



UEPB

UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA

CAMPUS III

CENTRO DE HUMANIDADES OSMAR DE AQUINO

DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

GRADUAÇÃO EM LICENCIATURA EM GEOGRAFIA

ANA CÉLIA FIDELIS DOS SANTOS

**MAPEAMENTO DE SUSCETIBILIDADE Á PROCESSOS EROSIVOS NO
MUNICÍPIO DE CACIMBA DE DENTRO-PB.**

**GUARABIRA
2021**

ANA CÉLIA FIDELIS DOS SANTOS

**MAPEAMENTO DE SUSCETIBILIDADE À PROCESSOS EROSIVOS NO
MUNICÍPIO DE CACIMBA DE DENTRO-PB.**

Trabalho de Conclusão de Curso
versão monografia da graduação em
Licenciatura em geografia da
Universidade Estadual da Paraíba, como
requisito parcial à obtenção do título de
graduada em geografia.

Linha da pesquisa: Meio ambiente:
Dinâmica e interações da natureza.

Orientador: Prof. Dr. Caio Lima dos Santos

**GUARABIRA
2021**

S345m Santos, Ana Celia Fidelis dos.
Mapeamento de suscetibilidade à processos erosivos no município de Cacimba de Dentro- PB. [manuscrito] / Ana Celia Fidelis dos Santos. - 2021.
77 p. : il. colorido.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Humanidades, 2021.

"Orientação : Prof. Dr. Caio Lima dos Santos ,
Coordenação do Curso de Geografia - CH."

1. Processos erosivos. 2. Álgebra de mapas. 3. Cacimba de Dentro. 4. Uso do solo. I. Título

21. ed. CDD 910

ANA CÉLIA FIDELIS DOS SANTOS

**MAPEAMENTO DE SUSCETIBILIDADE À
PROCESSOS EROSIVOS NO MUNICÍPIO
DE CACIMBA DE DENTRO-PB.**

Trabalho de Conclusão de Curso em Licenciatura em geografia, versão monografia, da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de graduada em geografia.

Linha de pesquisa: Meio ambiente:
Dinâmica e interações da natureza.

Aprovada em: 27/06/2021.

BANCA EXAMINADORA

Caio Lima dos Santos.

Prof. Dr. Caio Lima Dos Santos (Orientador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

[Assinatura]

Prof. Dr. Ivanildo Costa da Silva Universidade
Estadual da Paraíba (UEPB)

[Assinatura]

Prof. Dr. Saulo Roberto de Oliveira Vital

Ao meu pai e minha mãe por sempre acreditarem no meu potencial, dedico também (*in memoriam*) ao professor Carlos Belarmino se escolhi o caminho da pesquisa foi graças a ele, DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Agradeço inicialmente a Deus por me dar o dom da vida e sempre me iluminar e me guiar nesta jornada.

À minha mãe Valdenice, ao meu pai Cicero e minhas irmãs por sempre apoiarem e acreditarem na base do meu estudo e formação, meu pai sempre disse que a única coisa que poderia me dar que ninguém tiraria é o conhecimento.

Ao professor Carlos Berlamino (*in memoriam*) por ter me apresentado ao mundo da pesquisa, infelizmente foi mais uma vítima da Covid-19 mais certamente contribui muito para ciência geográfica, agradeço também ao professor Caio Lima pela orientação e por sempre persistir e acreditar no meu potencial acadêmico, imensamente grata.

À professora Luciene Vieira por ser uma inspiração da figura da mulher no meio científico e acadêmico. Agradeço sobretudo, ao professor Ivanildo Costa por também ser fonte de inspiração para a docente que me tornei.

Aos meus colegas de curso por tornarem as tardes mais harmoniosas, especialmente a minha colega Hellen Niedja por sempre me acompanhar nas atividades de campo, eventos, docência, estágios e pesquisas, a você minha imensa gratidão e saiba que es perseverante acima de tudo. Também agradeço a Ana Paula por servir de exemplo de perseverança e força durante o curso. Ao colega Daniel mostrar as quebras de tabu e como a vida pode ser tão simples e que na verdade somos nós quem a complicamos.

Á Maria do Carmo por sempre dispor de sua residência nas ocasiões que precisei, sempre hospitaleira e alegre se tornou uma mãe no curso. Á senhora Marlene por também dispor de sua residência para me acolher, a todas muito obrigado.

Aos meus colegas de transporte por sempre tornarem as viagens de 64 km menos cansativas e mais perseverantes a cada dia, a todos muito obrigada, Sangela, Tailda, Maria Vitoria, Jainara, Raphaella.

RESUMO

Esta pesquisa busca compreender a dinâmica dos processos erosivos do município de cacimba de dentro, estado da Paraíba, através de um mapeamento de suscetibilidade erosiva na área. Foi desenvolvido inicialmente um levantamento bibliográfico e cartográfico, em seguida os procedimentos de campo com a coleta de pontos específicos escolhidos estrategicamente no município para analisar a dinâmica da paisagem, por último confecção dos mapas de estratigrafia, solo, declividade, Hipsometria e uso da terra. Para o mapa de suscetibilidade foi utilizada a metodologia da álgebra de mapas que leva em consideração a distribuição de pesos para cada fator condicionante para os processos erosivos. Nesse sentido, a partir de todas etapas supracitadas constatou-se que o município dispõe de áreas mais suscetíveis a processos erosivos em decorrência das características físico/naturais como geologia, declividade, solo combinadas com determinados tipos de uso e ocupação da terra presentes no município. Diante disso, as áreas com declividade acentuadas e utilizadas para fins agrícolas apresentam sobretudo maior suscetibilidade aos processos erosivos.

Palavras-Chave: Processos erosivos. Álgebra de mapas. Cacimba de Dentro. Uso do solo.

ABSTRACT

Geomorphology is the science that studies the forms of terrestrial relief, considering its genesis, evolution, associated processes and the rock structure it develops. In perspective, this academic study seeks to understand the dynamics of erosion processes in the municipality of Cacimba de Dentro, in the state of Paraíba, through a mapping of erosive susceptibility in the region. This academic work was developed initially with a bibliographic and cartographic survey, then the field work, finally made the maps and for the susceptibility map the map algebra methodology was used to achieve the presented result. In this sense, from all the steps mentioned above, it was found that the municipality has areas more susceptible to erosive processes due to physical / natural characteristics such as geology, slope, soil combined with certain types of land use and occupation present in the municipality. Therefore, the areas with steep slopes and used for agricultural purposes are, above all, more susceptible to erosive processes.

Keywords: Erosive processes. Map algebra. Cacimba de Dentro. Use of the soil.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01- Mapa de localização	15
Figura 02- Mapa das unidades estratigráficas.....	16
Figura 03- Mapa Hipsométrico do município.....	19
Figura 04- Fotografia aérea da serra da picada e serra do cruzeiro de São Sebastião.....	20
Figura 05- Fotografia aérea do relevo tabular.....	21
Figura 06- Mapa de declividade do município.....	21
Figura 07- Mapa de pedologia.....	23
Figura 08- Foto de um perfil de solo do tipo neossolo.....	24
Figura 09- Foto da planta Xique-Xique.....	25
Figura 10- Foto da planta Mandacaru.....	25
Figura 11- Balanço hídrico	26
Figura 12- Mapa de uso da terra.....	46
Figura 13- Lavoura de maracujá (<i>Passiflora edulis</i>)	47
Figura 14- Lavoura de macaxeira (<i>Manihot esculenta</i>)	47
Figura 15- Lavoura temporária de feijão (<i>Phaseolus vulgaris</i>), e plantação de palma (<i>Opuntia ficus-indica</i>).....	48
Figura 16- Aração mecânica e manual do solo.....	48
Figura 17- Área de pastagem natural.....	49
Figura 18- Área de mata nativa.....	50
Figura 19- Área urbana com solo exposto.....	51
Figura 20- Área urbana com solo impermeabilizado.....	51
Figura 21- Ravina encontrada no Sítio Lagoa de Onça, zona rural.....	52
Figura 22- Sítio Lagoa Salgada, zona rural	52
Figura 23- Esgoto a céu aberto no centro da cidade.....	53
Figura 24- Fotografia aérea do conjunto Benjamim Gomes.....	54
Figura 25- Sedimentos encontrados no início da ravina.....	55
Figura 26- Ravina com indícios de fluxo superficial recente.....	55
Figura 27- Sítio Barreiros II, zona rural.....	56
Figura 28- Loteamento na zona urbana.....	57
Figura 29- Fotografia aérea do Sítio Mium.....	58
Figura 30- Sulcos encontrados na margem do rio Curimataú.....	59

Figura 31- Fotografia aérea do Sítio Três Lagoas.....	60
Figura 32- Sedimentos encontrados no início da ravina.....	62
Figura 33- Início da ravina com presença de sulcos.....	62
Figura 34- Fotografia aérea do Sítio Barreiros II.....	63
Figura 35- Cobertura vegetal do ponto.....	64
Figura 36- Mapa de suscetibilidade a processos erosivos no município de Cacimba de Dentro-PB.....	68

LISTA DE TABELAS

Tabela 01- Distribuição dos pesos para cada fator condicionante.....	43
Tabela 02- Pesos atribuídos para a álgebra de mapas.....	44
Tabela 03- Coordenadas geográficas de cada ponto visitado.....	52

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01- Distribuição por hectares dos estabelecimentos agropecuários do município de Cacimba de Dentro-PB.....	46
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BDiA- Banco de dados e informações ambientais

CPRM- Serviço geológico do Brasil

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INPE- Instituto nacional de pesquisas espaciais

IPT- Instituto de pesquisas tecnológicas

SIG- Sistema de informações geográficas

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVO	14
3	LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO GEOAMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE CACIMBA DE DENTRO-PB	15
4	REVISÃO TEÓRICO-CONCEITUAL	28
4.1	Erosão: uma abordagem conceitual	28
4.2	Tipos de erosão e seus agentes causadores	30
4.3	Fatores condicionantes	31
4.4	Erosão no ambiente semi árido	39
5	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	41
5.1	Levantamento bibliográfico e trabalho de campo	41
5.2	Álgebra de mapas	42
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES	45
6.1	Uso da terra	45
6.2	Trabalho de campo e pontos coletados	51
6.3	Mapeamento e classes de suscetibilidade a processos erosivos	66
7	CONCLUSÃO	69
8	REFERÊNCIAS	70

1. INTRODUÇÃO

A introdução da Geomorfologia nos estudos de cunho ambiental está vinculada a compreensão das formas do relevo, buscando estabelecer a compreensão genética e as interligações com os demais constituintes da natureza, levando em consideração também as atividades modificadoras resultantes da ação antrópica. Nessa conjuntura, a erosão dos solos exerce um certo enfoque nos estudos geomorfológicos. Os processos erosivos são um dos principais responsáveis pela esculturação do relevo terrestre, podendo ser observado de forma contínua em áreas urbanas e rurais.

O município de Cacimba de Dentro, pertencente ao estado da Paraíba, foi escolhido como delimitação da área da pesquisa. O mesmo apresenta um relevo bem dissecado em algumas áreas o que já é um condicionante natural aos processos erosivos. Os trabalhos que envolvem o tema de mapeamento de suscetibilidade aos processos erosivos são estudos associados à eventualidade dos processos partindo da análise das atuais condições físico ambientais da área como solo, pluviosidade, relevo, geologia e cobertura vegetal como também as interações antrópicas no meio, nessa categoria se encaixa as condições de ocupação e uso da terra pelo ser humano.

A problemática em estudo trata da ocorrência de erosão hídrica em algumas áreas específicas do município levando a perda gradual do solo e aparecimentos de feições erosivas sobretudo nas áreas agrícolas. Os processos erosivos oriundos de ação antrópica representam um grave problema ambiental, sobretudo em áreas agrícolas, sendo o solo o principal recurso necessário para o desenvolvimento dessa atividade econômica comum em pequenos municípios do semiárido paraibano.

Dessa maneira, este tipo de pesquisa tem enorme valor como instrumento para o planejamento ambiental pois identifica os locais onde ocorrem este tipo de degradação do solo de acordo com sua intensidade. Diante disso, sabendo as principais causas da erosão no município, também é possível o desenvolvimento de técnicas de combate a esta degradação e práticas do uso da terra de maneira correta podem começar a ser desenvolvidas.

2.OBJETIVOS

Geral: Compreender as relações dos processos naturais e antrópicos na formação de áreas suscetíveis a processos erosivos no município de Cacimba De Dentro-PB.

Específicos:

Identificar os aspectos naturais e os principais tipos de uso e ocupação da terra no município de Cacimba de Dentro-PB.

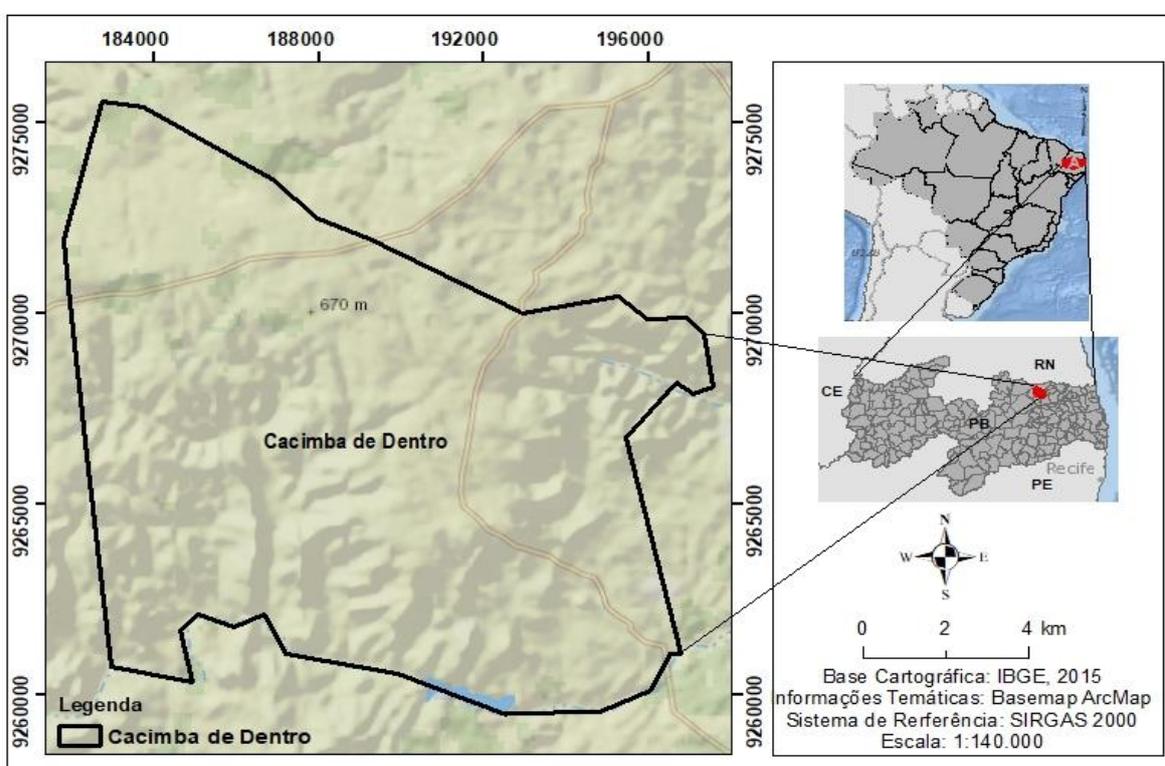
Mapear as áreas suscetíveis processos erosivos no município de Cacimba de Dentro-PB e seus respectivos usos e ocupações dos solos. os tipos de uso e ocupação da terra.

Correlacionar os aspectos físicos-naturais e os tipos de cobertura do solo aos processos erosivos para a obtenção das classes de susceptibilidade.

3 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO GEOAMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE CACIMBA DE DENTRO-PB.

Segundo a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM, 2005), o município de Cacimba de Dentro está localizado na região imediata de Guarabira e região intermediária de João Pessoa, limita-se com os municípios de Damião, Casserengue, Solânea, Araruna e com o Estado do Rio Grande do Norte, abrangendo uma área de 239,7 km². A sede do município tem uma altitude aproximada de 536 metros distando 125 Km da capital e apresenta coordenadas 06°38' 30" de latitude sul e 35°47' 24" de longitude oeste.

Figura 1- Mapa de localização do município de Cacimba de Dentro-PB.



FONTE: IBGE, (2015).

Geologia

Segundo a CPRM (2007), a Província Borborema pertence a uma província tectônica no nordeste do Brasil, resultante da convergência dos crátons: Amazônico, Oeste Africano, São Luís e São Francisco – Congo ao decorrer da formação do Gondwana (~600 Ma). A Província Borborema é caracterizada por um embasamento gnáissico – migmatítico de idade paleoproterozóica, expondo em parte rochas arqueanas trabalhadas novamente no decurso da orogênese Transamazônica (~2.0

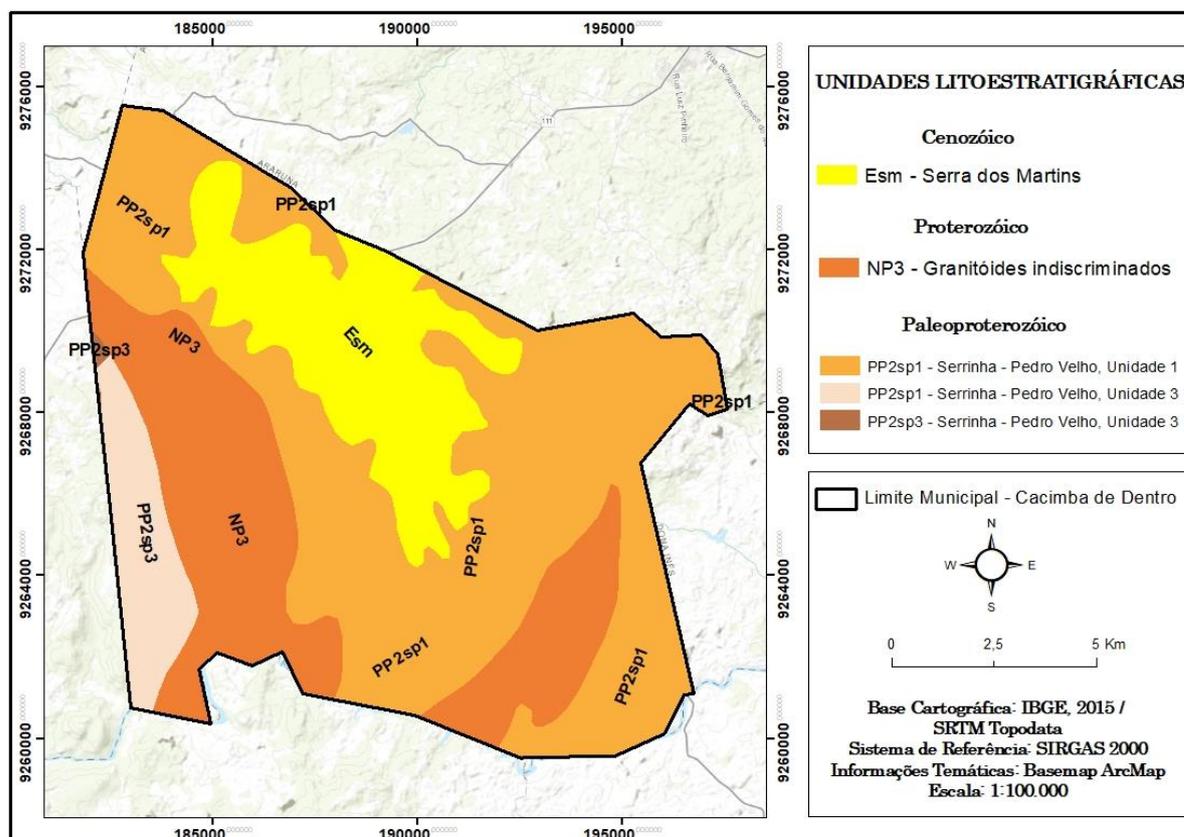
a 2.2 Ga). O embasamento da província é relativamente formado por rochas metassedimentares e metavulcânicas de idade neoproterozóica (Toniano e Brasileiro). Em adição a orogênese Transamazônica, a Província Borborema foi afetada pelos eventos Cariris Velhos (1000 Ma – 920 Ma) e Brasileiro.

A orogênese Brasileira ocorreu entre 650 e 540 Ma, resultou na formação das cadeias montanhosas brasileiras em áreas da também recém formada província da Borborema. Esse fenômeno foi responsável por originar também todo o embasamento do nordeste setentrional e zonas de cisalhamento como a zona de cisalhamento Remígio/pocinhos, a qual limita o município ao sul formando a depressão tectônica do Curimataú, que mais tarde definiu a rede de drenagem da área. Em seguida ocorreu o colapso tectônico Brasileiro (420 Ma), que resultou no rompimento dessas cadeias que já sofriam processos erosivos que ocasionaram porções de granitos tardi-brasileiros que segundo Claudino-Sales (2018) são visíveis em superfícies do nordeste Brasileiro como é o caso no município.

Em seguida é formada a Bacia paleozoica do Parnaíba segundo RADAMBRASIL (1981) apresentando idade do Paleozoico Médio: 435 Ma até o Cenozoico Terciário: 30 Ma a menos. Essa Bacia era composta por uma camada sedimentar que originou a formação Serra dos Martins (FSM), o município de Cacimba de Dentro possui esta unidade litoestratigráfica que intriga estudiosos da geomorfologia que buscam entender como esse capeamento sedimentar está inserido acima da base granítica, acredita-se que é justamente através do acúmulo de sedimentos da bacia paleozoica do Parnaíba que originou esse capeamento e em seguida esta área passou por episódios de soerguimento tectônico de idades Terciárias, e o material sedimentar foi parar no topo do maciço, entretanto essa ideia ainda não foi provada cientificamente.

A área em estudo apresenta as seguintes unidades litoestratigráficas, formação serra dos Martins (Esm), Granitoides indiscriminados (NP3) e complexo Serrinha-Pedro velho (PP2sp1 e PP2Sp3).

Figura 02: Mapa das unidades estratigráficas do município



FONTE: Modificado de CPRM (2016).

Segundo a CPRM (2008), a Formação Serra dos Martins possui um capeamento sedimentar que ocupa uma área de 28 km², entre o município de Cacimba de Dentro e Araruna, município vizinho, com eixo maior na direção ENE-WSW e espessura variando de 5 a 45 m. A base da formação é constituída por arenitos homogêneos e friáveis, esbranquiçados, mal selecionados, localmente conglomeráticos e caulíníticos, com camadas silicificadas. Na porção média são descritos bancos de arenitos argilosos, homogêneos, de cor amarela- avermelhada, com grãos de quartzo sub angulosos a arredondados. No topo da formação ocorre uma crosta laterítica de cor vermelha a roxa, com seixos de quartzo angulosos, mal selecionados.

O complexo Santa Cruz é de idade paleoproterozóico, com materiais de natureza de augen-gnaiss granítico, leuco-ortognaiss quartzo monzonítico a granítico e áreas pertencentes ao Complexo Serrinha-Pedro Velho, com materiais ortognaiss. Esse terreno detém um padrão litológico distinto dentre os complexos litoestratigráficos paleoproterozóicos do Terreno São José do Campestre, entretanto

sem um claro contraste geocronológico. De acordo com a CPRM (2007), diferencia-se nesse complexo três conglomerados litológicos. O primeiro é composto por biotita gnaisse granítico migmatizado (Psp3); a segunda por biotita-hornblenda migmatito com mesossoma de ortognaisse tonalíticogranítico com diques de anfibolito (Psp2), e a terceira por biotita gnaisse trondhjemítico, incluindo leucogranito, granito félsico, ortognaisse tonalítico com granada e rocha calcissilicática (Psp1).

O município possui áreas situadas em uma região de falhas tectônicas e raízes de dobramentos derivados do período pré-cambriano. É também evidenciado uma topografia suave. É justamente derivado destes processos tectônicos que se originou o gráben do curimataú no qual o rio Curimataú e parte de sua bacia hidrográfica instala seu curso como aponta Rodrigues (2012).

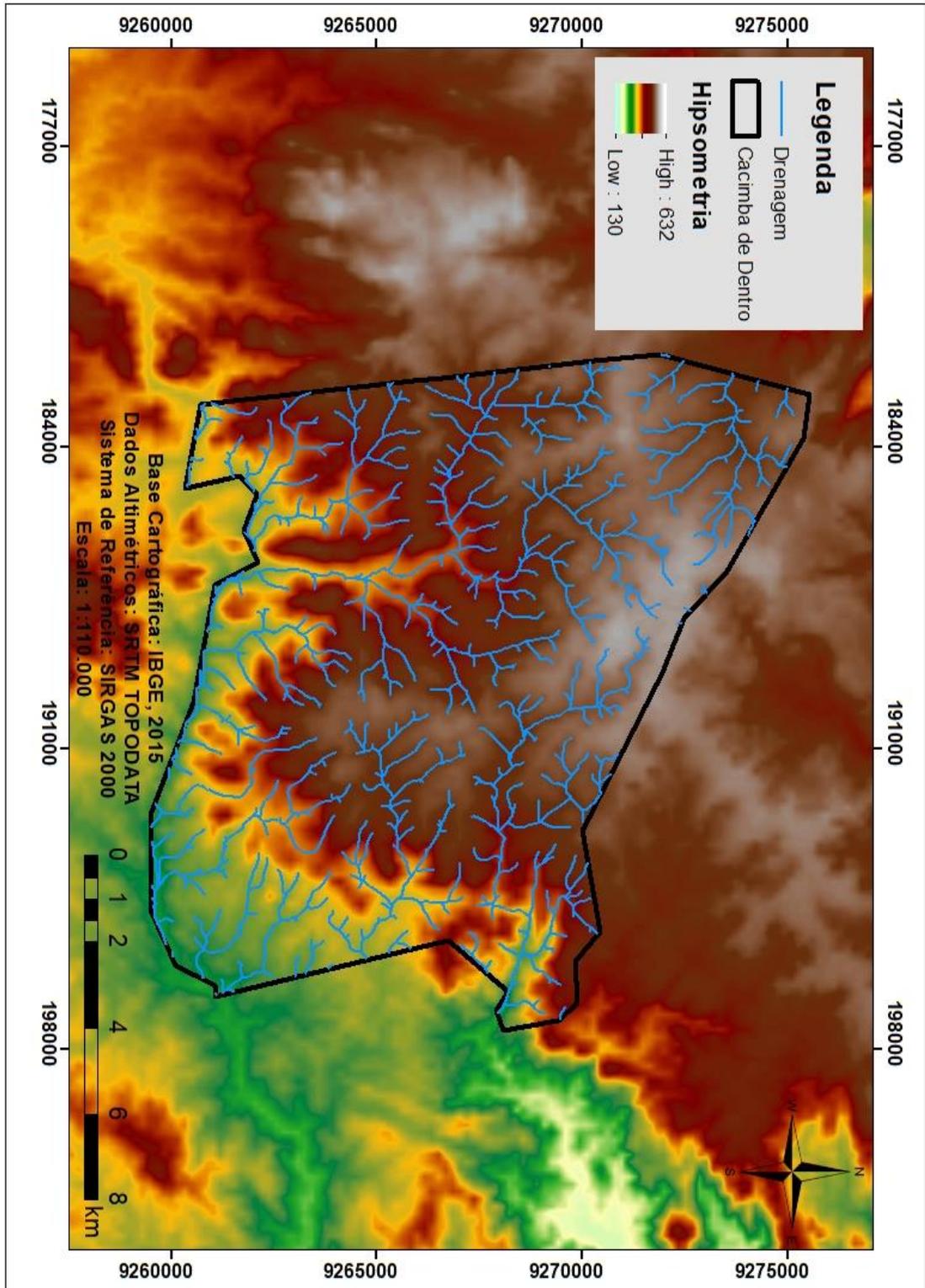
Geomorfologia

O município está inserido no domínio geomorfológico do Planalto da Borborema, se apresentando muito dissecado principalmente no contexto da Bacia do Curimataú. A depressão do Curimataú entalha vigorosamente a porção nordeste do Planalto da Borborema.

Seguindo a metodologia de mapeamento geomorfológico proposta pelo IBGE (2009) adaptada de Ross (1992) até o 3º táxon, o município dispõe de divisões no modelado os quais são, Dc e Dt. Segundo o IBGE (2009), os Modelados de dissecação homogênea e estrutural são definidos pela forma dos topos e pela combinação das variáveis densidade e aprofundamento da drenagem.

Dc- D corresponde a uma área de dissecação, as formas de topos convexos (c) são comumente esculpidas em rochas ígneas e metamórficas e ocasionalmente em sedimentos, às vezes transparecendo controle estrutural. São determinados por vales bem precisos e vertentes de declividades oscilantes, entalhadas por sulcos e cabeceiras de drenagem de primeira ordem. Este modelado é característico da zona rural do município em sítios como o Jaguaré, Filgueiras, Matas do Riachão, Matas do olho D'água, Pica pau, Lagoa D'água e outros. São encontradas grandiosas serras como a serra da Capivara, serra da Viração e serra da Picada, as quais passam por um processo de erosão com forte intensidade. Na figura 04 é possível observar o modelado com topo convexo bastante dissecado.

Figura 03: Mapa Hipsométrico do município.



FONTE: Modificado da CPRM, (2016).

Figura 04- Serra da Filgueira e serra do Cruzeiro de São Sebastião.



FONTE: Acervo da autora, (abril, 2021).

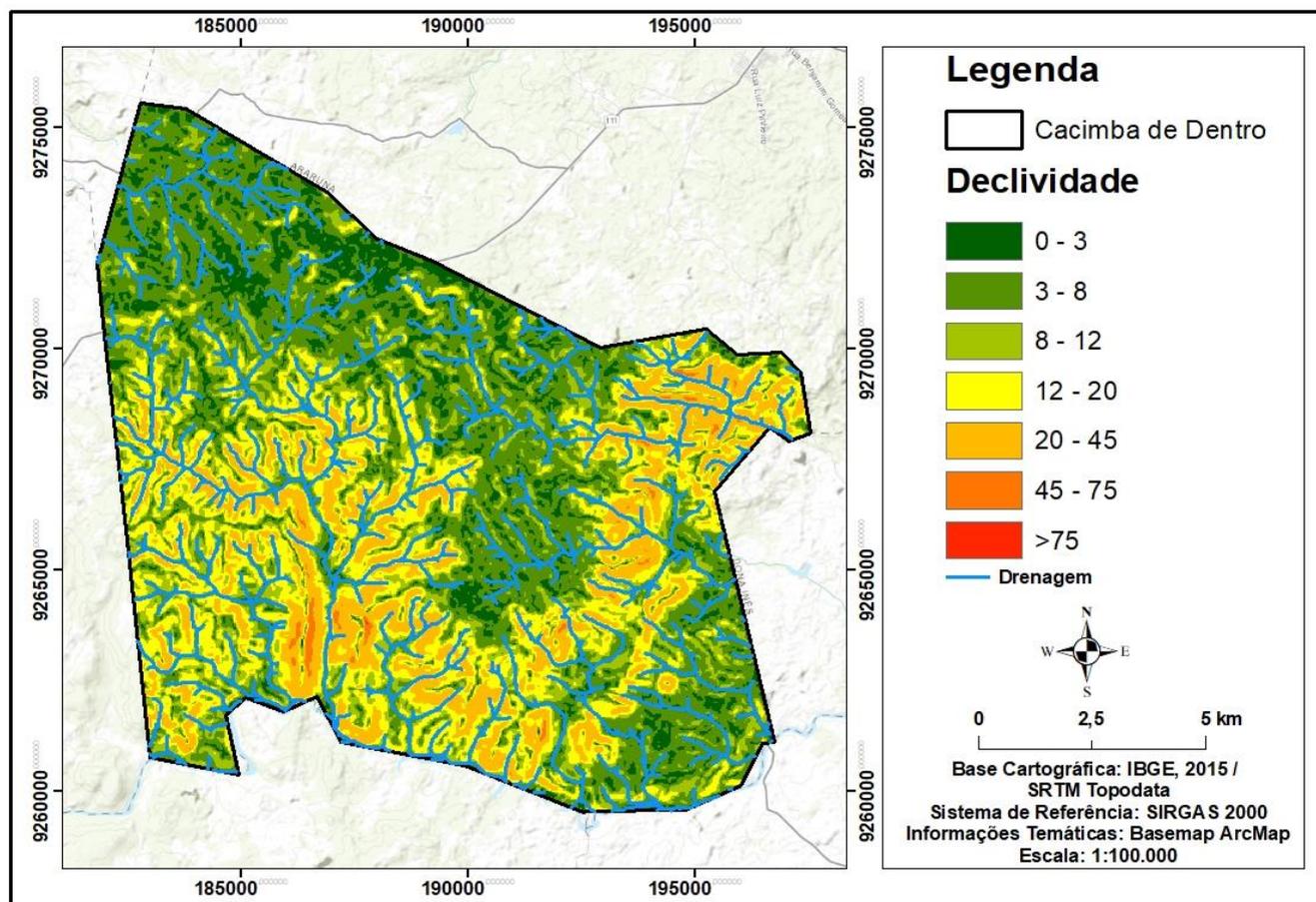
Dt- segundo o IBGE (2009) As formas de topos planos são as feições de rampas levemente inclinadas e lombadas, quase sempre esculpidas em coberturas sedimentares inconsolidadas e rochas metamórficas, salientando um eventual controle estrutural. Possuem uma rede de drenagem de baixa densidade, apresentando vales rasos e vertentes baixa declividade. São resultados da instauração de processos de dissecação, atuando sobre uma superfície com aplanamento. Esse tipo de modelado é sobreposto acima da formação Serra dos Martins o que proporciona uma superfície mais tabular, em geral a zona urbana e os sítios como, Barreiros, Boi manso, Anafê e Mium estão localizados nesse tipo de modelado. Na figura 05 é possível observar um pouco deste modelado.

Figura 05- Área de topo plano no município.



FONTE: Acervo da autora, (abril, 2021).

Figura 06: Mapa de declividade do município.



FONTE: Modificado de CPRM, (2016).

É importante salientar que ao decorrer desta área onde o relevo é mais íngreme e dissecado que se instala justamente a rede de drenagem do Rio Curimataú, este processo reforça sobretudo a erosão nesse setor que alguns autores ao estudar a área em uma escala maior denominam geomorfologicamente todo o município como planalto da Borborema com superfície erosiva. Esta serra possui uma altitude de 511 metros podendo ser vista pelo acesso á rodovia PB 101 que liga o município aos circunvizinhos.

O relevo da área apresenta fortes variações altimétricas em alguns pontos possuindo em alguns locais como na Serra da Capivara cerca de 511 metros, já no fundo dos vales chega apresentar 348 metros e nos pontos mais altos a altimetria chega acima de 600 metros como mostra a figura 03.

Pedologia

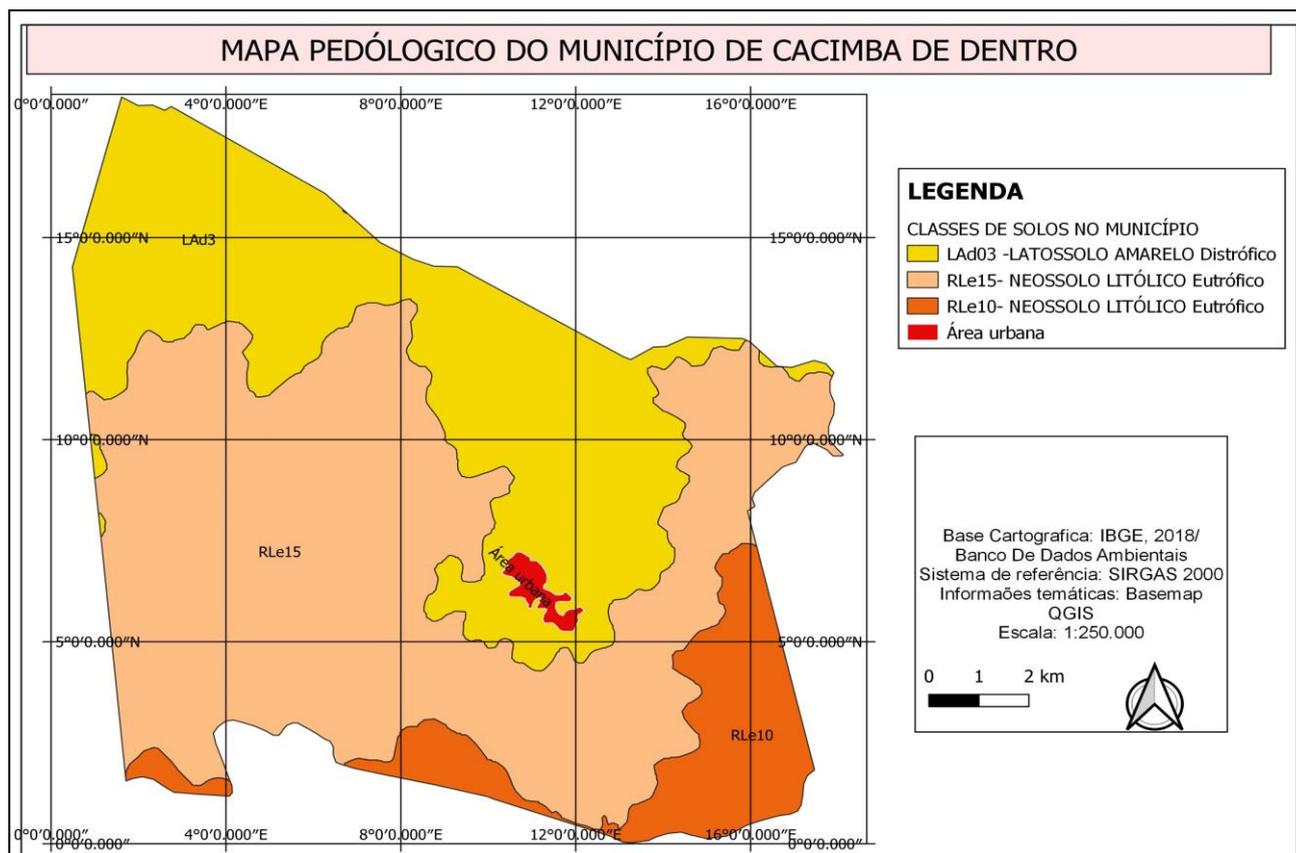
De acordo com Lepsch (2002), o solo é uma ferramenta natural que forma a base para a produção de insumos alimentícios e matérias-primas para a incrementação e desenvolvimento dos vegetais, todavia também fornece inúmeras fontes alternativas de energia. No município temos a presença de dois tipos de solos, o neossolo e o latossolo como é observado na figura 07.

O latossolo segundo a EMPRABA (2018) pode ser caracterizado como:

“São solos em avançado estágio de intemperização, muito evoluídos como resultado de enérgicas transformações no material constitutivo. São normalmente muito profundos, sendo a espessura do solum raramente inferior a 1 m. Têm sequência de horizontes A, B, C com pouca diferenciação de sub-horizontes e transições usualmente difusas ou graduais.”

São geralmente, solos intensamente ácidos, com baixo nível de saturação por bases, distróficos ou alumínicos. Ocorrem, também solos com saturação por bases média e até mesmo alta. Esses últimos são localizados geralmente em zonas (semiáridas ou não) que detém de uma estação seca pronunciada.

Figura 07: Mapa pedológico do município.



FONTE: Modificado do IBGE, (2006).

O outro tipo de solo encontrado no município é o neossolo, são solos formados por material mineral ou por material orgânico apresentando menos de 20 cm de espessura, geralmente esse tipo de solo não apresenta horizonte B em alguns casos ainda apresentam horizonte A, porém, com insuficiência de requisitos como espessura muito pequena para ser realmente considerado um horizonte B já formado, segundo a EMPRAPA (2018) o neossolo é conceituado como:

“solos constituídos por material mineral ou por material orgânico pouco espesso que não apresenta alterações expressivas em relação ao material originário devido à baixa intensidade de atuação dos processos pedogenéticos, seja em razão de características inerentes ao próprio material de origem (como maior resistência ao intemperismo ou composição químico-mineralógica), seja em razão da influência dos demais fatores de formação (clima, relevo ou tempo), que podem impedir ou limitar a evolução dos solos.” EMBRAPA (2018).

Figura 08: Foto de um perfil de solo em área caracterizada como neossolo pelo IBGE (2018) no município.



FONTE: Acervo da autora, (fevereiro, 2020).

Esse tipo de solo é o mais frequente no município como é perceptível na figura 07, o uso do solo na região é basicamente caracterizado pelas atividades de agricultura e pastagem, muitos agricultores relatam que a terra está “cansada”, é uma forma local de apontar que o solo não apresenta tanta fertilidade como décadas atrás ocasionando uma diminuição na produção. O solo também é utilizado para fins de ocupação urbana, em algumas áreas grandes encostas são retiradas para fazer uma adaptação para a construção civil o que desencadeia um desequilíbrio no sistema geomorfológico do local.

Vegetação

Exclusivamente brasileiro, o bioma Caatinga ocupa uma área de aproximadamente 844.453 km² do território nacional, o que equivale a 12% do país. Esta área, na divisão política, coincide com boa parte da região Nordeste (Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Piauí, Pernambuco, Rio Grande do Norte e Sergipe), tendo uma porção da região Sudeste no Norte de Minas Gerais. Entre os biomas limítrofes encontra-se a Mata Atlântica e o Cerrado. Para Barreto (2007), a denominação caatinga tem sido incorporado as especificidades da vegetação característica do clima semiárido, prevalente na região Nordeste do Brasil. Deve-

se enfatizar que as transformações geográficas (geomorfológicas, climáticas, topográficas), diante também das resultantes ações antrópicas, são condições decisivas para a grande abundância de diferentes paisagens e biotipologia no bioma caatinga.

Os dissemelhantes tipos de vegetação transformaram a caatinga em uma distinta miscelânea, com espécies de variados tipos (herbácea, arbustiva e arbórea), caducifólias, xerófilas, comumente dotadas de espinhos, acúleos e microfilias.

Algumas plantas encontradas no município são essas: o Feijão bravo (*Capparis hastata* L.), Xique-Xique (*Pilocereus gounellei*), Juazeiro- (*Ziziphus joazeiro*), Catingueira – (*Poincianella bracteosa*), Barriguda - (*Ceiba glaziovii*), Mulungu - (*Erythrina velutina wild*), Pau- darco- (*Tabebuia serratifolia*), Mandacaru- (*Cereus jamacaru*), Umbuzeiro - (*Spodias tuberosa*) e a Macambira- (*Bromélia laciniosa*).

A macambira está presente nas caatingas do Nordeste, da Bahia ao Piauí. A planta herbácea, da família das Bromeliáceas, que cresce debaixo das árvores ou em clareiras, possui raízes finas e superficiais, folhas que podem atingir mais de um metro de comprimento por vinte centímetros de largura, espinhos duros, e um rizoma que fornece uma forragem de ótima qualidade.

Figura 09: Xique-Xique (*Pilocereus gounellei*) **Figura 10:** Mandacaru- (*Cereus jamacaru*).



FONTE: Henton da rocha, (2017).

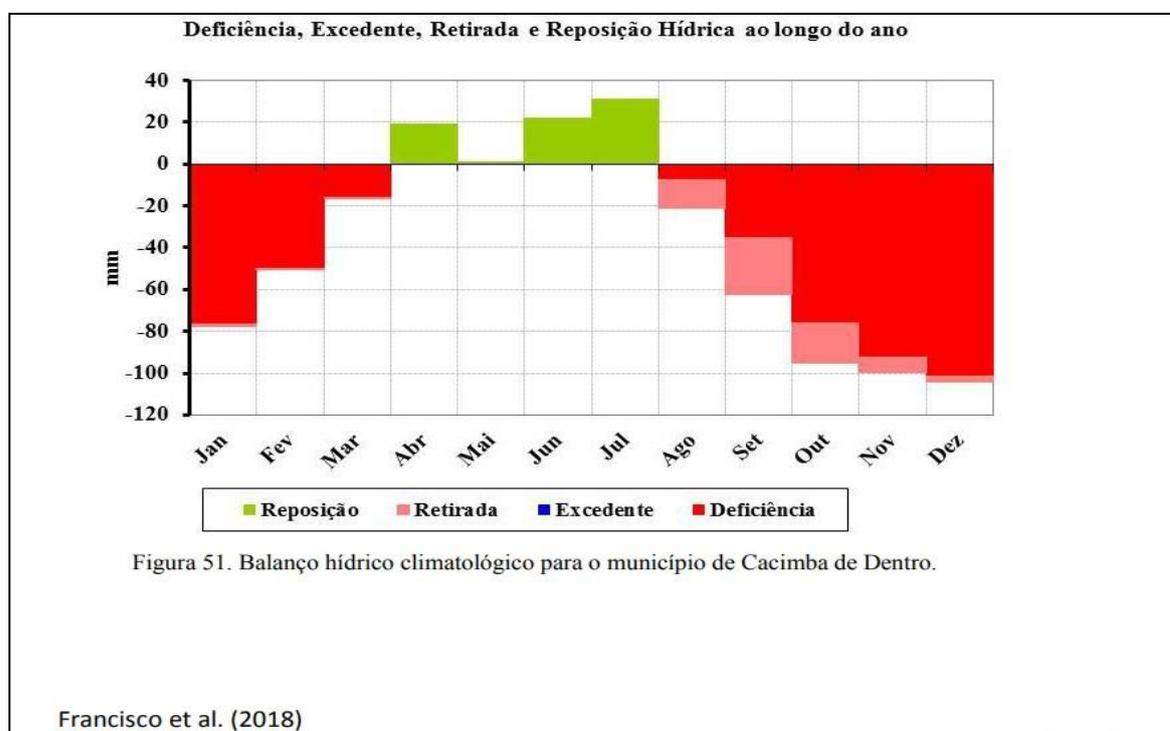


FONTE: Acervo da autora, (outubro, 2019).

Clima e Hidrografia

O município está inserido na região geoambiental do Curimataú, o clima desta Região segundo a classificação do Köppen, é do tipo BSh que é caracterizado pelos índices mais baixos de precipitações, se estende pela área do Curimataú, Seridó, Taperoá e outros. Apresenta precipitações de verão e pluviometria média de 300 mm á 500 mm por ano, chegando a temperaturas de 25°C com algumas médias menores que 20°C, este tipo de clima ainda detém de uma umidade relativa que não ultrapassa 70. As médias das temperaturas mínimas oscilam de 18° a 22° nos meses de julho e agosto e as máximas se situam entre 28° e 31°, nos meses de novembro e dezembro (LACERDA, 2005).

Figura 11: Balanço hídrico do município.



FONTE: Francisco et al. (2018).

No município as altas em pluviosidade se concentram nos meses de março a julho, é justamente nesse período que os processos erosivos se intensificam por uma característica típica do semiárido nordestino. O fato de que as chuvas se concentram apenas poucos meses do ano, entretanto, são chuvas intensas chegando a mais e 100 mm em determinados meses.

O município está localizado no alto/médio curso da bacia hidrográfica do Rio Curimataú abrangendo uma área de 239,7 km². A bacia do rio Curimataú

abrange uma área de aproximadamente 4.000 km², distribuídos entre os estados da Paraíba e Rio Grande do Norte sendo caracterizado como um rio interestadual. Seus limites são identificados ao norte pela bacia do rio Jacu; ao sul pela bacia do Litoral Norte da Paraíba; a sudoeste pela bacia do rio Paraíba e a leste pelo Oceano Atlântico.

O rio Curimataú nasce na porção paraibana da bacia, no município de Barra de Santa Rosa. Após entrar no estado potiguar, pelo município de Nova Cruz, deságua no Oceano Atlântico no estuário denominado Barra do Cunhaú, entre os municípios de Baía Formosa e Canguaretama, totalizando um percurso de cerca de 200 km. Seu principal afluente pela margem direita é o rio Pirari. Pela margem esquerda, destacam-se o riacho da Carabeira e o rio Calabouço. É um rio caracterizado como intermitente e devido aos intensos processos erosivos e retirada de boa parte da mata ciliar se encontra bastante assoreado.

4 REVISÃO TEÓRICO-CONCEITUAL

4.1 Erosão: uma abordagem conceitual

O termo erosão, conforme o IPT (1986), se originou do latim, especificamente do verbo “erodere”, que corresponde ao conceito de escavar. Pesquisadores e autores da área como Guerra (2010); Bertoni e Lombardi Neto (1990) indicam a erosão como um processo de perda do solo, que pode ser acarretado por condicionantes naturais ou antrópicos possuindo natureza química, física ou biológica.

Pastore (1986), Vilar e Prandi (1993), Marçal (1998) e Bertoni e Lombardi Neto (2008), por exemplo, definem o fenômeno de maneira similar, expondo que erosão na sua definição mais ampla é o processo geral ou grupo de processos pelo qual os materiais terrosos ou rochosos da crosta terrestre são desagregados, e transportados de um ponto para o outro por agentes naturais, como por exemplo os rios, mares, vento e chuva. Ainda percorrendo pelos conceitos dos processos erosivos os autores Guerra (1995) descrevem que a erosão se baseia na remoção das camadas superficiais de solo e envolve os processos de destacamento (*detachment*) e transporte das partículas por agentes como vento, água e gelo.

Segundo Salomão e Iwasa (1995) a erosão ainda pode ser compreendida como o processo de desagregação e remoção de partículas do solo ou de fragmentos e partículas das rochas, relacionado à ação conjunta de fatores naturais como a gravidade com a água, vento, gelo e organismos (plantas e animais). De acordo com Guerra (2010) essa desagregação é o primeiro passo no processo erosivo. As gotas da chuva, por sua vez atingem o solo com uma velocidade de 5 à 5 km/h ocasionando o desprendimento de partes dos solos. Este processo é chamado efeito “*splahs*”. Essas partículas por sua vez são transportadas pelo escoamento na superfície e levados para locais de deposição de sedimentos como partes do relevo, lagos ou rios.

Lepsch (2002) apresenta os processos de erosão como sendo a extração das partículas do solo dos lotes mais alterosos do relevo por agentes de transporte, ocasionando o transporte e conseqüentemente a deposição dessas partículas nas

áreas mais baixas do relevo, ou sendo direcionada também para fundos de corpos hídricos como lagos, rios, barramentos e oceanos.

Todavia, os processos erosivos atuam em duas vertentes, sendo um primordial agente de transformação do modelado, mas também, desencadeando diversos efeitos negativos para o ambiente chegando até a ocasionar prejuízos ambientais e econômicos a sociedade.

Segundo Guerra (1997) o processo erosivo pode ser reputado em dois grupos principais, determinados como erosão natural ou geológica, e a erosão antrópica ou acelerada. A erosão natural desenvolve de forma natural no relevo terrestre, atuando de forma integrada e sistemática no equilíbrio com os elementos que integram a paisagem. Já a erosão antrópica é ocasionada ou intensificada sob a intervenção das ações humanas no meio ambiente, acarretando a quebra do equilíbrio dinâmico natural da paisagem gerando inúmeros impactos ambientais e socioeconômicos.

Em condições normais, o desgaste da superfície por erosão é compensado pela contínua alteração das rochas, mantendo-se dessa forma o perfil do solo. No entanto, a ruptura do equilíbrio natural pode resultar em erosão acelerada, que atua de forma mais rápida que o processo de formação dos solos, impedindo a regeneração.

Tricart (1977) denomina um ambiente no qual ocorre os processos erosivos de meio instável ou de alta vulnerabilidade. Já um local no qual não ocorre erosão é denominado como meio estável ou de baixa vulnerabilidade. Rios (2011) aponta que nos meios instáveis a morfogênese predomina pois os processos erosivos destroem ligeiramente o solo e transformam em um curto espaço de tempo a forma da superfície terrestre, ocasionando mudanças ao sistema natural. Sendo assim, nos meios estáveis a pedogênese é o processo predominante no sistema afinal são locais que ocorrem uma ínfima intervenção de ações morfogênicas ajudando o desenvolvimento dos solos com o avanço da espessura dos horizontes.

Logo, quando a dinâmica de erosão e pedogênese é balanceada, ou seja, o processo de elaboração compensa a erosão, no ambiente ocorre a erosão normal ou geológica. Por outro lado, a erosão acelerada convém a ser fruto do desequilíbrio. Segundo Mortari (1994) esse desequilíbrio acontece quando o processo erosivo é mais gradativo que o processo de formação dos solos alteração

das rochas e de processos pedogenéticos comandados por agentes físico, químicos e orgânicos, ocorrendo ao longo de centenas de anos.

4.2 Tipos de erosão e seus agentes causadores

Erosão pode ser classificada quanto ao agente causador, como eólica, hídrica e marítima MAGALHÃES (2001). Conforme o mesmo autor, no primeiro tipo, o principal agente atuante no processo de desprendimento e transporte das partículas do solo é o vento, logo, no segundo caso o agente atuante é a água. No Brasil inquestionavelmente os processos erosivos de origem hídrica são mais relevantes pois acontecem com mais frequência acarretando inúmeros problemas.

Segundo Oliveira (2017) todos os agentes erosivos partilham do mesmo produto que é justamente a erosão, entretanto cada agente opera de maneira específica nas dinâmicas da natureza. Porém, apesar de atuarem concomitantemente, cada região possui uma certa resiliência de acordo com os aspectos físicos/naturais que influenciam na maior atuação de alguns sobre os demais.

Para Lepsch, (2002), a erosão hídrica pode ser dividida em duas fases: desagregação e transporte. A desagregação é causada tanto pelos impactos das gotas de chuva como pelas águas que escorrem na superfície. Salomão (2010) destaca que na compreensão da dinâmica desses processos se dividem em dois relevantes eventos iniciais, englobando por um lado o impacto das gotas de chuva no solo conhecido também como efeito *splash*, gerando a desagregação e liberação das suas partículas e, por outro, o escoamento superficial das águas, realizando a função de transporte das partículas liberadas. Todavia, a erosão pluvial ou erosão hídrica como definiu Tricart (1977), é o fenômeno de destruição dos agregados do solo pelo impacto das gotas da chuva. É função, por um lado, da energia cinética das gotas e, por outro, da resistência mecânica dos agregados.

Lepsch (2002) aponta ainda a classificação da erosão hídrica em três momentos: a erosão laminar, ocasionada pela extração gradual de uma fina camada superficial de espessura moderadamente homogênea, envolvendo praticamente todo o relevo; erosão em sulcos, equivalendo a deterioração em áreas estreitas norteadas ao longo dos mais acentuados declives do terreno; e a erosão em

voçorocas, consequência da locomoção de massas de solo, produzindo vastas lacunas no solo. Salomão (2010), também aponta que conforme a maneira que se desenvolve o escoamento superficial no decorrer da vertente, podem-se progredir para dois tipos de erosão: erosão laminar ou em lençol, quando gerada por escoamento disseminado das águas de chuva, derivando a remoção progressiva e moderadamente uniforme dos horizontes superficiais do solo, e a erosão em sulcos, quando originada por concentração de linhas de fluxo das águas de escoamento superficial, provocando menores incisões na superfície do terreno, que podem evoluir gradativamente para um aprofundamento a ravinas.

Sobre esse assunto Guerra (1995) afirma que “existem várias classificações espalhadas pelos estudos sobre erosão e sobre os limites, quanto à profundidade e largura, entre as ravinas e as voçorocas”. Segundo o mesmo autor a distinção dimensional de ravina para voçoroca é compreendida da seguinte forma: ravinas são incisões de até 50 centímetros de largura e profundidade. Acima desses valores, as incisões erosivas são denominadas voçorocas.

Para discernir voçorocas de ravinas, um dos conceitos mais disseminados no Brasil é por meio do critério dimensional como característica primordial. Diz-se que são consideradas ravinas incisões com menos de 50 centímetros, e voçorocas incisões com largura e profundidade superiores a 50 centímetros OLIVEIRA, (2007). Entretanto alguns autores como Guerra (2021), apontam que uma voçoroca possui paredes laterais íngremes e em geral fundo chato, com fluxo hídrico no seu interior durante os eventos pluviométricos. Quando o entalhamento é demasiadamente profundo, sistematicamente o lençol freático aflora, dando início ao escoamento fluvial e em alguns casos aumentando o recuo lateral das paredes escarpadas. Portanto estes dois conceitos são adotados nesta pesquisa para realizar a caracterização destas formas erosivas no município de Cacimba de Dentro.

4.3 Fatores condicionantes

Os processos relacionados a formação de processos erosivos estão ligados e divididos em dois grupos distintos: os agentes condicionantes naturais que são os fenômenos da natureza como chuva, solo, geologia, geomorfologia e vegetação. O segundo grupo é composto pelos condicionantes antrópicos os quais tem origem a partir das práticas humanas irregulares como por exemplo ocupações

urbanas em áreas impróprias, desmatamento, queimadas entre outros inúmeros fatores responsáveis por ocasionar a chamada erosão acelerada.

Inicialmente serão apresentados os condicionantes naturais responsáveis pela erosão natural caracterizados como chuva, tipos de solo, declividade do terreno, geologia e cobertura vegetal e logo depois os condicionantes antrópicos.

Chuva

A chuva se desenvolve como um dos mais significativos agentes condicionantes no processo erosivo, segundo Bertoni e Lombardi Neto (1990) a Erosividade é um índice numérico que expressa à capacidade da chuva em causar erosão em uma área sem proteção em uma certa região. Conforme Guerra (1991) apud Guerra (2005), a determinação precisa da taxa de Erosividade é um tanto complexa, porque depende principalmente dos parâmetros e também das características das gotas de chuva, que variam no tempo e no espaço.

De acordo com Bertoni e Lombardi Neto (1990) os dados obtidos através de totais ou médias pluviométricas em um espaço temporal não devem ser considerados como propulsores decisivos dos processos erosivos ocasionados. Em duas regiões distintas pode ocorrer o fato de que em um mesmo ano choveu a mesma quantidade em ambas, entretanto, em um local este total de chuvas foi distribuído em chuvas leves ao decorrer do ano, e no outro caso essas chuvas foram disseminadas em três fortes eventos pluviométricos. Logo mais, o local com maior suscetibilidade a processos erosivos seria o qual as chuvas ocorreram com mais energia cinética pois, as chuvas torrenciais tendem a ocasionar fortemente a erosão em comparação com as leves garoas.

Lepsch (2010) menciona que quando as chuvas ocorrem de forma leve, em pequenas gotas, durante um espaço de tempo curto como em horas, a água possui um período de tempo maior para que ocorra a infiltração no solo, dessa maneira diminui a formação das enxurradas e esporadicamente provoca efeitos degeneradores na paisagem. Todavia, se esse mesmo volume de chuvas precipitar rapidamente, na forma de aguaceiros, em um curto período de tempo as enxurradas se formam e em sequência e podem se iniciar a erosão.

Alguns fatores são observados e analisados ao se calcular a Erosividade do solo como a duração das chuvas, a intensidade e a distribuição, essas características influenciam diretamente na intensidade e volume de perdas por erosão. Embora haja

vários critérios para definição da Erosividade das chuvas, a problemática central é justamente selecionar o critério mais adequado para a maior parte dos casos levando em consideração que cada ambiente possui características e dinâmica única e cada evento chuvoso também é singular em uma escala de espaço e tempo, contribuindo para que cada evento erosivo possua uma certa particularidade.

Solo

Os processos erosivos atuam de maneiras distintas em diferentes tipos de solo. O termo erodibilidade refere-se à vulnerabilidade ou à suscetibilidade de um solo à erosão, que é a recíproca de sua resistência HUDSON, (1995), dependendo das propriedades que influenciam sua resistência à desagregação pelo fluxo superficial. Para Lal (1988), erodibilidade do solo é o efeito integrado de processos que regulam a recepção da chuva e sua resistência para desagregação de partículas e o seu transporte subsequente. Para estipular o nível de erodibilidade é levado em consideração as características químicas e biológicas do solo, estrutura, textura, permeabilidade e densidade.

Diante disso, Lal (1988) ressalta a textura do solo como um aspecto primordial que induz a erodibilidade, por influenciar os processos de desagregação e transporte. A textura corresponde ao tamanho das partículas do solo, ou seja, a sua granulometria que pode influenciar na quantidade de solo que pode ser arrastada. Quando mais arenosa é a granulometria do solo, maior é a possibilidade de ele sofrer erosão, ou seja, maior a facilidade de desagregação das partículas de solo. Por outro lado, solos mais argilosos favorecem uma maior formação de agregados estáveis em água, reduzindo a erodibilidade do solo MEYER & HARMON, (1984). O solo arenoso por exemplo, possui uma porosidade alta apresentando grandes partículas, em um cenário de chuvas leves esse tipo de solo consegue realizar a infiltração da água, todavia, fortes chuvas ocasionando um fluxo de escoamento superficial gera nesse tipo de solo grandes perdas de solo em virtude da erosão. Por outro lado, um solo argiloso possui baixa porosidade e possui pequenas partículas fazendo com que a água em forma de chuvas leves não se infiltre e que o escoamento superficial não cause grandes perdas. Portanto é importante considerar a textura do solo ao calcular o índice de erodibilidade da área em estudo.

A estrutura é o modo como as partículas do solo se organizam influenciando na capacidade de infiltração das águas das chuvas e também no processo de arraste. Segundo Salomão (2010) os solos com textura micro agregada ou granular como os

latossolos, apresentam uma alta concentração de poros e uma permeabilidade boa o que resulta em uma boa infiltração da água, mas também impede o arraste das partículas.

A permeabilidade dos solos de acordo com Salomão (2010) determina o grau de capacidade de infiltração das águas fazendo uma relação direta com a porosidade. Um solo mais poroso possui maior permeabilidade.

Guerra (2005) aponta que a densidade dos solos está relacionada a maior ou menor compactação, a densidade trabalha justamente ao oposto da porosidade quanto maior a densidade menor é a porosidade do solo e quanto menor for a densidade a porosidade é maior.

Lepsch (2010) salienta que além das características físicas do solo supracitadas a fertilidade também possui um papel importante no seu grau de erodibilidade, afinal um solo de natureza mais fértil ou que tenha passado por um manejo de adubação com correções dos nutrientes dispõe de melhores condições para o desenvolvimento da flora e em virtude disto possuirá melhor proteção contra os processos erosivos no local.

Vegetação

A vegetação possui um papel importante quando se trata de erosão pois ela protege o solo das chuvas diminuindo o índice de erodibilidade dos solos como também preservação direta contra o impacto das gotas de chuva, disseminação da água, interceptando-a e gerando a evaporação antes que penetre no solo, a vegetação também aumenta o índice de infiltração da água uma vez que as raízes das plantas formam pequenos canáliculos no solo contribui para a infiltração de fluidos, melhora a estrutura do solo pelo processo de adição de matéria orgânica, levando há um grande nível de capacidade de retenção de água, com a presença da vegetação também ocorre a diminuição da velocidade de escoamento superficial justamente pelo elevado grau de atrito presente em uma superfície com cobertura vegetal Bertoni e Lombardi Neto (1990).

Segundo Guerra (2005) a cobertura vegetal possui vários fatores que influenciam diretamente na erosão: em virtude da proteção que a vegetação gera para o terreno; os efeitos que a energia cinética dos eventos pluviométricos interferindo diretamente nos eventos de perdas de solo; e do papel da vegetação na formação de húmus, que afeta a estabilidade e teor de agregados. Segundo Tricart (1977), no contexto

da degradação de solos por erosão hídrica, a função principal da cobertura vegetal é dissipar a energia cinética das gotas da chuva antes de atingirem os solos.

Frisando a importância da presença de vegetação nos solos, Lepsch (2010) afirma que “solos completamente cobertos com vegetação estão em condições ideais para absorver a água das chuvas e resistir à erosão”. Albuquerque (2001) aponta que a retirada da vegetação nativa para fins energéticos como a queima do carvão e lenha, mais como também para práticas de agricultura e criação de gado é muito comum na região semiárida do nordeste brasileiro, essa prática acarreta a erosão no solo, uma vez que o mesmo se encontra totalmente desnudo. De acordo com Pruski (2013), quanto mais protegido o solo estiver pela cobertura vegetal contra ação da chuva, menor será a ocorrência de erosão.

Geomorfologia

O relevo é importante para a análise dos processos erosivos, principalmente a erosão hídrica, no qual é um agente significativo nas dinâmicas relacionadas a erosão. As características que se tornam imprescindíveis para análise no terreno são: a declividade (grau de declividade), comprimento da vertente (lançante) e a geometria da encosta (concavidade, convexidade e retilinearidade).

O fator do grau de declividade da encosta influencia sobretudo no volume da enxurrada, De acordo com Infanti Jr. e Fornasari Filho (1998), quanto maior o declive com mais velocidade o escoamento superficial percorre a encosta, junto a este processo as perdas de solos ocorrem de maneira intensa ocasionadas justamente pelo alto grau de velocidade do escoamento gerando o desprendimento de partículas do solo.

O comprimento da rampa também é imprescindível para a suscetibilidade do terreno aos processos erosivos. A ampliação do comprimento da encosta acarreta um aumento nos índices de volume e velocidade da enxurrada. De acordo com Departamento de Águas e Energia Elétrica de São Paulo (1990) quanto maior o trecho percorrido pela água, o que é caracterizado como o comprimento da encosta, maior será a relevância da declividade da encosta. Portanto, Bertoni e Lombardi Neto (2008) apontam que “à medida que o caminho percorrido vai aumentando, não somente as águas vão-se avolumando proporcionalmente como, também, a sua velocidade de escoamento vai aumentando progressivamente”.

Apesar de pouco analisada como fator condicionante para os eventos erosivos a geometria do terreno é um quesito importante a ser levado em consideração. Segundo Castro e Zobeck, (1986); Pennock e Jong (1987) Nas vertentes convexas o escoamento superficial geralmente é maior na direção a montante do que a jusante, já nas vertentes côncavas, o processo é invertido e o escoamento possui um fluxo maior a jusante.

Segundo Lal (1990), a morfologia da encosta interfere na erosão do solo exercendo influência na quantidade e velocidade do fluxo do escoamento. Enquanto isso nas encostas de formas convexas ocorre o aumento da velocidade do fluxo de escoamento gerando uma alta capacidade de transporte. Sobretudo, nas vertentes côncavas a velocidade diminui e então começa a ocorrer o processo de deposição em sua parte mais baixa.

Portanto já apresentados os principais fatores condicionantes naturais responsáveis pela erosão natural, a seguir serão explanados os fatores antrópicos que aceleram sobretudo os processos erosivos na paisagem.

Ação antrópica e uso da terra

A humanidade possui uma relação muito antiga com a natureza que consiste na busca de melhorias para a sobrevivência diária e para suprir suas necessidades primárias. Deste modo o ser humano sempre buscou utilizar os recursos naturais, em especial o solo, que é utilizado tanto para cultivar quanto para os demais tipos de ocupação que tem resultado em reflexos diretos no funcionamento dos processos do meio físico e seu equilíbrio dinâmico. Sobretudo, a maneira como o homem ocupa os espaços da natureza e utiliza o solo de diversas maneiras inadequadas pode gerar um certo desequilíbrio no meio natural, sendo reflexo disto a aceleração da erosão que pode ser apresentada como um dos exemplos de interferência antrópica mais significativos e de maior influxo no meio ambiente.

Diante disso, os estudos na área de erosão devem dar ênfase também aos tipos de ocupações antrópicas e uso da terra como um fator condicionante importante que pode contribuir e até acarretar os processos erosivos de maneira mais acelerada. Rios (2011) aponta que “estudos sobre a erosão dos solos numa perspectiva ambiental não devem ser realizados apenas sobre o ponto de vista dos elementos da natureza, mas também, sobre o ponto de vista da ocupação espacial da sociedade e de sua intervenção na dinâmica natural”.

Os processos erosivos em áreas urbanas têm ênfase nos campos da geomorfologia ambiental e geomorfologia urbana. A expansão urbana desordenada sem o planejamento adequado para destinar as áreas próprias e impróprias para construções de loteamentos, conjuntos ou bairros, associados aos locais com suscetibilidade natural a erosão tem sobretudo provocado diversos problemas ambientais no cenário brasileiro como deslizamentos, enchentes, assoreamentos dos rios, soterramentos de casas entre outros desastres socioambientais e socioeconômicos. Esse cenário também é realidade em pequenas cidades do interior da Paraíba onde a falta de planejamento para ocupações antrópicas se torna fortemente presente em virtude da carência de órgãos prestadores deste serviço.

Problemas como o asfaltamento de vias que impedem a drenagem da água no solo o que gera um fluxo de escoamento intenso ocasionando a presença de pontos de erosão no local; as vias de esgoto a céu aberto também se tornam um problema urbano/ambiental nas cidades, uma vez, que os dejetos são depositados diretamente no solo e canais fluviais são abertos através de cortes no relevo gerando um desequilíbrio geomorfológico e possivelmente áreas de risco. Contudo, Guerra (2004) salienta que a erosão urbana no Brasil, está relacionada à falta de um planejamento adequado, que leve em conta não só o meio físico, mas também condições socioeconômicas.

Deste modo, Segundo Mota (1991), as principais práticas antrópicas que auxiliam para a degradação ambiental, em especial para erosão acelerada serão apresentadas a seguir

- 1- Desmatamento de áreas extensas, de terrenos de encostas, da mata ciliar, de locais de solos erodíveis, entre outros;
- 2- Práticas agrícolas: monoculturas; culturas não perenes; plantio em encostas; cultivo intensivo; uso de máquinas e implementos agrícolas;
- 3- Queimadas;
- 4- Agropecuária: criação excessiva de animais em áreas de pastagem (sobre pastoreio);
- 5- Agropecuária: criação excessiva de animais em áreas de pastagem (sobre pastoreio);
- 6- Movimentos de terra: escavações e aterros;
- 7- Alterações no escoamento natural das águas: barragens; aterros; alterações nos trajetos de cursos d'água; drenagem artificial;

- 8- Impermeabilização do solo: construções, pavimentações, compactação;
- 9- Atividades de mineração;
- 10-Execução de obras: desmatamentos; movimentos de terra; áreas de empréstimos; impermeabilização; alterações no escoamento das águas;

As práticas de desmatamento e superexploração da vegetação, o super pastoreio e o manejo agrícola impróprio encontram-se entre as principais ações antrópicas geradoras da degradação dos solos segundo Guerra (2005). Quando a erosão chega ao nível de degradação geralmente está associada com fatores como uso indiscriminado do solo sem ordenação e nenhum projeto de mecanismos de controles capazes de amenizar substancialmente os danos proporcionados pela modificação espacial ocasionado pela ocupação humana.

Diante disso, a análise do uso do solo também é algo importante a ser analisado, a maneira como a produção agrícola é realizada no solo. Segundo Lima (2012) é imprescindível observar em especial as áreas agricultadas (anuais e perenes), como também outro aspecto que não pode ser dissociado do tipo de uso são as práticas de manejo. A rotação de culturas, plantio direto, a incorporação de restos culturais, a adoção de preparo do solo e a subsolagem pode resultar em diferentes condições de perda de solo.

De acordo com Hernani *et al.* (2002), as perdas anuais de solo em áreas ocupadas por lavouras (anuais e perenes) e pastagens (naturais e plantadas) no Brasil são em torno de 822,7 milhões de toneladas, dado considerável quando comparado com áreas que possuem um uso diferente do solo. De acordo com o processo de ocupação de pequenos municípios no interior do Nordeste em geral a população rural é superior em muitos casos a população urbana, logo mais os proprietários de terras na zona rural em virtude da baixa renda econômica eles fazem uso do solo para plantações de temporárias de culturas como feijão, milho e fava.

Esses cultivos são implantados justamente no período em que as chuvas chegam no semiárido nordestino, a aração muitas vezes é manual mais também alguns utilizam a aração mecânica, por falta de conhecimento a respeito muitos agricultores acabam fazendo estas práticas e originando outro tipo de degradação ambiental que é a compactação do solo, segundo Mandala (2016) a compactação é ocasionada pela constrição das partículas do solo pelo peso das máquinas agrícolas

ao realizarem a preparação para a produção agrícola. Desse modo, o horizonte superficial do solo é submetido à compactação devido a exorbitante movimentação das máquinas agrícolas.

A compactação também pode ocorrer no subsolo justamente pelo peso do equipamento agrícola e da pressão colocada pela alfaia para atingir a profundidade no solo. Sobretudo, os solos são mais propensos à compactação quando estão muito úmidos LAL; STEWART, (1990), tendo em vista que os agricultores fazem a aração da terra justamente quando o solo se encontra “molhado” a chance de ocorrer a compactação nesse cenário é considerável.

Diante de tudo citado acima é relevante apontar que o desgaste do solo em áreas de cultivo, ocasionado pela erosão acelerada, é bastante amplo, todavia, pode ser contido com o uso de algumas técnicas e manejo do solo adequado. Essas práticas são utilizadas para aumentar a resistência do solo ou reduzir as forças da erosão. De acordo com Rios (2011) esses procedimentos quando realizados em conjunto são intituladas de práticas conservacionistas, á exemplo tem-se o reflorestamento de áreas mais suscetíveis a erosão; plantas de cobertura, visando à proteção do solo contra os efeitos da chuva; plantio em faixas, visando à interceptação das enxurradas, a contenção do solo e o aumento da infiltração.

4.4 Erosão no ambiente semiárido

Os processos erosivos se desenvolvem no ambiente semiárido por fatores condicionantes específicos da região, como o regime de chuvas e a intensidade, cobertura vegetal, tipos de solos e manejo inadequado do solo e degradação. Segundo Souza (2007) no semiárido o escoamento superficial é um processo constante que resulta na degradação dos solos, pois a pedogênese nesta área já possui um desenvolvimento lento. É justamente na camada mais superficial que ficam concentrados os nutrientes e a matéria orgânica, naturalmente após um evento pluviométrico intenso acontece a lixiviação desta camada onde os nutrientes e matéria orgânica são desagregados e transportados pelo escoamento, originando assim o início de um processo erosivo.

Estudos realizados por Walling e Webb (1996), indicam que, em regiões semiáridas a alta susceptibilidade à erosão pluvial é função também do tipo de cobertura vegetal, geralmente os regimes de chuvas chegam no período de

estiagem, logo, a vegetação típica de caatinga neste período não proporciona ao solo uma boa proteção e condicionalmente contribui para a erosão. A característica natural do clima já supracitada acima também possibilita a erosão, uma vez que as chuvas nesta região são concentradas em poucos meses do ano, ao chegar no período chuvoso as precipitações ocorrem de maneira intensa em um solo desprotegido devido as condições climáticas da seca.

Sobretudo, é importante ressaltar que o uso e manejo da terra do ambiente semiárido para fins agrícolas, contribui bastante para degradação dos solos. Os solos desta região possuem limitações e geralmente são utilizados de maneira incorreta pelos agricultores, o que resulta em um abandono destas áreas que frequentemente o solo está sem a proteção original da vegetação nativa. Souza (2007) ressalta que os solos da região semiárida, na maioria, são de baixa qualidade e são atingidos por processos de degradação da terra, como o desmatamento que retira a vegetação nativa que é uma prática centenária, e que conseqüentemente compromete a proteção do solo, aumentando a sua vulnerabilidade e suscetibilidade a erosão.

Isto posto, é importante apontar os dados sobre perdas de solos no nordeste brasileiro é muito escasso e que alguns autores como Sampaio (2013) afirmam trabalhar com alguns dados indiretos como a existência de voçorocas e a quantificação de dados sobre as mesmas, expondo assim uma carência de trabalhos na área.

Segundo Marzoff et al. (2015), as regiões semiáridas de todo mundo são particularmente vulneráveis aos efeitos do crescimento populacional e às mudanças do uso da terra. Nessas áreas a erosão hídrica é um importante processo de degradação do solo.

5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

5.1 Levantamento bibliográfico e trabalhos de campo

Inicialmente foi definida a problemática e a área de estudo a ser aplicada a pesquisa que se encontra em fase inicial, logo adiante foi realizado um levantamento bibliográfico através de livros, teses, dissertações e artigos científicos de autores que abordam os processos erosivos, entre eles Guerra (2010); Bertoni e Lombardi neto (1990), Iepsh (2002), (LAL; STEWART, 1990), Mandala (2016), Oliveira (2017) entre outros. Em seguida também foi realizado levantamento bibliográfico de autores que discorriam sobre a caracterização físico natural da área de estudo como Delgado (1998). A próxima etapa foi o reconhecimento da área presencialmente, ou seja, em trabalho de campo.

O trabalho de campo foi realizado entre janeiro e abril de 2021, alguns pontos já são monitorados desde 2019. No mês de janeiro foram colhidos alguns pontos com o aplicativo UTM Geo Map em que foi possível observar a dinâmica no período de estiagem, a partir de meados de fevereiro já começou a ocorrer algumas chuvas o que também proporcionou a observação dos locais em sua dinâmica chuvosa e no final de março ocorreu um dos maiores fenômenos pluviométricos o que evidenciou ainda mais os locais suscetíveis a erosão.

Para realizar o trabalho de campo foi utilizado para coleta das coordenadas de latitude, longitude e altitude dos pontos o aplicativo UTM Geo Map, disponível no Play store, foi utilizado também o smartphone Galaxy J6+ para a coleta dos dados e fotografar as imagens. Em cada ponto foi realizado o preenchimento de uma ficha de campo (anexada) onde continha informações correspondentes a geologia, unidade geomorfológica, descrição do relevo, solo, uso e ocupação do solo, presença de processos erosivos e sua descrição.

Após realizar toda a coleta dos pontos em locais estratégicos para maior cobertura da área de estudo foi efetuada a tabulação e análise das fichas de campo e análise da paisagem e sua dinâmica com o natural e o antrópico. Partindo então para a etapa de geoprocessamento com uso do SIG utilizando o software QGIS, na versão 3.16.

4.2 Álgebra de mapas

Foram confeccionados mapas temáticos referentes aos elementos físicos do município, para caracterização da área e compreensão da dinâmica geográfica natural.

Os mapas de unidades litoestratigráficas, declividade, hipsometria foram confeccionados através de dados matriciais coletados nas imagens SRTM/topodata, e shaperfile do IBGE, (2015) e Mapeamento Geológico e dos Recursos Minerais do Estado da Paraíba, realizados pelo Serviço Geológico Brasileiro (CPRM), na escala 1.500.000 (BRASIL, 2002) no sistema de referências SIRGAS 2000. O software utilizado para confecção foi o ARCGIZ.

Já o mapa de solo foi confeccionado através de dados vetoriais extraídos do Banco de Dados Ambientais (BDiA), gerido pelo IBGE, é uma plataforma que reúne dados ambientais em diversos recortes. Este foi o dado mais próximo a realidade do município tendo em vista que alguns fontes de dados classificavam de forma incoerente os solos do município. Nesse mapa foi utilizada a escala de 1:250.000, sistemas de referência SIRGAS 2000 e o software QGIS.3.16.

Para o mapa de uso da terra foi utilizada uma imagem do satélite Sentinel 2 com uma precisão de 10 metros, e foi realizada uma classificação por vetorização em tela seguindo as classificações do manual técnico de uso da terra IBGE (2013).

O mapa de susceptibilidade à erosão foi elaborado usando a álgebra de mapas, que consiste em atribuir pesos aos fatores que contribuem para o processo em estudo de acordo com o grau de influência de cada fator.

Segundo Sampaio (2016), a álgebra de mapas é uma técnica de geoprocessamento que viabiliza esse tipo de análise, visto que ela permite a combinação de camadas (layers) em formato raster, redefinidas com valores ponderados preliminarmente, determinados através de cálculos aritméticos que, no fim do processo, irão resultar nos índices de suscetibilidade.

Associação de cada um dos mapas base de Declividade, uso da terra, Pedologia e geologia a pesos que indicam a contribuição de cada fator, para os processos de morfogênese e pedogênese. Com base em cada mapa temático, serão gerados modelos numéricos de terreno nos quais os valores se encontram entre o mínimo de 1 (estabilidade com predomínio da pedogênese) e 3 (instabilidade, com predomínio da morfogênese).

A utilização metodológica de temas hierárquicos em trabalhos de zoneamento ecológico é recorrente, como retratado por Tricart (1977), Ross (1994) e Crepani et al. (2001). Esses autores determinaram classes de pesos e correlações para utilização na análise da paisagem com objetivo de identificar o nível de fragilidade de cada ambiente. Contudo, nota-se que cada modelo proposto possui uma particularidade, Tricart (1997) através da ecodinâmica divide os ambientes em estáveis, intergrades e instáveis sendo assim 1 para estáveis, 2 para intergrades e 3 para instáveis. Esta divisão se tornou a raiz para todas as outras que surgiram mais adiante como a de Ross (1994) sendo essa a raiz metodológica utilizada para esta reclassificação dos pesos na tabela 01.

Tabela 01: Distribuição dos pesos para cada fator condicionante.

Declividade	Peso
0% - 3%	1
3% - 8%	1
8% - 12%	2
12% - 20%	2
20% - 45%	3
45% - 75%	3
>75%	3
Uso e ocupação da terra	Peso
Área com menos de 10% de ocupação por estabelecimentos agropecuários	1
Sistemas agroflorestais + usos diversos	1
Usos diversificados	2
Pastagens naturais.	2
Pastagens + matas ou florestas	2
Área entre 50% e 25% de ocupação por estabelecimentos agropecuários	3
Área urbanizada	3
Lavouras + outras coberturas e usos	3
Pastagens	3

Pastagens + lavouras	3
Geologia	Peso
Formação Serra dos Martins	2
Granitoides indiscriminados	3
Complexo Serrinha Pedro velho	3
Solo	Peso
Latossolo amarelo distrófico	2
Neossolo litólico eutrofico	3

FONTE: Adaptado de Oliveira Vital, (2016).

Logo em seguida foi atribuído para cada fator condicionante um peso entre 0 e 1 em relação a sua atuação ou contribuição para o desenvolvimento dos processos erosivos, sendo assim a tabela 02 mostra os pesos atribuídos a cada fator.

Tabela 02: Pesos atribuídos para a álgebra de mapas.

Classes	Pesos
Declividade	0,35
Uso e ocupação da terra	0,35
Geologia	0,20
Tipo do solo	0,10

FONTE: Adaptado de Oliveira Vital, (2016).

O peso de 0,35 é direcionado ao fator declividade pois é um forte aspecto muito presente em áreas erosivas que são encontrados nas áreas de média e alta declividade dos terrenos.

O uso e ocupação da terra em seu âmbito recebeu o peso de 0,35 tendo em vista que o tipo de uso ou ocupação podem contribuir consideravelmente para a suscetibilidade a erosão, uma vez que a intervenção antrópica colabora para o processo de erosão acelerada.

O peso 0,20 foi atribuído a geologia justamente pelo município conter diferentes unidades estratigráficas e litológicas que definem como o relevo é organizado na área e logicamente como a declividade é distribuída.

Por fim, os tipos de solos foram resignados ao peso 0,10 por justamente estarem já ligados aos fatores geológicos e geomorfológicos e climáticos em sua pedogênese tendo em vista que a área da formação Serra dos Martins possui um

latossolo desenvolvido por ser uma área de relevo plano, esse solo também é suscetível a erosão, assim como o neossolo que é encontrado em áreas de relevo dissecado nas unidades do complexo Serrinha Pedro Velho e Granitoides indiscriminados sendo um solo também propício á erosão.

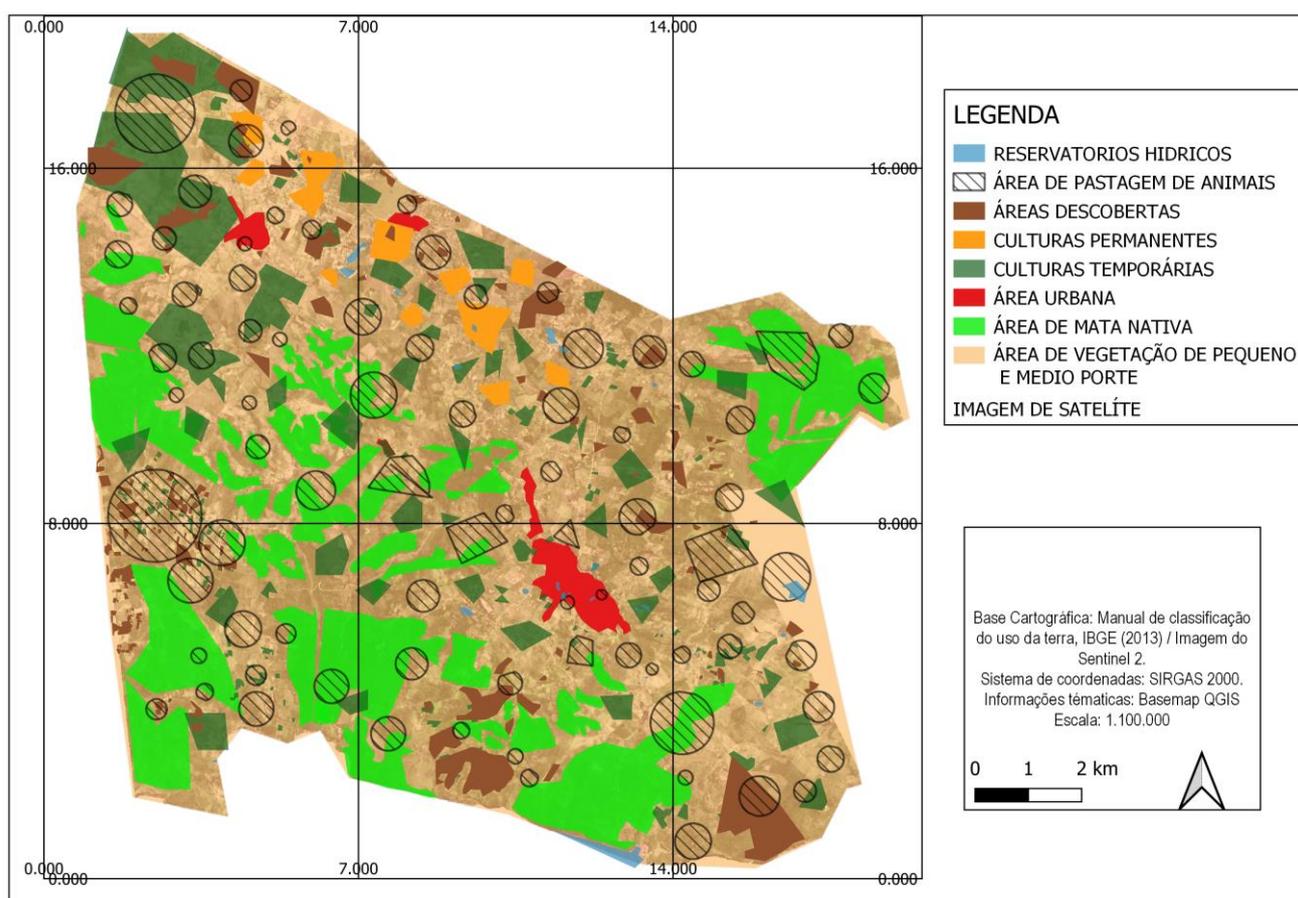
Após a atribuição dos pesos foi confeccionado o mapa de suscetibilidade a processos erosivos da área de estudo. Para ser produzido o mapa, foram utilizados todos os rasters, para os quais foram atribuídos os pesos, através da álgebra.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 Uso da terra

O município apresenta os diferentes tipos de cobertura e uso da terra presentes na figura 12.

Figura 12: Mapa de uso e ocupação da terra.



FONTE: Adaptado de IBGE, (2013).

O município possui uma área com menos de 10% de ocupação por estabelecimentos agropecuários, é uma pequena parcela de terras nas quais os agricultores produzem e criam animais. Logo após vem a área com cerca 25% e 50% de ocupação por estabelecimentos agropecuários, segundo o censo agropecuário (2017) o município possui cerca de 11.602 hectares de áreas com estabelecimentos agropecuários, esta área está dividida como consta no gráfico a seguir:

Gráfico 01- distribuição por hectares dos estabelecimentos agropecuários do município de Cacimba de Dentro-PB.



FONTE: Censo agropecuário, (2017).

Cerca de 240 hectares são destinados para plantação de lavouras permanentes, a cultura do maracujá e macaxeira, são produzidas na área rural em pequenas quantidades como mostram as figuras 13 e 14. Estas culturas são plantadas nas áreas de relevo mais plano do município.

Figura 13: Lavoura de maracujá

Figura 14: Lavoura de macaxeira



FONTE: Acervo da autora, (Março de 2021). **FONTE:** Acervo da autora, (Março de 2021).

Em seguida vem as lavouras temporárias que ocupam uma área de 2.625 hectares, as principais culturas são o milho, feijão e fava. Estas lavouras temporárias são plantadas no solo no período chuvoso (de março a julho), onde os agricultores fazem a aração da terra, que consiste em retirar a vegetação que nasceu no período de descanso da terra e revirar a camada superficial do solo para que a água possa infiltrar melhor como eles mesmo dizem “molhar a terra”, logo após é plantada a

cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris*), milho (*Zea mays*) e alguns também plantam a fava (*Vicia faba*), se o tempo climático colaborar com as lavouras nos períodos certos de chuva de dois á três meses acontece a colheita do que foi plantado, após a colheita os resíduos servem para pastagem de animais no período de estiagem severa (de outubro á janeiro).

Figura 15- Lavoura temporária de feijão e plantação de palma no sítio Lagoa de Onça.



FONTE: Acervo da autora, (Março de 2021).

Figura 16- Aração mecânica e manual com solo exposto no sítio Lagoa de Onça.



FONTE: Acervo da autora, (Março de 2021).

A pastagem natural por sua vez ocupa uma área de 2.835 hectares e são extensões nas quais a vegetação natural é utilizada para pastagens de animais bovinos, caprinos e ovinos. Geralmente são áreas em que a vegetação arbustiva e arbórea da caatinga foi retirada para implantação de práticas ligadas a agropecuária. Em muitos casos estas áreas deixam de sere utilizadas pela agricultura o que faz com que a vegetação rasteira se desenvolva como mostra a figura 17, este tipo de vegetação por sua vez serve como pastagem natural.

Figura 17: Área de pastagem natural.



FONTE: Acervo da autora (Março de 2021)

Cerca de 1.806 hectares são utilizadas como pastagens plantadas, isto inclui áreas com o plantio de palma forrageira, resíduos de plantações de milho, feijão e fava, os quais após o fim da colheita utilizam estas areas para pastagem.

No grafico 01 é válido observar que cerca de 3.131 hectares são ocupadas por matas naturais o que é muito interessante pelo fato da preservação deste tipo de vegetação nativa, é possível encontrar matas da caatinga arbustiva de medio a grande porte na zona rural, especificamente em sitios como o Jaguaré, Filgueiras, Matas do Riachão, Lagoa de onça, Bugi, Pica-pau. Por último, cerca de 965 hectares de terras não foram relatadas informações no censo agropcuario (2017).

Figura 18: Área de mata nativa.



FONTE: Acervo da autora, (Março de 2021).

É importante resaltar que o mesmo solo pode ser utilizado de diferentes maneiras em um intervalo de meses, por exemplo, uma determinada área é utilizada para fins de agricultura entre janeiro e maio, logo após a colheita das culturas plantadas o local passa a ser destinado para pastagens dos animais. Isto é uma prática muito comum no município. O mapa mostra bem essas diferentes utilizações do uso da terra nestes intervalos de tempo.

A área urbana corresponde a sede do município, segundo o IBGE (2010) foram registrados cerca de 2.588 domicílios distribuídos entre o centro, bairros e conjuntos, a maioria do solo encontra-se impermeabilizado através de vias calçadas e asfaltadas e as construções antrópicas.

Em locais de construção civil o solo se encontra totalmente desnudo e desprotegido e algumas ocupações são realizadas em encostas. Por fim, vem a área de usos diversificados corresponde a diversas utilizações do solo em um mesmo espaço, por exemplo uma propriedade de 4 hectares destina 2 hectares para lavoura temporária, 1 hectare para lavoura permanente e 1 hectare para pastagem de animais.

Figura 19- Área da zona urbana com solo exposto.



FONTE: Acervo da autora, (Fevereiro, 2021).

Figura 20: Solo impermeabilizado.



FONTE: Paraíba.pb.gov (2020).

6.2 Trabalho de campo e pontos de verificação dos processos erosivos

Durante o trabalho foram coletados 12 pontos escolhidos estrategicamente com o objetivo de cobrir uma maior área no município, em cada ponto foram coletadas as coordenadas geográficas e altitude, assim como também foi preenchida uma ficha de campo com as características naturais, uso e ocupação da terra, ocupações antrópicas e se havia a presença de processos erosivos e os fatores causadores desta dinâmica erosiva. Os pontos de coleta possuem as coordenadas geográficas apresentadas na tabela 03:

Tabela 03: Coordenadas geográficas de cada ponto visitado.

Ponto	latitude	longitude	Altitude	Local/Sítio
01	-6,657357	-35,7660888	523 metros	Sítio Lagoa de Onça
02	-6,606246	-35,8099234	597 metros	Sítio Lagoa Salgada
03	-6,640708	-35,79133306	533 metros	Centro da cidade
04	-6,649285	-35,78368474	542 metros	Conjunto Benjamim
05	-6,588742	-35,81643011	615 metros	Sítio Barreiros II
06	-6,647542	-35,79497449	562 metros	Loteamento na zona Urbana
07	-6,626034	-35,78909341	560 metros	Sítio Boi Manso
08	-6,667971	-35,85070174	520 metros	Sítio Filgueiras
09	-6,677941	-35,74396323	342 metros	Sítio Capivara
10	-6,596813	-35,85710283	585 metros	Sítio Três Lagoas
11	-6,614688	-35,86523193	582 metros	Sítio Timbaúba
12	-6,5887314	-35,82257677	601 metros	Distrito- Logradouro

FONTE: Dados do autor, (2021).

Ponto 01: localizado na zona rural sítio lagoa de onça. A unidade litoestratigrafica é caracterizada como granitoides indiscriminados de idade proterozóica, o ponto está inserido na encosta de um vale fluvial apresentando uma declividade de 12% á 20%. A encosta ainda possui drenagens que desemborcam no fundo de um riacho que se localiza na parte mais baixa do relevo formando uma pequena várzea e área de deposição. Conforme é observado na figura 21 e também os indícios em campo o solo é caracterizado como Neossolo Litólico.

O ponto apresenta uma ravina em estágio avançado com aproximadamente 1,5 m de largura, em alguns locais possuem profundidade de 1 m e 60 cm e cerca de 30 metros de comprimento, segundo relato do dono da propriedade essa dinâmica está presente a mais de 15 anos no local.

De acordo com a visita em campo foi possível observar que a declividade do local é o principal fator condicionante deste processo erosivo, uma vez que o escoamento superficial percorre a encosta com maior velocidade levando consigo partes do solo. O uso da terra no local também contribui para o aparecimento de feições erosivas, é utilizado como pastagens para animais e criação ovina e caprina, a vegetação nativa foi retirada restando apenas uma vegetação rasteira que serve de alimento para os animais. A área também já foi utilizada para agricultura, o que segundo Mandala (2016) também contribuiu para o aceleração da erosão pois, a aração remove a vegetação e também o horizonte O do solo deixando o solo suscetível e também auxilia na compactação dos solos através do peso das máquinas agrícolas.

Figura 21: Ravina localizada no sítio Lagoa de Onça.



FONTE: Acervo da autora, (janeiro de 2021).

Ponto 02: é inserido no sítio Lagoa Salgada, na formação Serra dos Martins no Planalto da Borborema. Com relevo de topo tabular típico da FSM, um solo também característico da formação é o latossolo predominante na área.

Uso da terra na área é de pastagem plantadas como campos de capim para consumo do gado, algumas lavouras temporárias e permanentes em algumas áreas,

vegetação rasteira também é presente no local. As ocupações antrópicas são casas para moradia (uma vila) comércios e rodovias asfaltadas.

Não foi identificado processos erosivos no local pois apresenta baixa declividade.

Figura 22: Sítio Lagoa Salgada, zona rural do município.



FONTE: Acervo da autora, (Março de 2021).

Ponto 03: localizado na zona urbana do município. Segundo o IBGE (2018), encontra-se na unidade da (FSM) entretanto, é notável a presença de alguns afloramentos (blocos) expostos na superfície, dependendo sobretudo da escala do mapa o nível de precisão oscila, portanto, esta área pode ser pertencente ao complexo Serrinha Pedro-Velho, apresentando um solo raso. Localizado em uma área de feição tabular no topo do Planalto da Borborema, o local apresenta um corte incisivo na superfície (cerca de 2,5 a 3 metros) para passagem de um esgoto a céu aberto, esta modificação posteriormente irá mexer com o equilíbrio geomorfológico do ponto.

O uso da terra através da instalação do esgoto a céu aberto gera por si só uma degradação ambiental nítida realizada pela deposição de dejetos e coliformes fecais poluindo o solo quimicamente. Foi realizada também a retirada da vegetação para ocupação e construção de casas, inclusive, a menos de 2 metros da área onde foi realizado o corte se encontra uma casa na qual futuramente poderá ter problemas provocados por esse corte.

Conforme observado, o ponto naturalmente não possui características para ocorrência de processos erosivos justamente por estar em uma superfície mais

plana com alguns afloramentos, entretanto, em função das alterações antrópicas impostas pela expansão urbana são observados processos iniciais de erosão.

Figura 23: Esgoto a céu aberto no centro da cidade.



FONTE: Trabalho de campo, (fevereiro de 2021).

Ponto 04: localizado na zona urbana, está inserido na unidade litoestratigráfica do complexo Serrinha Pedro Velho, unidade 3, se encontra na encosta sul da serra de Cacimba de Dentro se trata de uma encosta côncava com cerca de 20% á 45% de declividade, na parte mais baixa da encosta foi encontrado também um corpo hídrico.

A encosta é repleta de cortes realizados para construção de casas para moradia o que ocasiona um desequilíbrio na dinâmica da forma, tanto pelo processo de retirada do material como também pelo tipo de ocupação. A ocupação da encosta influencia sobretudo com o peso das casas, a criação de uma dinâmica de trajeto dos respectivos moradores o que gera uma compactação do solo, o direcionamento da rede de esgoto, todos esses aspectos contribuem diretamente para o aceleração de pontos de erosão na área. O fato do solo está descoberto devido

as vias de trajetos dos moradores e também devido a construção civil contribui bastante para a ocorrência dos processos erosivos.

Figura 24: Fotografia aérea do conjunto Benjamim Gomes, zona urbana.



FONTE: Acervo da autora, (abril de 2021).

Diante do trabalho de campo foi detectado a presença de processos erosivos no ponto coletado, pequenos sulcos e uma ravina com cerca de 1 metro de largura, 1 metro de profundidade em alguns pontos, e um comprimento de mais de 15 metros de extensão sobre a encosta, também foi possível visualizar evidências de fluxos superficiais, vários sedimentos que inclusive foram contidos por barreiras que moradores locais construíram para deter o fluxo.

Figura 25: Início da ravina localizada no conjunto Benjamim. **Figura 26:** Ravina com indícios de fluxo superficial recente.



FONTE: Acervo da autora, (fevereiro de 2021). **FONTE:** Acervo da autora, (fevereiro de 2021).

Ponto 05: localiza-se na zona rural Sítio Barreiros II. Apresenta a unidade litoestratigráfica da formação serra dos Martins, unidade geomorfológica do planalto da Borborema, o relevo deste ponto é caracterizado como uma superfície Plana. O solo é bem desenvolvido, característico da estratigrafia da área que é ocupada por algumas casas de moradia e uma escola próxima a uma encosta descoberta.

Figura 27: Sítio Barreiros II, Zona rural.



FONTE: Acervo da autora, (março de 2021).

No campo realizado não foram encontrados processos erosivos lineares no local pois naturalmente a área não apresenta fatores condicionantes naturais atuantes para promover a erosão, entretanto os tipos de ocupação antrópicas geraram modificações no relevo e na dinâmica do ponto, além também da retirada da vegetação deixando o solo totalmente exposto e desprotegido o que futuramente pode acarretar a presença de erosão na encosta descoberta e no solo no entorno gerando um cenário preocupante para as pessoas que por exemplo frequentam a escola como mostra a figura 27.

Ponto 06: localizado na zona urbana do município, situa-se na unidade litoestratigráfica da formação Serra dos Martins com relevo plano sem nenhuma declividade, totalmente plano com um solo do tipo latossolo.

A área foi desmatada para construção de um loteamento no qual até o dia do trabalho de campo não tinham sido iniciadas as construções das casas para moradia, o solo encontrava-se praticamente desnudo com pequenas partes contendo uma vegetação rasteira, além de ser um loteamento em fase inicial o local ainda é utilizado para pastagem de animais (bovinos e ovinos).

Figura 28: Loteamento na zona urbana do município.



FONTE: Acervo da autora (março de 2021).

O local não apresenta feições erosivas por sua condição natural de relevo plano sem declividade o que resulta em menos fluxo de escoamento superficial, entretanto o fato da retirada da vegetação deixando o solo desnudo já é um fator acelerante para o surgimento de erosão, a dinâmica de ocupação do local após a construção dos empreendimentos imobiliários também pode acarretar problemas ambientais se o uso da terra e a ocupação se desenvolverem de maneira indevida.

Ponto 07: localiza-se na zona rural, sitio Boi Manso encontra-se na unidade litoestratigráfica da formação Serra dos Martins com relevo plano e em alguns pontos ondulado, com declividade de 3% á 8% nas áreas planas e de 8% á 12% nas áreas mais onduladas. Apresenta um solo com textura argilosa bem desenvolvido caracterizado como latossolo.

O uso e ocupação do ponto é destinado a agricultura de pequeno porte e pecuária, práticas bem comuns na zona rural. O local também é ocupado por casas destinadas a moradia dos proprietários das terras e alguns trajetos para passagem de veículos e animais também são observados.

Figura 29: Fotografia aérea do sítio Mium.



FONTE: Acervo da autora (abril de 2021).

Ao realizar o trabalho de campo não foram encontrados processos erosivos no local, exceto no local utilizado para o trajeto de pessoas onde foram encontrados pequenos sulcos ocasionados pela compactação do solo através do trajeto de pessoas, animais e veículos, um solo compactado possui dificuldades no processo de infiltração da água o que resulta em um aumento das taxas de escoamento superficial que por sua vez contribui para a formação de pontos de erosão. As áreas utilizadas para agricultura também se tornam propícias a uma erosão acelerada já que o local naturalmente não possui fatores condicionantes a erosão.

O fato do solo está desnudo também se torna um fator significativo a ser analisado, segundo Morgan, (2007). A cobertura vegetal protege o solo, principalmente por interceptar as precipitações e reduzir a velocidade do fluxo de escoamento. Isto mostra como a vegetação exerce um papel importante na proteção dos solos.

Ponto 08: está inserido na unidade (Np3) granitoides indiscriminados, o solo é classificado como neossolo litólico, é uma área com serras bastante dissecadas e convexas com declividade de 20% á 45%, o que condiciona fortemente a área para o aparecimento dos processos erosivos apresentando uma erosão natural.

No entorno as práticas de lavouras temporárias e pecuária são fortemente visíveis, mesmo sendo uma área de relevo bastante acidentado os moradores se adaptaram e conseguiram utilizar a terra. A declividade acentuada originada sobretudo do tipo de relevo ocasionado pelo arranjo estrutural e litológico da área é um fator determinante que deve ser levado em consideração para o condicionamento dos processos erosivos, pois é justamente neste cenário físico-natural que foram encontradas um grande número de feições erosivas. A grande retirada da vegetação para as práticas agropecuárias citadas acima tornou propício o surgimento das feições encontradas. O neossolo também é um solo suscetível a erosão o que também auxilia no aparecimento das feições.

Ponto 09: o ponto está inserido no sítio capivara, na unidade estratigráfica do complexo Serrinha Pedro Velho, localizado nas proximidades da depressão tectônica do Curimataú uma falha de cisalhamento transcorrente. O relevo é caracterizado com encostas côncavas e pouco declive (de 3% à 12%). A encosta específica do ponto tem um declive maior por que é justamente as margens do rio Curimataú. A área ainda apresenta um solo do tipo neossolo litólico com contato direto com a rocha matriz.

No topo da encosta a terra é utilizada para pecuária, a vegetação nativa já foi retirada restando só uma vegetação secundária rasteira que cobre o solo no período chuvoso, no período seco o solo fica praticamente descoberto o que potencializa a suscetibilidade à erosão no local.

Foi encontrada uma ravina em estágio inicial na encosta, o fluxo de escoamento devido a declividade desce com uma força energética forte o que por sua vez gera uma maior perda de solos. Na superfície foram encontrados vários seixos arredondados o que representa a presença de fluxos superficiais. A ravina possui cerca de 3 metros de comprimento, com baixa profundidade.

Figura 30: Sulcos na margem do rio Curimatáu



FONTE: Acervo da autora, (fevereiro de 2021).

Ponto 10: é localizado na zona rural no sítio Três Lagoas, pertence a unidade estratigráfica do complexo Serrinha Pedro Velho (NP3), inserido no planalto da Borborema, com relevo de topo plano com encostas côncavas de declividade entre 8% e 12% na parte do modelado mais mamemolar de neossolo litólico.

A área é ocupada por criação de animais (bovino, ovinos e caprinos), agricultura de lavouras temporárias como feijão, milho e fava, algumas pastagens naturais. De ocupação antrópica possui apenas casas para moradia e estradas para trajeto de pessoas, animais e veículos.

Figura 31: Fotografia aérea do sitio TrêsLagoas.



FONTE: Acervo da autora, (abril de 2021).

Na parte do topo da Serra não são encontrados processos erosivos pois se trata de uma área plana com cobertura de vegetação média o que protege o solo contra os processos, entretanto, nas encostas com dissecação mais forte é possível visualizar alguns sulcos e pequenas ravinas em estágio inicial originadas justamente pela declividade e os tipos de uso, algumas áreas de encostas são usadas para cultivo de lavouras temporárias que por sua vez resulta em um solo desnudo e desprotegido.

Ponto 11: está inserido na unidade dos granitoides indiscriminados, com relevo bastante dissecado com vales estruturais observados em campo e declividade maior que 45% em algumas encostas e serras com topos convexos. Possui um neosolo litólico bastante pedregoso e bem raso.

A área no ponto possui uma cobertura vegetal altíssima pela vegetação nativa sendo caracterizada como área de mata preservada da caatinga, para o trajeto de pessoas é utilizada uma estrada na qual o solo encontra-se desnudo, bem na lateral da estrada foi encontrada a presença de sulcos que dão continuidade á uma ravina em estágio bem avançado pela encosta, moradores relatam que inclusive todo ano no período chuvoso são feitas contenções para que essa feição não aumente em direção a estrada, se tornando um quesito preocupante para o bem estar dos moradores.

No dia visitado foi possível visualizar sedimentos em direcção a ravina o que evidencia um fluxo superficial recente. O principal fator condicionante no ponto é a declividade com mais de 45% nas serras segundo Mandala (2016). A velocidade e o declive do terreno aumentam o volume do escoamento superficial que eventualmente contribui para o desagregamento e transporte dos solos. O mesmo autor ainda frisa que a, a água direccionada pelos canais, em muitos casos desemborça em locais abruptos ou onde existe variação muito grande do declive. Este processo da água caindo para uma área mais baixa intensifica seu poder erosivo, em uma ocasião sendo comparada com o mesmo volume de água em um local de relevo mais plano.

Figura 32: Sedimentos encontrados no início da ravina. **Figura 33:** Início da ravina.



FONTE: Acervo da autora, (março, 2021). **FONTE:** Acervo da autora, (março, 2021).

Ponto 12: é inserido na zona rural do distrito de Logradouro, possui a unidade estratigráfica da formação Serra dos Martins, unidade geomorfológica do Planalto da

Borborema com relevo de topo plano e encostas com pouca declividade (de 3% a 8%) e um solo classificado como latossolo bem desenvolvido com horizonte B.

A área é utilizada para pastagens plantadas como os campos de capim observados no local, também é utilizado para pecuária em uma grande extensão. Em outra parte, também é usado para agricultura. As ocupações antrópicas são caracterizadas por casas para moradia e estradas asfaltadas (PB 101).

Figura 34: Fotografia aérea da zona rural de Barreiros II.



FONTE: Acervo da autora, (abril, 2021).

Não foram encontradas feições erosivas devido a boa cobertura vegetal do solo e a baixa declividade, dois fatores relevantes para condicionar a erosão no município. Entretanto na imagem ao lado do ponto coletado é perceptível que o solo exposto devido aração da terra para agricultura tornou este terreno mais suscetível a erosão justamente por não possui cobertura vegetal, isso enfatiza que uso e ocupação da terra é um fator determinante ao se analisar a suscetibilidade erosiva em um local.

Figura 35: Cobertura vegetal do ponto.



FONTE: Acervo da autora, (março, 2021).

6.3 Mapeamento e classes de suscetibilidade aos processos erosivos

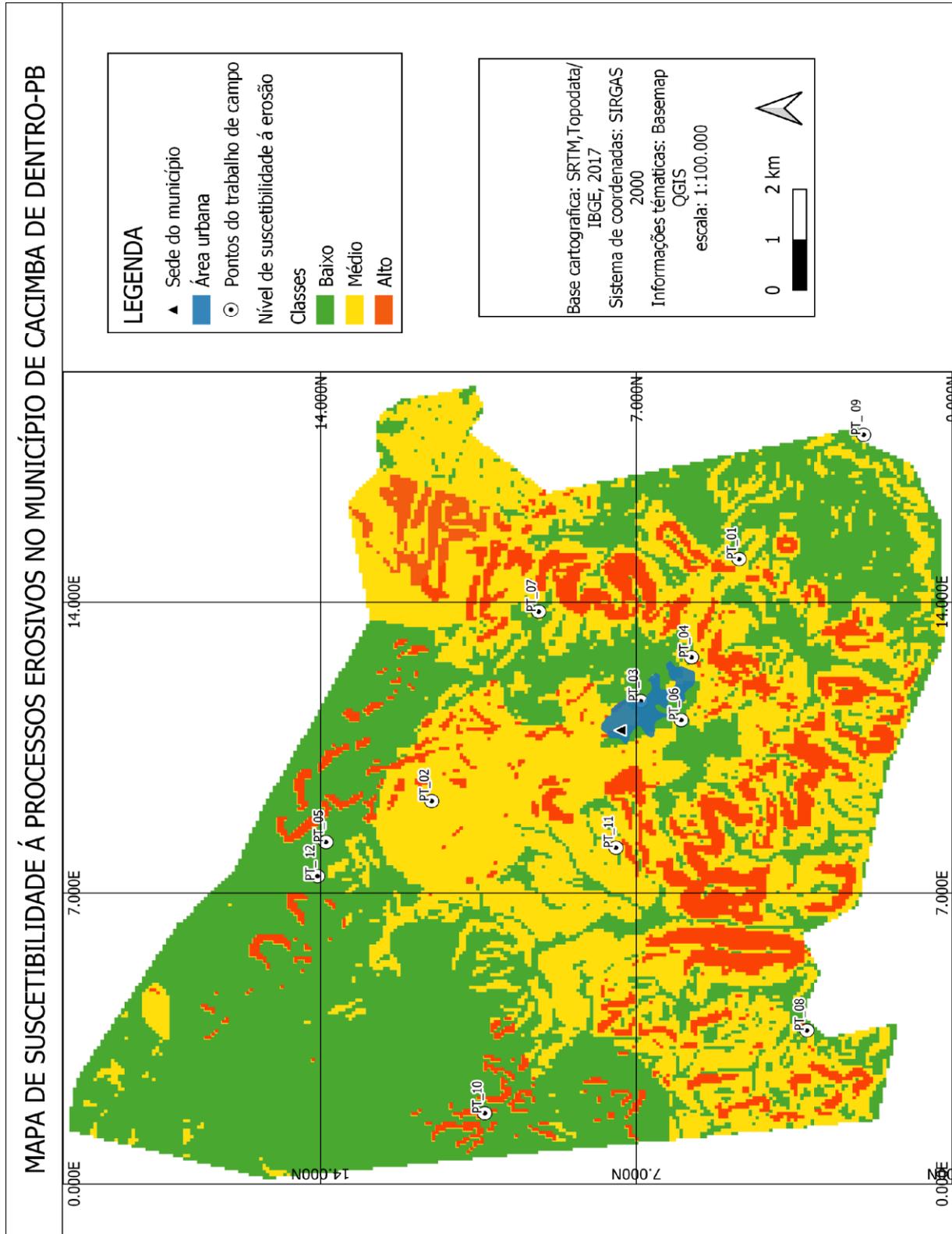
O mapa de suscetibilidade é distribuído nas classes de baixa, média e alta suscetibilidade erosiva no município, estas classes irão corresponder as áreas mais e menos propicias aos processos erosivos. No mapa todos os pontos do trabalho de campo estão inseridos no mapa o que possibilita conferir a veracidade das informações repassadas no mesmo, foi de extrema importância esta preocupação em localizar os processos em áreas classificadas como suscetíveis.

É imprescindível ressaltar que os fatores determinantes para classificação de suscetibilidade foram a declividade, uso da terra, geologia e solos. Estes aspectos físico-naturais em determinada conjuntura determinam no município as áreas de baixa, média e alta suscetibilidade erosiva.

As áreas de baixa suscetibilidade estão associadas aos locais de declividade entre 0% e 12%, apresentando um relevo plano a colinoso que é menos propício a erosão. O uso da terra nessas áreas também é destinado a agropecuária o que pode futuramente mudar este cenário de baixa suscetibilidade de acordo com o uso incorreto da terra como implantação da agricultura, solos expostos, retirada da cobertura vegetal. Foi possível verificar nos pontos 03, 05, 06, 07 e 12 que não foram encontrados processos erosivos como a figura 36 expõe.

Os locais classificados com média suscetibilidade estão localizados justamente na área de declividade acima de 20% á 40% que é onde as serras estão localizadas no município o que já é um fator extremamente importante para propiciar a erosão pois o relevo nestas áreas já é mais dissecado. O uso da terra nas áreas de média suscetibilidade é marcado pelas atividades de agricultura, pecuária, pastagens, para estas práticas é necessário a retirada da vegetação o que condiciona aos processos erosivos. Os solos também condicionam a suscetibilidade no local assim como a estratigrafia da área.

Figura 36: Mapa de Suscetibilidade a processos erosivos no município de Cacimba de Dentro-PB.



Os pontos 01, 02, 04, 08, 09, 10 e 11 estão localizados justamente nessas áreas de alta e média suscetibilidade, onde foram encontradas feições erosivas como sulcos e ravinas, o que apenas confirmou o que estava explícito na figura 36, que estes processos estão acontecendo nesse cenário. As Figuras 25, 26, 30, 32 e 33 expõem claramente a presença das feições erosivas nesse âmbito.

As áreas de alta suscetibilidade erosiva são justamente as áreas com declividade de 45% a mais de 75%. A combinação de um relevo declivoso e uso da terra envolvendo as práticas de agricultura, pecuária, criação de animais, retirada da vegetação nativa tornaram estes locais intensamente mais propícios a erosão. É importante ressaltar que o uso da terra incorreto acelera o processo erosivo e que em alguns pontos ocorre a erosão natural e as ações antrópicas intensificam ainda mais este processo.

6. CONCLUSÃO

- **Alcance dos objetivos na pesquisa**

Desse modo, a referida pesquisa cumpriu com os objetivos apostos, por conseguir identificar as áreas com maior e menor suscetibilidade aos processos erosivos no município de Cacimba de Dentro-PB a partir das interligações dos aspectos físicos na paisagem (declividade, geologia, solo) com os tipos de ocupações antrópicas e uso da terra. Também foi realizado o levantamento físico-natural como também o mapeamento de uso e ocupação da terra o que induz que a pesquisa atendeu e cumpriu todos os quesitos propostos.

- **Classificação das áreas de suscetibilidade erosiva**

Diante de tudo exposto é correto afirmar que as áreas com baixa suscetibilidade erosiva estão relacionadas naturalmente ao fato do relevo ser tabular com pouca declividade, entretanto, o uso da terra de forma indevida também pode fazer com que venham a surgir feições erosivas.

Já as áreas com maior suscetibilidade erosiva estão localizadas em locais com declividade acima de 20% e em áreas em que o solo é utilizado para fins agrícolas que por sua vez, práticas acaba desencadeando a erosão acelerada como foi constatado no trabalho.

Portanto a declividade e o uso da terra apresentaram forte relação condicionante nos processos erosivos no município de Cacimba de Dentro, Paraíba, juntamente também com os tipos de unidades litoestratigráficas que irão influenciar no modelado e na topografia da superfície como no processo de pedogênese dos solos.

7. REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, A. W.; LOMBARDI NETO, F.; SRINIVASAN, V. S. Efeito do desmatamento da caatinga sobre as perdas de solo e água de um luvisolo em sumé (PB). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Brasil. vol. 25, núm. 1, 2001.

BACCARO, C. A. D. Processos erosivos no domínio do Cerrado. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. da; BOTELHO, R. G. M. (Orgs.). **Erosão e conservação dos solos - conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.

BARRETO, A. G. O. P. **História e geografia da pesquisa brasileira em erosão do solo**. (Dissertação de Mestrado).Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2007.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 2. ed. São Paulo: Editora Ícone, 1993.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. Icone, 6ª ed. São Paulo, 2008.

CARVALHO, Maria Gelza R. F; **“Estado da Paraíba”; classificação geomorfológica**. João Pessoa, Editora universitária/ UFPB, 1982.

CASTRO, C. D; ZOBECK, T. M. **Evolution of the topographic factor in the universal soil loss equation on irregular slopes. Soil Conservation Society of America**, (41-2) 1986.

CLAUDINO-SALES, Vanda; MEGAGEOMORFOLOGIA DO NORDESTE SETENTRIONAL BRASILEIRO. **Revista de Geografia (Recife)** V. 35, No. 4 (especial XII SINAGEO), 2018.

CPRM, Serviço Geológico do Brasil, Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais- **Solânea - SB.25-Y-A-IV, escala 1:100.000**: nota explicativa./ Ignez de Pinho Guimarães, Sheila Maria Bretas Bittar, José Maurício Rangel da Silva, Francis Miller J. Virtuoso da Silva, Daniel Brito de Araújo, Sharliane Dornelle D’Almeida Arruda, Vanja Coelho Alcantara - Paraíba: UFPE /CPRM, 2007.

CPRM. **Geologia e recursos minerais do estado da Paraíba**. 142 p. il. 2 mapas. Escala 1:500.000. Organizado por Edilton José dos Santos, Cícero Alves Ferreira, José Maria Ferreira da Silva Júnior – Recife: CPRM, 2005.

DANTAS, E. L. **Geocronologia de terrenos arqueanos e paleoproterozóicos do maciço Caldas Brandão, NE do Brasil**. 1997. 206 f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de São Paulo, São Paulo, 1997.

DE OLIVEIRA VITAL, Saulo Roberto; FERREIRA, Bruno; GIRÃO, Osvaldo; LIMA DOS SANTOS, Caio; CARVALHO NUNES, Fábio; DE ALMEIDA SILVEIRA, Thyago Base cartográfica digital como instrumento para a identificação de áreas suscetíveis à erosão e movimentos de massa em João Pessoa (pb), Brasil **Revista Geográfica de América Central**, vol. 2, núm. 57, julho-diciembre, 2016.

GRAY, D.H.; LEISER, A.T. **Biotechnical Slope Protection and Erosion Control**. Krieger Publishing Company, Malabar, Florida. 1989.

GUERRA, A. J. T. O Início do Processo Erosivo. In: GUERRA, A. J. T., SILVA, A. S., BOTELHO, R. G. M. (Org.) **Erosão e Conservação dos Solos: conceitos, temas e aplicações**. 6ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. **Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997.

GUERRA, A.J.T. Processos Erosivos nas Encostas. In: **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Editores: GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. 2aed, Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, RJ, 1995.

HERNANI, L. C. et al. A erosão e seu Impacto. In: MANZATO, C. V.; FREITAS JUNIOR, E.; PERES, J.R.R. (Ed.). **Uso agrícola dos solos brasileiros**. Rio de Janeiro: Embrapa, 2002.

HUDSON, N. **Soil conservation**. 3 ed. Ames : Iowa State University Press, 1995.

IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. – **Manual técnico de geomorfologia / 2. ed.** - Rio de Janeiro: IBGE, 2009.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo agropecuário 2017**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

INFANTI JR., N.; FORNASARI FILHO, N. Processos de dinâmica superficial. In: OLIVEIRA, A. M. dos S.; BRITO, S. N. A. de (Eds.). **Geologia de Engenharia**. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1998.

LAL, R. Erodibility and erosivity. In: LAL, R. et al. **Soil erosion research methods**. Washington: Soil and Water Conservation Society, 1988.

LAL, R. **Soil erosion and the global carbon budget**. Environment International, v. 29, 2003.

LAL, R.; STEWART, B. A. **Soil Degradation. Advances in Soil Science**, Volume 11. New York: Springer – Verlag, 1990.

LEMOS, José de Jesus Souza. Níveis de Degradação no Nordeste Brasileiro. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v.32, n. 3, 2001.

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. 2ª Ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.

SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROSÃO, 7., 2001, Goiânia. MAGALHÃES, R. A. Erosão: definições, tipos e formas de controle. In: **Anais eletrônicos...** Goiânia: Universidade Federal de Goiás, 2001. Disponível em: <www.labogef.iesa.ufg.br/links/simposio_erosao/articles/T084.pdf>. Acesso em: 22 març. 2021.

MAIER, C.; KAUFMANN, V.; MERTEN, G. H.; CASTRO, N. M. R.; OLIVEIRA, F. P. Efeito da crosta superficial na erosão entressulcos de um Neossolo Litólico submetido a diferentes usos e manejo. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 18, p. 149-163, 2013.

Mandala, Sabil Damião; **Análise da degradação ambiental por erosão hídrica de solos na bacia hidrográfica do Rio Lifidzi no planalto de Angónia: contribuição metodológica para Moçambique**. Tese de doutorado. Rio Claro, 2016.

MANZATTO, Celso Vainer. FREITAS JUNIOR, Elias de. PERES, José Roberto Rodrigues. **Uso agrícola dos solos brasileiros**. (ed.). – Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002.

MARÇAL, M.S. Degradação Ambiental no Alto Curo da Bacia do Rio Açailândia (MA): **Uma Avaliação dos Processos de Erosão Acelerada**. Projeto de Tese de Doutorado UFRJ, RJ, 1998.

MARZOLFF, I. et al. **Sustainability of land reclamation measures in erosional badlands: A comparative perspective on semi-arid landscapes of South Morocco and Central India**. *Geophysical Research Abstracts*. Vol. 17, EGU2015-9825, 2015.

MAURO, C. A.; **Marcas das relações sociedade-natureza na bacia de Monjolinho**. São Carlos – SP. 1989. 235 f. Tese – (Doutorado em geografia – área de concentração de Geografia Física) – Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. 1989.

MORGAN, R. P. C. Vegetative-based technologies for erosion control. In A. Stokes, I. Spanos, J. E. Norris,; E. Cammeraat(Eds.), **Eco- and ground bio-engineering: The use of vegetation to improve slope stability**. Dordrecht: Springer, 2007.

MORTARI, Diógenes. **Caracterização geotécnica e análise do processo evolutivo das erosões no Distrito Federal**. Brasília, 1994.

MOTA, S. **Planejamento Urbano e Preservação Ambiental**. Edições UFC, Fortaleza, 1991.

MOURA, A. C. M. **Geoprocessamento na gestão e planejamento urbano**. Belo Horizonte: Ed. da Autora, 2003.

OLIVEIRA, Felipe Ferreira; SANTOS, Ramon Eduardo Salles dos; ARAUJO, Rodrigo da Cruz de; Processos erosivos: dinâmica, agentes causadores e fatores condicionantes. **Rev. Bras. de Iniciação Científica (RBIC)**, Itapetininga, v. 5, n.3, p. 60-83, abr./jun., 2017.

PASTORE, E.L. **Contribuição ao Tema Geotecnia e Meio Ambiente: Erosão. VIII Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia de Fundações**, v.5, Porto Alegre, RS, 1986.

PENNOCK, D. J.; JONG, E. DE. The influence of slope curvature on soil erosion and deposition in hummock terrain. **Soil Science**, v. 144, Issue 3, p. Sept, 1987.

PROJETO RADAMBRASIL- **Levantamento de recursos naturais. Folhas SB. 24/25 Jaguaribe/Natal**. Vol. 23. Rio de Janeiro: Ministerio da Integração nacional,1981.

PRUSKI, F. F. **Conservação de solo e água: práticas no controle da erosão hidrica**, 2ª Ed. Viçosa: UFV, 2013. 279 p.

RIOS, M. L. **Vulnerabilidade à erosão nos compartimentos morfológicos da microbacia do córrego do Coxo / Jacobina-BA**. 2011. 158 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

RODRIGUES, Roberlândia da costa. **Paisagem e diversidade natural na Serra da caxexa em casserengue-PB**. Monografia (especialização em geografia e território: planejamento urbano, rural e ambiental) Guarabira. UEPB. 2012.

ROSS, J. L. S. O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo, **Revista do Departamento de Geografia, FFLCH-USP**, n.6, 1992.

SALOMÃO, F. X. de T.; IWASA, O. Y. **Erosão e a ocupação rural e urbana**. In: BITAR, O. Y. (Coord.). Curso de geologia aplicada ao meio ambiente. São Paulo: Associação 164 Brasileira de Geologia de Engenharia/ Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1995.

SAMPAIO, E. V. S. B. et al. **Desertificação no Brasil: conceitos, núcleos e tecnologias de recuperação e convivência**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2003.

SÃO PAULO. Secretaria de Energia e Saneamento. **Controle de erosão: bases conceituais e técnicas; diretrizes para planejamento urbano e regional; orientações para o controle de boçorocas urbanas**. São Paulo: DAEEP/IPT, 1989.

Sistema Brasileiro de Classificação de Solos / Humberto Gonçalves dos Santos [et al.]. – 5. ed., rev. e ampl. – Brasília, DF : Embrapa, 2018.

SOUZA, E. S.; ANTONINO, A. C. D.; LIMA, J. R. S.; GOUVEIA NETO, G. C.; SILVA, J. M.; SILVA, I. F. Efeito do encrostamento superficial nas propriedades hidráulicas de um solo cultivado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 2, p. 69-74, 2007.

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

VILAR, O.M.; PRANDI, E.C. **Erosão dos Solos. Solos do Interior de São Paulo**. ABMS/USPSC, 1993.

WALLING, D.E.; WEBB, B.W. **Erosion and sediment yield: a global view**. **International Association of Hydrological Sciences Publication**, no. 236: 3–19. 1996.