systems in agronomy. **Advances in Agronomy**, Newark, v. 55, p. 67-111, 1995.

PIRES, E. V. R.; SILVA, R. A.; IZIPPATO, F. J.; MIRANDOLA, P. H. Geoprocessamento aplicado a análise do uso e ocupação da terra para fins de planejamento ambiental na Bacia Hidrográfica do Córrego Prata – Três Lagoas (MS). **Revista Geonorte**, Edição Especial, v. 2, n. 4, p. 1528-1538, 2012.

PONS, N. A. D.; PEJON, O. J.; ZUQUETTE, L. V. Use of geoprocessing in the study of land degradation in urban environments: the case of the city of São Carlos, state of São Paulo, Brazil. **Environmental Geology**, v. 53, n. 4, p. 727-739, 2007.

PRUSKI, F. F. **Conservação do solo e água: práticas mecânicas para o controle da erosão hídrica**. 2ª edição, Viçosa: UFV, 2009, 279 p.

- ROCHA, C. H. B. **Geoprocessamento: tecnologia transdisciplinar**. Juiz de Fora, MG: Ed. do Autor, 2000. 220 p.
- RODRIGUES, O. R.; ANDRADE, E. M.; PALÁCIO, H. A. Q.; MENDONÇA, L. A. R.; SANTOS, J. C. N. Sediment loss in semiarid small watershed due to the land use. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 44, p. 488-498, 2013.
- ROSA, R. Geotecnologias na Geografia aplicada. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 81-90. 2005.
- SAMPAIO, A. C. P.; CORDEIRO, A. M. N.; BASTOS, F. H. Susceptibilidade à erosão relacionada ao escoamento superficial na sub-bacia do Alto Mundaú, Ceará, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**. v.09 N 01, p.125-143, 2016.
- SANTOS NETO, A. P.; BARRETO, P. A. B.; GAMA-RODRIGUES, E. F.; NOVAES, A. B.; PAULA, A. Produção de serapilheira em floresta estacional semidecidual e em plantios de *Pterogyne nitens* tul. e *Eucalyptus urophylla* ST Blake no sudoeste da Bahia. **Ciência Florestal**, v. 25(3), p. 633-643, 2015.
- SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. Á.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAÚJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS**. Embrapa, 5ª ed., Brasília, DF, 2018, 356 p.
- SANTOS, J. N. S.; ANDRADE, E. M.; GUERREIRO, M. J. S.; MEDEIROS, P. H. A.; PALÁCIO, H. A. Q.; ARAÚJO NETO, J. R. Effect of dry spells and soil cracking on runoff generation in a semiarid micro watershed under land use change. **Journal of Hydrology**, Amsterdam, v. 541, p. 1057-1066, 2016.
- SANTOS, J. N. S.; ANDRADE, E. M.; MEDEIROS, P. H. A.; GUERREIRO, M. J. S.; PALÁCIO, H. A. Q. Effect of Rainfall Characteristics on Runoff and Water Erosion for Different Land Uses in a Tropical Semiarid Region. **Water Resources Management, Atenas**, v. 31, p. 173-185, 2017.
- SANTOS, L. A. N.; NASCIMENTO, P. S. R. Espacialização da suscetibilidade erosiva a partir da densidade de drenagem pelo interpolador kernel. XIX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. **Anais...2019**.
- SARTORI, A. **Avaliação da classificação hidrológica do solo para a determinação do excesso de chuva do método do serviço de conservação do solo dos Estados Unidos**. Campinas-SP: UNICAMP, 2004, 189 p. Dissertação (Mestrado em engenharia civil) – Universidade de Campinas.
- SGB - Serviço Geológico do Brasil. Dados, informações e produtos do serviço geológico do Brasil. Disponível em: <<https://geosgb.cprm.gov.br/geosgb/downloads.html>>. Acesso em: 15 ago. 2021.
- SILVA, A.; SCHULZ, H. E.; CAMARGO, P. B. **Erosão e hidrossedimentologia em bacias hidrográficas**. Rima Editora, São Carlos, 2003, 153 p.
- SILVA, R. C. **Análise das áreas suscetíveis à erosão na bacia do Arroio Pelotas (RS), com auxílio do Geoprocessamento**. Rio Grande: UFRG, 2009. 140 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Rio Grande.
- TRICART J. **Ecodinâmica**. IBGE, Rio de Janeiro. 1977. 91p.
- USGS - Serviço Geológico dos Estados Unidos. Disponível em: <<https://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em: 15 ago. 2021.

VALÉRIO, F. M.; ARAÚJO, Jr. G. J. L. Técnicas de geoprocessamento e modelagem aplicadas no monitoramento de áreas submetidas aos processos erosão do solo. In: V SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROSÃO. Bauru-SP. **Anais...** 1995. p. 279-82.

VALLADARES, G. S.; GOMES, A. S.; TORRESAN, F. H.; RODRIGUES, C. A. G.; GREGO, C. R. Modelo multicritério aditivo na geração de mapas de suscetibilidade à erosão em área rural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 9, p.1376-1383, 2012.

WANG, X.; ZHAO, X.; ZHANG, Z.; YI, L.; ZUO, L.; WEN, Q.; LIU, F.; XU, J.; HU, S.; LIU, B. Assessment of soil erosion change and its relationships with land use/cover change in China from the end of the 1980s to 2010. **Catena**, v. 137, p. 256-268, 2016.