



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CENTRO DE HUMANIDADES – CAMPUS III
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
CURSO DE LICENCIATURA PLENA EM GEOGRAFIA**

**Linha de pesquisa:
Conservação do Meio Ambiente e Sustentabilidade do Ecossistema**

MARLON NELO DE LIMA

**ANÁLISE SOBRE O PROCESSO DE EROÇÃO DOS SOLOS NO SÍTIO
MARCAÇÃO, SÃO JOSÉ DO CAMPESTRE/RN.**

GUARABIRA/PB

2016

MARLON NELO DE LIMA

**ANÁLISE SOBRE O PROCESSO DE EROÇÃO DOS SOLOS NO SÍTIO
MARCAÇÃO, SÃO JOSÉ DO CAMPESTRE/RN.**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado a Coordenação do Curso de
Licenciatura Plena em Geografia, à
Universidade Estadual da Paraíba,
Campus III - Guarabira, sob orientação da
Prof.^a Ms Ana Carla dos Santos Marques.

GUARABIRA/PB

2016

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

L732a Lima, Marlon Nelo de
Análise sobre o processo de erosão dos solos no sítio
Marcação, São José do Campestre/RN [manuscrito] / Marlon Nelo
de Lima. - 2016.
59 p.

Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) -
Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Humanidades, 2016.
"Orientação: Ana Carla do Santos Marques, Departamento de
Geografia".

1. Erosão. 2. Fragilidade Ambiental. 3. Conservação dos
Solos. I. Título.

21. ed. CDD 631.4

MARLON NELO DE LIMA

**ANÁLISE DO PROCESSO DE EROÇÃO DOS SOLOS NO SÍTIO MARCAÇÃO, SÃO
JOSÉ DO CAMPESTRE/RN.**

Trabalho de conclusão de curso da Universidade Estadual da Paraíba/ Campus-III, apresentado como parte dos requisitos para à obtenção do título de Licenciatura Plena em Geografia.

Aprovada em: 31/10/2016.

BANCA EXAMINADORA

Ana Carla dos Santos Marques

Prof.^a Ms. Ana Carla dos Santos Marques / UEPB
(Orientadora)

Luciene Vieira de Arruda

Prof.^a Dr.^a Luciene Vieira de Arruda / UEPB
(Examinadora)

Ivanildo Costa da Silva

Prof. Ms. Ivanildo Costa da Silva / UEPB
(Examinador)

*A Deus, meus familiares, principalmente
minha mãe Ednalva, meu pai José Luiz,
minha Irmã Mariana, minha sobrinha
Maria Julia, a minha futura esposa Lidiane
Gomes e a todos meus amigos.*

Eu dedico!!!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a DEUS por ter concedido essa oportunidade e por sempre estar me guiando e me fortalecendo na minha caminhada do dia-a-dia.

A meus familiares, mais especificamente, minha mãe Ednalva Gerônimo de Lima, meu pai Jose Luiz Nelo, minha irmã Mariana Nelo de Lima e minha sobrinha Maria Julia Lima dos Santos, por todo o apoio e incentivo.

A minha namorada e futura esposa Lidiane Gomes, por sempre estar ao meu lado me ajudando em toda essa caminhada.

A minha Orientadora Professora Ana Carla, por todo auxílio e conhecimento prestados para a realização da pesquisa.

A professora Luciene Vieira, pelos conhecimentos, orientações concedidas e por fazer parte da banca examinadora.

Ao Professor Ivanildo Costa, pela disponibilidade em fazer parte da banca examinadora.

Aos meus colegas de turma, Alan Adelino, Alberto Barbosa, Arlan Jefferson, Aurycelia Batista, Camila Rafanelle, Dayana Pontes, Fernanda Medeiros, Hélio Vieira, Hivia Nely, Jaciele Cruz, Jamabia Raidja, Kellydiane Souza, Lucineide Firmino, Maria Cristina, Patrícia Ferreira e Rodrigo Rodrigues, por todos os momentos de alegria e descontração que tivemos ao longo do curso. Muito obrigado!

A prefeitura Municipal de São José do Campestre/RN, especialmente, a Prefeita Sione de Oliveira por todo o apoio com o transporte.

Ao meu amigo João de Deus Reinaldo Gomes e sua esposa Aparecida Moreira de Sousa Gomes, juntamente com toda a sua família, por toda a ajuda prestada ao longo desses anos.

Ao meu amigo José Bezerra e o secretario de transporte da cidade de Riachão/PB, por todo o auxílio prestado.

A todos os amigos, John Costa, Elmiza Helena, Maria Antônia, Robert Franklin, Daiana Braz, Max Davi, Wlisses Junior, Joel Alves, Yhugo Marlon, Firmino Neto, enfim, a todos que de alguma forma colaboraram no desenvolvimento deste Trabalho de Conclusão de Curso de Licenciatura Plena em Geografia.

“Disse-lhes Jesus: Eu Sou o Caminho, a Verdade e a Vida; Ninguém vem ao Pai senão por mim”. João 14:6.

043 – Geografia

LIMA, Marlon Nelo de. Análise sobre processo de erosão dos solos no Sítio Marcação, São José Do Campestre/RN. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia), UEPB. Guarabira, 2016.

BANCA EXAMINADORA: Prof^a Ms. Ana Carla dos Santos Marques (Orientadora)
Prof^a Dr^a Luciene Vieira de Arruda (Examinadora)
Prof. Ms. Ivanildo Costa da Silva (Examinador)

RESUMO

O município de São José do Campestre-RN apresenta, desde sua ocupação, atividade agropecuária desenvolvida na sua área, caracterizadas por práticas não conservacionistas, que contribuem, substancialmente, para o escoamento superficial e, conseqüentemente, ocasionando a erosão dos solos, principalmente em sua área rural. Deste modo, a pesquisa analisa as principais causas que levaram o Sítio Marcação localizado na zona rural de São José do Campestre/RN a apresentar problemas referentes à erosão do solo, considerando a fragilidade ambiental apresentada da área. O desenvolvimento da pesquisa se pautou na proposta metodológica de Tricart (1977) e Ross (1994) para avaliar as áreas suscetíveis à degradação do solo, e assim, subsidiar ações de planejamento em relação ao uso e ocupação da terra. Para tanto, foram realizadas atividades de gabinete e pesquisa de campo com a utilização de GPS. Com base nos dados obtidos a propriedade agrícola está classificada como um ambiente antropizado, já que a área não apresenta qualquer tipo de vegetação natural preservada. Em virtude desse ambiente instável, o meio fica vulnerável aos processos de degradação da paisagem como erosão, desmatamento, desertificação e etc. O surgimento dos processos erosivos na área em estudo está atrelado ao manejo inadequado do solo que, juntamente com as características do meio físico (solo, relevo e clima), gerou as feições erosivas encontradas na propriedade agrícola. A identificação da fragilidade de cada um dos elementos naturais, possibilitou uma definição precisa sobre os métodos e ações a serem implementadas, na medida em que ela subsidia a estratégia de um planejamento ambiental que, conseqüentemente, proporciona uma utilização sustentável dos recursos naturais.

Palavras-chave: Erosão. Fragilidade Ambiental. Conservação dos Solos.

043 – Geografia

LIMA, Marlon Nelo de. Análise sobre processo de erosão dos solos no Sítio Marcação, São José Do Campestre/RN. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia), UEPB. Guarabira, 2016.

ABSTRACT

Since its inception, the municipality of São José do Campestre/RN has been developing agricultural activities in its area, characterized by non-conservation practices, which contribute substantially to surface runoff and, consequently, soil erosion, mainly in rural area. In this way, the research analyzes the main causes that led the Marking Site located in the rural area of São José do Campestre/RN to present problems related to soil erosion, considering the environmental fragility presented in the area. The development of the research was based on the methodological proposal of Tricart (1977) and Ross (1994) to evaluate the areas susceptible to soil degradation, and thus, subsidize planning actions in relation to land use and occupation. For that, we carried out activities of office and field research with the use of GPS. Based on the data obtained the agricultural property is classified as an anthropic environment, since the area does not present any type of natural vegetation preserved. Because of this unstable environment, the environment is vulnerable to processes of landscape degradation such as erosion, deforestation, desertification and so on. The emergence of erosive processes in the study area is related to the inadequate management of soil, which together with the characteristics of the physical environment (soil, relief and climate), generated the erosive features found on the farm. The identification of the fragility of each of the natural elements, allowed a precise definition of the methods and actions to be implemented, since it supports the strategy of an environmental planning that, consequently, provides a sustainable use of the natural resources.

Keywords: Erosion. Environmental fragility. Soil Conservation.

LISTA DE SIGLAS

BR	Nomenclatura das rodovias federais.
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais.
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.
EMPARN	Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte.
GLASOD	Global Assessment of Soil Degradation (Avaliação Global de Degradação dos Solos).
GPS	Global Positioning System (Sistema de Posicionamento Global).
Ha	Hectares de terra.
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
ID	Índice de Degradação.
RN	Rio Grande do Norte.
SJC	São José do Campestre.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 -	Localização geográfica do Sítio Marcação, São José do Campestre/RN	18
Figura 02 -	Mapa geológico de São José do Campestre/RN	19
Figura 03 -	Espacialização do uso e manejo da terra no Sítio Marcação/RN	39
Figura 04 -	Prática de queimadas no Sítio Marcação/RN	41
Figura 05 -	Uso de tração animal no Sítio Marcação/RN	41
Figura 06 -	Tipo de relevo suave ondulado	42
Figura 07 -	Tipo de relevo ondulado	43
Figura 08 -	Mapa Exploratório-Reconhecimento de solos do município de São José do Campestre/RN (1971)	44
Figura 09 -	Comprimento da rampa em metros (M)	49
Figura 10 -	Erosão em Sulcos/Ravinas no Sítio Marcação/RN	50
Figura 11 -	Erosão em Voçoroca no Sítio Marcação/RN	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 -	Relação entre os conceitos relacionados aos ambientes naturais e antropizados definidos por TRICART (1977) e ROSS (1994)	21
Tabela 02 -	Critérios técnicos de análise para determinação da fragilidade ambiental (AMARAL e ROSS, 2009)	22
Tabela 03 -	Graus de proteção do solo de acordo com a cobertura vegetal (ROSS, 1994)	22
Tabela 04 -	Categorias Hierárquicas das Classes de Declividade (ROSS, 1994)	23
Tabela 05 -	Classes de Fragilidade dos Solos (ROSS, 1994)	23
Tabela 06 -	Níveis Hierárquicos dos Comportamentos Pluviométricos (SPÖRL, 2001)	24
Tabela 07 -	Práticas de caráter vegetativo (BERTONI e LOMBARDI NETO 2014; GUERRA <i>et al</i> , 2014)	34
Tabela 08 -	Práticas de caráter edáfico (GUERRA <i>et al</i> , 2014)	35
Tabela 09 -	Práticas de caráter mecânico (GUERRA <i>et al</i> , 2014)	36
Tabela 10 -	Níveis de manejo da terra (Ramalho Filho & Beek, 1995)	41
Tabela 11 -	Antiga abrangência dos Neossolos (R)	45
Tabela 12 -	Carta matriz das características físicas do meio e os graus de fragilidade ambiental dos elementos naturais do Sitio Marcação/RN	48

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 - Médias pluviométricas anuais do município de São José do Campestre/RN

46

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE PESQUISA	17
3 METODOLOGIA	21
4 PROCESSO DE DEGRADAÇÃO DOS SOLOS	26
4.1 DESENVOLVIMENTO DE PROCESSOS EROSIVOS.....	27
4.2 FATORES QUE INFLUENCIAM NA EROSÃO	29
4.3 USO, MANEJO E PRÁTICAS DE CONSERVAÇÃO DOS SOLOS	33
5 ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE A FRAGILIDADE AMBIENTAL E A OCORRÊNCIA DE PROCESSOS EROSIVOS NO SITIO MARCAÇÃO/RN.....	37
5.1 USO E MANEJO DA TERRA/COBERTURA VEGETAL	37
5.2 RELEVO	42
5.3 SOLO	43
5.4 CLIMA	45
5.5 ANÁLISE INTEGRADA DOS ELEMENTOS FÍSICOS EM CORRELAÇÃO COM OS PROCESSOS EROSIVOS	47
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
REFERÊNCIAS	
APÊNDICE	

1 INTRODUÇÃO

As atividades humanas ao longo da História conseguiram alcançar altos níveis de degradação dos recursos naturais, ocasionando danos aos ecossistemas por todo o mundo. O manejo inadequado dos recursos naturais, tanto em áreas urbanas como rurais, tem sido a principal causa da degradação ao meio ambiente (GUERRA e CUNHA, 2010). Como consequência dessas intervenções, temos assistido toda uma gama de impactos como erosão dos solos, desmatamentos, desertificação, poluição, inundações entre outros fenômenos.

Neste sentido, considera-se uma estreita relação entre os termos: meio ambiente, geomorfologia e sociedade, sendo que a Geomorfologia estuda os processos geomorfológicos que modelam o relevo terrestre, e junto a Pedologia exerce um papel importante no diagnóstico de áreas degradadas, pois todas as atividades que os seres humanos desenvolvem na superfície terrestre estão sobre algum tipo de solo (GUERRA e MARÇAL, 2006).

Entre as atividades relacionadas à preservação ambiental, destacam-se as de conservação dos solos agrícolas, pois, juntamente com a luz solar, o ar e a água, o solo é uma das quatro condições básicas de vida na terra (LEPSCH, 2010). Todavia segundo dados da Avaliação Global da Degradação dos Solos (GLASOD) a perda de solos agrícolas se dá a uma taxa de 6 a 7 milhões de hectares por ano, isto significa, a deterioração das suas propriedades físicas, químicas e biológicas, provocando assim, o empobrecimento precoce das terras produtivas (GUERRA e JORGE 2014).

O Brasil não está imune a esse processo de degradação, pois os problemas de erosão dos solos brasileiros consistem em uma combinação de um rápido desenvolvimento, associado a solos frágeis e um forte regime climático em algumas áreas, como é o caso da região Nordeste que apresenta um Índice de Degradação (ID) médio de 80,09% de sua área, considerando indicadores econômicos, sociais e biológicos (LEMOS, 2001).

Entre os estados que compõem a região Nordeste, está o Rio Grande do Norte, que apresenta um (ID) superior em relação à região Nordeste, com um percentual de 82,64% de sua área atingida. No município de São José do Campestre/RN verifica-se que desde sua ocupação, atividades de agropecuária caracterizadas por práticas não conservacionistas, que contribuem substancialmente

para o escoamento superficial e, conseqüentemente, ocasiona a erosão dos solos, sobretudo nas áreas rurais que se constitui a base da produção agrícola do município.

Nesta perspectiva a pesquisa tem como objetivo analisar os principais fatores que ocasionam processos erosivos no Sítio Marcação, localizado na zona rural de São José do Campestre, considerando a fragilidade ambiental apresentada na área. Para tanto foi necessário realizar a caracterização da propriedade agrícola com base nos aspectos físico-ambientais, verificar as técnicas utilizadas para o uso e manejo da terra e identificar os fatores de pressão e degradação ambiental.

O trabalho está estruturado em seis capítulos e inicialmente foi exposta uma breve introdução acerca do objeto de pesquisa, juntamente com os argumentos e os objetivos que norteiam a sua realização. Posteriormente, apresenta-se em nível regional e local, as principais características do meio físico do ambiente em estudo. Essa caracterização proporcionou um melhor reconhecimento dos importantes fatores regionais que influenciam, diretamente, as características fisiografias do município.

No capítulo seguinte é apresentada a metodologia de análise, sendo em seguida apresentada a fundamentação teórica que norteou esta análise e posteriormente são apresentados os resultados obtidos com a pesquisa, considerando as relações dos elementos do meio físico com os processos erosivos atuantes no Sítio Marcação. O trabalho finaliza apresentando as conclusões obtidas por meios dos resultados, como também algumas considerações e recomendações acerca da análise.

2 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE PESQUISA

O município de São José do Campestre está localizado no Estado do Rio Grande do Norte, inserido na Mesorregião Agreste Potiguar e na Microrregião Borborema Potiguar, limitando-se com os municípios de Tangará, Serra Caiada, Boa Saúde, Serra de São Bento, Monte das Gameleiras, Japi, Lagoa D'Anta, Serrinha e Santo Antônio, abrangendo uma área de 341 km². Com as coordenadas 06°18'57,6" de latitude sul e 35°42'50,4" de longitude oeste, o município está a cerca de 105 km da capital do Estado, sendo seu acesso, a partir de Natal, efetuando através das rodovias pavimentadas BR-226 e RN-093 (CPRM, 2005).

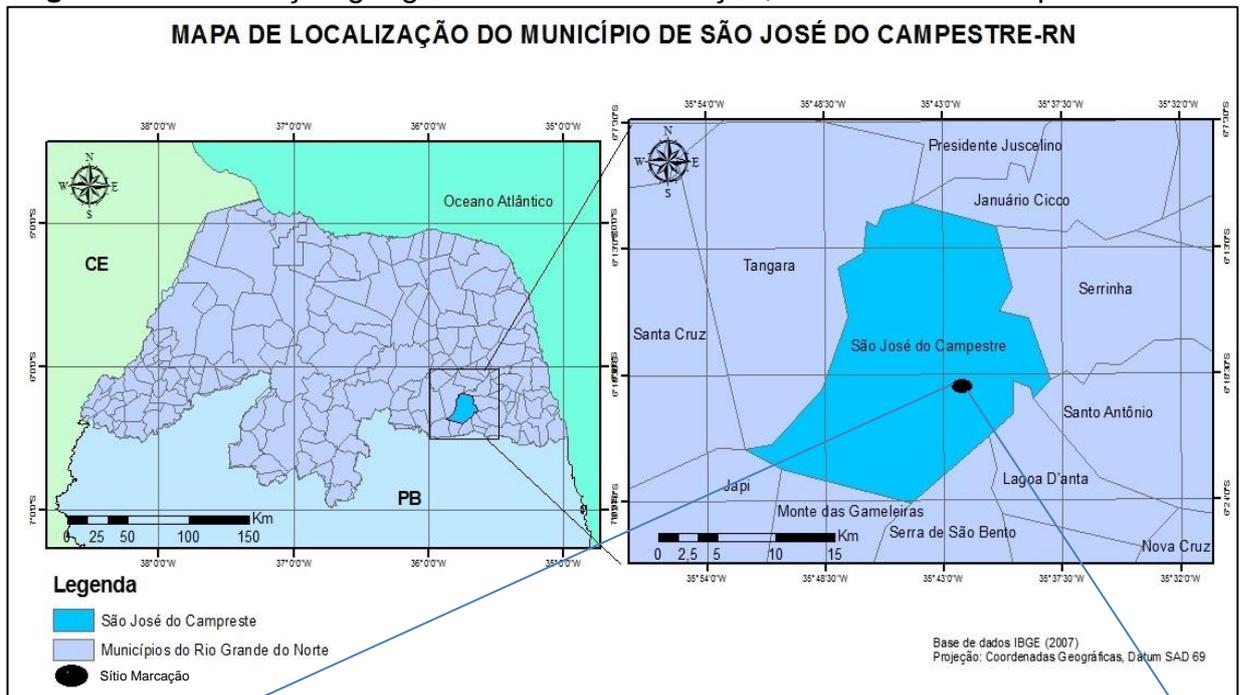
A sede da propriedade agrícola do Sítio Marcação (figura 01) está localizada na zona rural do município de São José do Campestre-RN, com uma distância de cerca de 3 km da sede municipal. Inserida nas coordenadas 06°19'16,53" de latitude Sul e 35°43'55,77" de longitude Oeste, o Sítio Marcação que apresenta uma área de 100 ha, esta as margens do Rio Jacu, principal tributário da bacia hidrográfica do Rio Jacu.

A sede do município de São José do Campestre está localizada na Depressão Sublitorânea - terrenos rebaixados, localizados entre duas formas de relevo de maior altitude e entre os Tabuleiros Costeiros e o Planalto da Borborema, encontrando-se com uma altitude de 149m (CPRM, 2005).

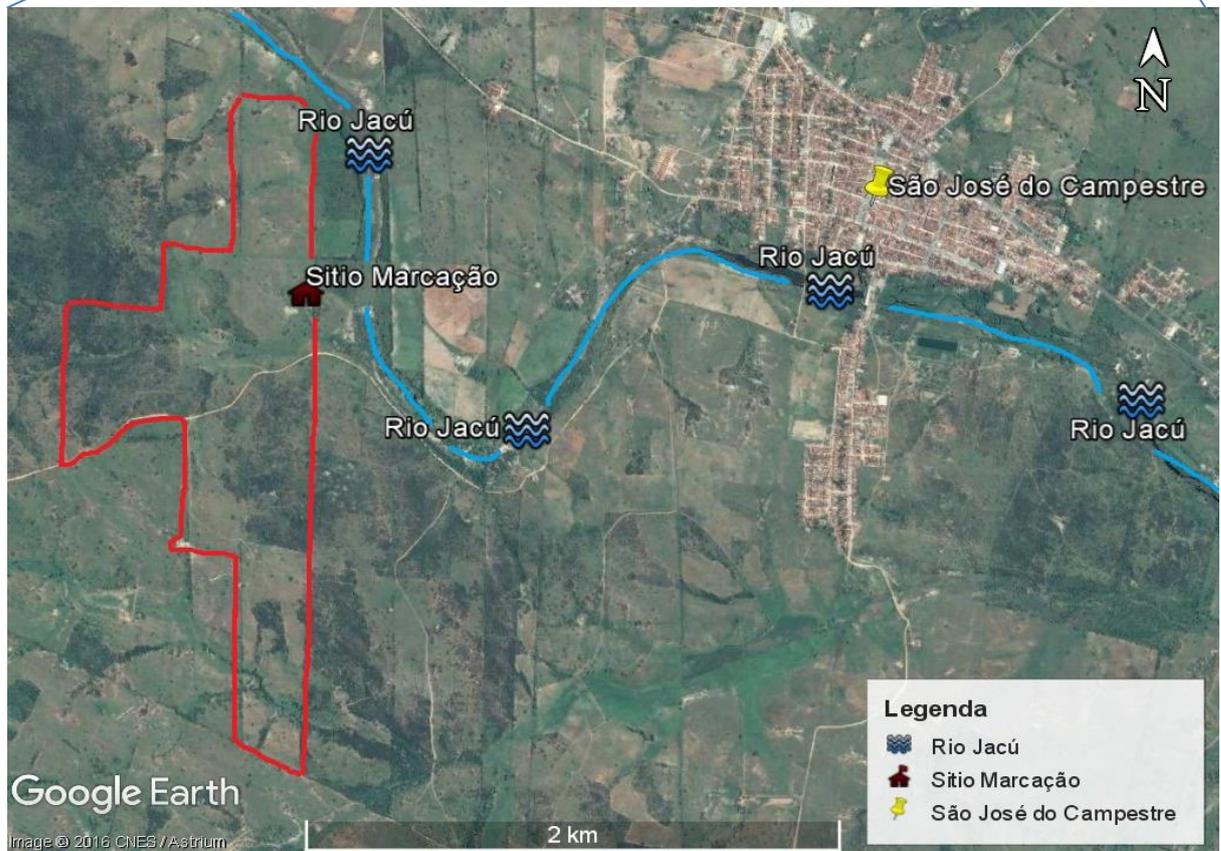
A sua vegetação é formada por caatinga hipoxerófila e Hiperxerófila, sendo que a hipoxerófila se caracteriza como uma vegetação de clima semiárido e apresenta arbustos e árvores com espinhos e de aspecto menos agressivo do que a Caatinga Hiperxerófila. Entre as espécies hipoxerófila destacam-se a catingueira (*Caesalpinia pyramidalis*), angico (*Anadenanthera macrocarpa*), juazeiro (*Ziziphus joazeiro*), braúna (*Melanoxylon braúna*), marmeleiro (*Cydonia oblonga*), mandacaru (*Cereus jamacaru*), umbuzeiro (*Spondias tuberosa*) e aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) (CPRM, 2005).

A caatinga hiperxerófila se define como uma vegetação de caráter mais seco, com abundância de cetáceas e plantas de porte mais baixo e espalhado. Entre as espécies hiperxerófila destacam-se a jurema-preta (*Mimosa tenuiflora*), mufumbo (*Combretum leprosum*), faveleiro (*Cnidoscolus quercifolius*), xique-xique (*Pilosocereus polygonus*) e facheiro (*Pilosocereus pachycladus*) (CPRM, 2005).

Figura 01: Localização geográfica do Sitio Marcação, São José do Campestre/RN.



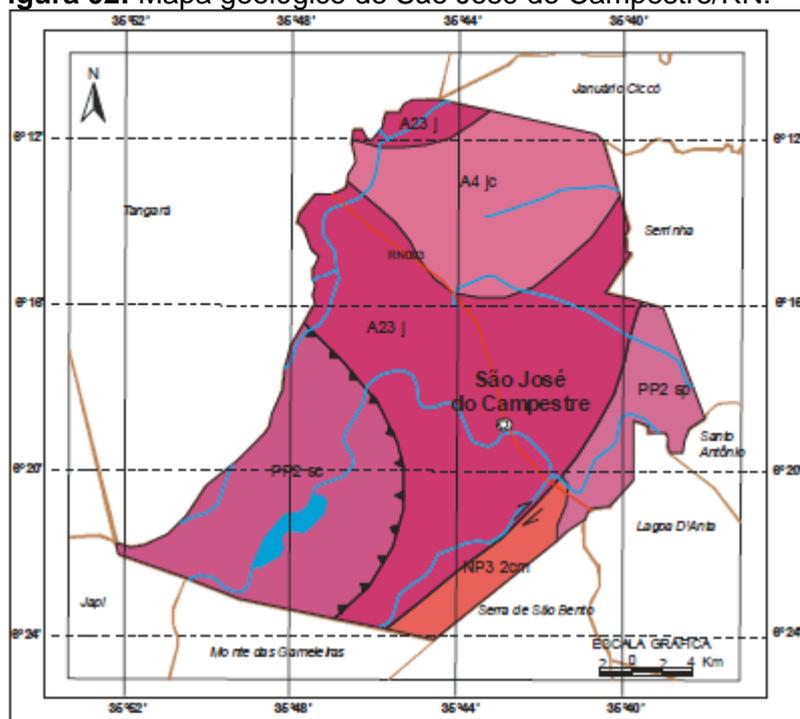
Fonte: Base de dados do IBGE, 2007.



Fonte: Adaptado do Google Earth, 2016.

Em termos geológicos, São José do Campestre está inserido na Província Borborema (figura 02), constituído por litótipos dos complexos Serrinha-Pedro Velho e Santa Cruz, pelo sienomonzogranito calcialcalino que caracteriza o Granitóide São José do Campestre e finalmente, pelos granitóides da Suíte Itaporanga e, finalmente pelo complexo Presidente Juscelino.

Figura 02: Mapa geológico de São José do Campestre/RN.



UNIDADES LITOSTRATIGRÁFICAS

Neoproterozóico

NP3 2cm Suíte calcialcalina de médio a alto potássio Itaporanga (cm): granito e granodiorito porfirítico associado a diorito (588 Ma U-Pb)

Paleoproterozóico

PP2 sc Complexo Santa Cruz: augen-gnaisses graníticos, leuco-ortognaisses quartzo monzonítico a granítico (2059 Ma U-Pb)

PP2 sp Complexo Serrinha-Pedro Velho: ortognaisses tonalítico-trondhjemitico a granítico migmatizado e migmatito (2189 Ma U-Pb)

Neoarqueano

A4 jc Granitóide São José do Campestre: sienomonzogranito calcialcalino (2655 a 2683 Ma U-Pb)

Paleoarqueano

A23 j Complexo Presidente Juscelino: ortognaisses TTG, metalmínico a peraluminoso migmatizado e migmatito bandado (3255 Ma U-Pb)

CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

- Contato geológico
- Falha ou Zona de Cisalhamento Transcorrente Dextral
- Falha ou Zona de Cisalhamento Contracional

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- ⊙ Sede Municipal
- Rodovias
- Limites Intermunicipais
- Rio e riachos
- Açude/barragem

Fonte: CPRM, 2005.

O Complexo Serrinha-Pedro Velho (PP2 sp) engloba ortognaisses tonalítico-trondhjemiticos, migmatitos e granitos migmatizados, o Complexo Santa Cruz (PP2 sc) compreende augen-gnaisses graníticos, leucoortognaisses-quartzo-monzoníticos a graníticos, a suíte calcialcalina (NP3 2cm) de médio a alto potássio Itaporanga está constituída por granitos e granodioritos, associados à dioritos, o Complexo

Granitóide São José do Campestre (A4 jc) composto por sieno-monzogranito calcoalcalino e o Complexo Presidente Juscelino (a23j) composto por ortognaisse, metaluminoso, aperluminoso migmatizado e migmatito bandado (CPRM, 2005).

Em termos hidrográficos, as águas superficiais do município de São José do Campestre possuem 18,94% de seu território inserido nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Trairi e 81,06% nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Jacu, sendo seus principais tributários são os rios Pituaçu e Jacu, e os riachos Mulungu, Macassa, Pituaçu e da Cachoeira. Os principais corpos de acumulação são os açudes públicos Japi II (20.649.000m³, alimentado pelo Rio Japi), Arapuá (4.295.000m³), Sagu (880.000m³) e Quarta-feira (606.600m³), com relação ao padrão da drenagem, este é caracterizado como dendrítico e os cursos d'água tem regime intermitente (CPRM, 2005).

Nos aspectos de águas subterrâneas o município do presente estudo está totalmente inserido no Domínio Hidrogeológico Fissural. O Domínio Fissural é composto de rochas do embasamento cristalino que engloba o subdomínio de rochas ígneas constituído da Suíte calcoalcalina Itaporanga, Complexo Santa Cruz, Complexo Serrinha Pedro Velho, Granitóide São José do Campestre e do Complexo Presidente Juscelino (CPRM, 2005).

No que se refere às condições climáticas, São José de Campestre possui um clima muito quente e semiárido, com estação chuvosa adiantando-se para os meses de fevereiro a maio, apresentando uma precipitação pluviométrica média anual de até 539,3mm e com temperaturas médias anuais de máxima: 32,0 °C; mínima: 18,0 °C; com média de: 25,6 °C, com uma umidade relativa media anual de 72% (CPRM, 2005).

3 METODOLOGIA

A pesquisa foi desenvolvida com base na adaptação da proposta metodológica de Ross (1994), que utiliza o conceito de Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Potencial (meios estáveis) e de Instabilidade Emergente (meios instáveis), classificadas em graus de fragilidade. Essa proposta metodológica foi desenvolvida com base na concepção de Ecodinâmica definida por Tricart (1977) (tabela 01). O objetivo do estudo da fragilidade ambiental consiste em avaliar, com ou sem as intervenções humanas, as áreas suscetíveis à degradação para subsidiar ações de planejamento e controle que direcionem o uso e ocupação da terra, de forma a prevenir e minimizar o surgimento de problemas relacionados à qualidade ambiental.

Tabela 01: Relação entre os conceitos relacionados aos ambientes naturais e antropizados definidos por TRICART (1977) e ROSS (1994).

AUTORES	PROPOSTA METODOLÓGICA	AMBIENTES NATURAIS	AMBIENTES ANTROPIZADOS
TRICART, 1977	Ecodinâmica	Unidades Estáveis	Unidades Instáveis
ROSS, 1994	Fragilidade Ambiental	Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Potencial	Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Emergente

Fonte: Amaral e Ross, 2009.

A abordagem metodológica proposta por Ross (1994) requer a utilização de informações obtidas nos levantamentos de campo, serviços de gabinete a partir dos quais se geram produtos cartográficos temáticos de geomorfologia, pedologia, climatologia e uso e ocupação da terra/cobertura vegetal. No entanto, para se chegar aos fins desta pesquisa, o pressuposto metodológico necessitou de uma adaptação mediante o recorte espacial em análise e considerando as características da área de pesquisa, assim o estudo de caso se desenvolveu a partir da análise, descrição do meio físico da propriedade agrícola, ao invés da produção de cartas temáticas.

Para alcançar a descrição do meio físico, os critérios técnicos (tabela 02) utilizados passam pelo levantamento de informações sobre os componentes naturais (solo, relevo e clima) e o componente antrópico (uso e manejo da terra), que se constituirão fatores determinantes dos graus de fragilidade do ambiente em estudo. Os critérios técnicos de cada um dos fatores analisados devem ser hierarquizados

em graus de fragilidade com associação numérica que varia de (1 a 5), onde serão classificados em: 1 - Muito fraco; 2 - Fraco; 3 - Médio; 4 - Forte e 5 - Muito forte.

Tabela 02: Critérios técnicos de análise para determinação da fragilidade ambiental.

FATORES DE ANÁLISE PARA FRAGILIDADE AMBIENTAL	ELEMENTOS
Uso da Terra/Cobertura vegetal	Presença de práticas conservacionistas / Densidade da cobertura vegetal
Relevo	Tipos de vertentes / Índices de declividade.
Solos	Textura / Profundidade / espessura dos horizontes superficiais e Subsuperficiais / Permeabilidade / Compactação.
Clima	Distribuição anual e intensidade da pluviometria

Fonte: Adaptado de Amaral e Ross, 2009.

O fator principal para avaliar o grau de fragilidade do ambiente para a determinação da classificação das Unidades Ecodinâmicas é o uso e ocupação da terra, que se refere ao grau de proteção ao solo, de acordo com a cobertura vegetal predominante. Deste modo, a associação numérica representa um dígito para o grau de proteção dos solos pela vegetação, variando de (1 - Muito Alta) a (5 - Muito baixo/nulo). Para Ross (1994), a classificação final do fator uso da terra/cobertura vegetal é representada na (tabela 03) a seguir:

Tabela 03: Graus de proteção do solo de acordo com a cobertura vegetal.

GRAUS DE PROTEÇÃO	TIPOS DE COBERTURA VEGETAL
1- Muito Alto	Florestas; Matas naturais, florestas cultivadas com biodiversidade.
2- Alto	Capoeira / formações arbustivas naturais com extrato herbáceo denso / formações arbustivas densas (mata secundária) / cerrado denso / capoeira densa / mata Homogênea de Pinus densa / pastagens cultivadas com baixo pisoteio de gado / cultivo de ciclo longo como o cacau.
3- Médio	Cultivo de ciclo longo em curvas de nível / terraceamento como (café, laranja com forrageiras entre ruas) / pastagens com baixo pisoteio / silvicultura de eucaliptos com sub-bosque de nativas.
4- Baixo	Culturas de ciclo longo de baixa densidade (café, pimenta do reino, laranja com solo exposto entre ruas) / culturas de ciclo curto (arroz, trigo, feijão, soja, milho, algodão) com cultivo em curvas de nível / terraceamento.
5- Muito baixo a nulo	Áreas desmatadas e queimadas recentemente / Solo exposto por arado / gradeação / Solo exposto ao longo de caminhos e estradas/ terraplanagens / culturas de ciclo curto sem práticas conservacionistas.

Fonte: Adaptado de Ross, 1994.

Para determinar o grau de fragilidade da variável relevo (tabela 8), Ross (1994) propõe a utilização de intervalos de classes já consagrados nos estudos de capacidade de uso/aptidão agrícola associados com aqueles conhecidos como valores limites críticos da geotecnia, indicativos respectivamente do vigor no escoamento superficial em causar os processos erosivos, riscos de deslizamentos e inundações frequentes. A declividade do relevo varia de (1 - Muito fraca) a (5 - Muito forte). Com o arranjo em categorias, a hierarquização do relevo (tabela 04) se da na seguinte forma:

Tabela 04: Categorias Hierárquicas das Classes de Declividade

CATEGORIAS HIERÁRQUICAS	CLASSE DE DECLIVE
1 - Muito Fraca	Até 6%
2 – Fraca	De 6% a 12%
3 – Media	De 12% a 20%
4 – Forte	De 20% a 30%
5 - Muito Forte	Acima de 30%

Fonte: ROSS, 1994.

Os critérios utilizados para a variável solo passam por suas características naturais: textura, estrutura, profundidade/espessura dos horizontes superficiais e subsuperficiais. Tais atributos estão diretamente relacionados com as características do meio físico: relevo, litologia, clima, pedogênese e fatores que determinam as propriedades físicas e químicas do solo (ROSS, 2014). A suscetibilidade à erosão por tipos de solos varia de (1 - Muito fraca) a (5 - Muito forte). Considerando o escoamento superficial difuso e concentrado das águas pluviais, à variável solo esta hierarquizada na classe de fragilidade (tabela 05) da seguinte forma:

Tabela 05: Classes de Fragilidade dos Solos

CLASSES DE FRAGILIDADE	TIPOS DE SOLOS
1- Muito Baixa	Latossolo Roxo, Latossolo Vermelho escuro e Vermelho amarelo, textura argilosa.
2- Baixa	Latossolo Amarelo e Vermelho amarelo, textura média/argilosa
3- Média	Latossolo Vermelho amarelo, Nitossolos, neossolos textura média/argilosa.
4- Forte	Neossolos, Cambissolos, textura média/arenosa, Cambissolos
5- Muito Forte	Neossolos com cascalho, litólicos e Neossolos Quartzarenicos.

Fonte: ROSS, 1994.

A análise do clima equivale aos tipos de comportamento pluviométricos, onde foram avaliadas a distribuição e volume das chuvas, na qual esses fatores conferem uma potencialidade da ação das gotas de chuva em modificar a dinâmica dos sistemas ambientais. Os graus de fragilidade variam de (1 - Muito fraco) a (5 - Muito forte), definida na tabela (06), a saber:

Tabela 06: Níveis Hierárquicos dos Comportamentos Pluviométricos

NÍVEIS HIERÁRQUICOS	CARACTERÍSTICAS PLUVIOMÉTRICAS
1 - Muito Baixa	Situação pluviométrica com distribuição regular ao longo do ano, com volumes anuais não muito superiores a 1000 mm/ ano.
2 – Baixa	Situação pluviométrica com distribuição regular ao longo do ano, com volumes anuais não muito superiores a 2000 mm/ ano.
3 – Média	Situação pluviométrica com distribuição anual desigual, com períodos secos entre 2 e 3 meses no inverno, e no verão com maiores intensidades de dezembro a março.
4 – Forte	Situação pluviométrica com distribuição anual desigual, com período seco entre 3 e 6 meses, alta concentração das chuvas no verão entre novembro e abril, quando ocorrem de 70 a 80% do total das chuvas.
5 - Muito Forte	Situação pluviométrica com distribuição regular ou não, ao longo do ano, com grandes volumes anuais ultrapassando 2500 mm/ano; ou ainda, comportamentos pluviométricos irregulares ao longo do ano, com episódios de alta intensidade e volumes anuais baixos, geralmente abaixo de 900 mm/ano.

Fonte: SPÖRL, 2001.

A pesquisa se iniciou em Julho de 2014 e foi concluída em Outubro de 2016. No processo de desenvolvimento também foram realizadas atividades de gabinete e pesquisa de campo. Na atividade de gabinete, inicialmente foi realizado o levantamento bibliográfico sobre o município de São José do Campestre/RN, bem como referências que abordam a relação solo-relevo e os processos erosivos. Essas referências possibilitaram o aprofundamento teórico-metodológico e subsidiou a operacionalização da pesquisa em suas etapas posteriores.

Por fim, foram utilizadas imagens recentes do *Google Earth*, onde gerou a produção de mapa temático de localização do município com ênfase na propriedade agrícola, como também imagens que ajudaram a ilustrar as características do meio físico.

Na pesquisa de campo foi inicialmente feito o reconhecimento da área de estudo com a identificação dos processos erosivos, onde se fez necessário à utilização de recursos tecnológicos para localização (GPS) e registro fotográfico (Câmera fotográfica), neste período também foi realizado um levantamento de

informações sobre a infraestrutura do Sítio, as características do meio físico e as técnicas usadas pelos agricultores para o uso e manejo de solo, além de entrevista com agricultores locais para subsidiar a análise empírica.

Todas as informações adquiridas foram fundamentais para o desenvolvimento da pesquisa e para seu enriquecimento, onde, através do levantamento bibliográfico e os trabalhos de campo foi possível fazer a relação entre a teoria e a prática sobre a temática abordada, possibilitando o embasamento necessário à análise dos problemas ambientais no espaço rural da cidade de São José do Campestre/RN, com ênfase no Sítio Marcação.

4 PROCESSO DE DEGRADAÇÃO DOS SOLOS

A degradação dos solos, afeta tanto terras agrícolas, como áreas com vegetação natural e podem ser considerado, dessa forma, um dos mais importantes problemas ambientais da atualidade. De acordo com Favaretto *et al* (2006), a principal forma de degradação dos solos é a erosão. Para Bertoni e Lombardi Neto (2014, p.68), a erosão pode ser entendida como: “o processo de desprendimento e arraste acelerado das partículas do solo causado pela água e pelo vento”.

A degradação do solo inclui deterioração física, química e biológica. A deterioração da estrutura do solo é um dos mais importantes processos de degradação, pois regula a emergência das plântulas, o desenvolvimento das raízes, a disponibilidade de nutrientes e água para as plantas e, conseqüentemente, o crescimento e o desenvolvimento da vegetação. São exemplos de propriedades físicas: a densidade, a textura, a estrutura, a porosidade e a distribuição do tamanho dos poros (FAGEIRA e STONE, 2006).

A degradação química é a mudança nas propriedades químicas do solo de um estado favorável para o desfavorável, o que resulta no decréscimo da produtividade do solo. As propriedades químicas importantes do solo são pH, fertilidade, capacidade de troca de cátions, saturação por bases, oxirredução e teor de matéria orgânica. O processo de degradação pode ocorrer devido à fertilização inadequada, lixiviação, inundação, prática da monocultura por longo tempo na mesma área, erosão, uso de água salina para irrigação em regiões áridas ou semiáridas e à calagem excessiva de solos ácidos (FAGEIRA e STONE, 2006).

Segundo Lal (1989) *apud* Fageira e Stone (2006), a degradação biológica refere-se à perda de matéria orgânica, redução do carbono da biomassa e declínio da atividade biótica da fauna do solo. Os fatores climáticos responsáveis pela degradação biológica são o déficit de água e as altas temperaturas. Em algumas regiões tropicais, a queima das florestas é uma prática comum na limpeza da área. Esse tipo de atividade pode reduzir seriamente a atividade biótica benéfica da terra, pois a taxa de decomposição da matéria orgânica do solo dobra a cada 10°C de aumento na temperatura média.

A degradação dos solos está intimamente relacionada com os avanços da agricultura. Por meio do processo de modernização do campo, houve uma grande mudança nesse ambiente. Cerca de 15% das terras são englobadas pela

degradação em todo o planeta. Atualmente a erosão acelerada dos solos, tanto pela água como pelo vento, é responsável por 56% e 28%, respectivamente, da degradação dos solos no mundo (GUERRA *et al*, 2014).

Modificações que atingem um solo, passando o mesmo de uma categoria para outra, muito mais lavada, quando a erosão começa a destruir as capas superficiais mais ricas em matéria orgânica. A degradação do solo pode-se dar por modificações microclimáticas, por destruição do tipo de vegetação etc (GUERRA e GUERRA, 2008, p. 184).

É válido ressaltar o desenvolvimento técnico para o uso de fertilizantes, irrigação e agrotóxicos para aumentar a produtividade agrícola de alimentos, fibras e combustíveis, para atender as necessidades presentes da população mundial, entretanto, não têm sido eficaz, o suficiente, para associar esse desenvolvimento, com a conservação dos solos (LEPSCH, 2010; PINTO *et al*, 2013; GUERRA *et al*, 2014).

4.1 DESENVOLVIMENTO DE PROCESSOS EROSIVOS

Os processos erosivos dependem de vários fatores e para compreendê-los é fundamental considerar os tipos de erosão, os agentes de erosão e as formas de erosão. Basicamente existem dois tipos de erosão: a erosão natural e a erosão acelerada (CARVALHO, 2008).

A superfície da terra não é estática, onde se encontra em estado de contínuas modificações desde sua formação a mais de 4,5 bilhões de anos. Os agentes naturais como rios, ventos, geleiras e enxurradas, atuam por longos períodos de tempo, deslocando, transportando e depositando continuamente partículas de solo, sendo este fenômeno conhecido como erosão geológica ou erosão natural. Foi a partir deste tipo de erosão que foram esculpidos as grandes estruturas de relevo que vemos hoje, como montanhas, serras, morros e vales, sem a interferência do homem em todo esse processo natural (LEPSCH, 2010).

Esses longos processos são considerados benéficos e atuam em constante processo de equilíbrio com os meios de formação e, é graças a esse equilíbrio que a vida no nosso planeta é mantida. No entanto, quando o homem interfere nesse

processo, transformando a natureza para o seu sustento, esse equilíbrio pode ser rompido.

O processo de desenvolvimento da agricultura mostra vários exemplos de civilizações que em determinado momento se mostravam ricas e produtivas, onde a intensificação da agricultura, provocada pelo aumento da população, ocasionou a erosão dos seus solos, reduzindo a capacidade de produção a níveis baixíssimos, e em alguns casos, culminou com sua própria destruição. Esse tipo de atuação do homem na natureza é conhecido como erosão acelerada ou antrópica (LEPSCH, 2010; BERTONI e LOMBARDI NETO, 2014).

Na erosão antrópica os agentes atuam em curtos períodos de tempo por causa da pressão demográfica (como agricultura extensiva, construções, extração de matéria-prima etc.) exercida pelo homem, tendo como objetivo principal a manutenção de sua espécie no ambiente natural, melhorando as suas condições de existência, ou seja, sua qualidade de vida. Como resultados desta crescente pressão, vemos que as perdas de solo que a erosão natural levaria anos para causar, a erosão acelerada leva semanas, dias ou até mesmo horas (FAVARETTO *et al*, 2006; GUERRA e CUNHA, 2010; DIAS, 2011).

Os principais agentes erosivos são a água e o vento, e de acordo com seu nível de atuação são definidas as classes de erosão, tendo com principais a eólica e a hídrica, sendo que dependendo da origem da água a erosão hídrica pode ser pluvial, fluvial ou marinha. De um modo geral, a erosão hídrica pluvial é a de maior importância, por ser predominante na superfície da crosta terrestre. A erosão eólica também causa grandes problemas em alguns locais, principalmente em regiões de solo muito arenoso, ocorrendo perdas de solo e formando dunas (FAVARETTO *et al*, 2006; LEPSCH, 2010; BERTONI e LOMBARDI NETO, 2014).

A erosão pode se processar segundo quatro grandes formas. A erosão hídrica causada pela água das chuvas pode ser classificada como laminar, em sulcos e voçorocas, e estas três formas de erosão podem ocorrer simultaneamente no mesmo terreno. A erosão laminar é a lavagem da superfície do solo nos terrenos arados, em seguida, é a erosão em sulcos, que é a concentração de água escorrendo em pequenos sulcos nos campos cultivados, e depois a erosão em voçorocas, quando os sulcos foram bastante erodidos em largura e em profundidade (BERTONI e LOMBARDI NETO, 2014).

A erosão eólica ocorre em geral em regiões planas, de pouca chuva, onde a vegetação natural é escassa e sopram ventos muito fortes, sendo geralmente considerada de sérias consequências nas regiões áridas e semiáridas, podendo ocorrer também em outras regiões, desde que haja condições favoráveis para o seu desenvolvimento, com solo solto, seco e com granulações finas, superfície lisa e, a cobertura vegetal rala ou inexistente, grandes lançantes sem nenhum obstáculo para a redução da força do vento e vento suficientemente forte para dar início ao movimento das partículas do solo, etc (BERTONI e LOMBARDI NETO, 2014).

A erosão fluvial é aquela que se processa de modo contínuo e espontâneo pela ação da corrente dos rios, e apresenta importância no entendimento da morfologia fluvial, podendo explicar a formação dos rios e da rede hidrográfica. A erosão fluvial é responsável pelo aprofundamento e alargamento do leito do rio, sendo que a erosão do leito é ocasionada pela ação da corrente enquanto a erosão da margem pode ser pela ação da corrente, pela ação das ondas ou mesmo pelo encharcamento do terreno marginal provocando o desabamento (CARVALHO, 2008).

Na erosão marinha o trabalho de destruição e construção feito pelas vagas forçadas ou de translação, ao longo dos litorais. Em determinado período se pensava que a ação erosiva das correntes marinhas fosse a mais importante, todavia os estudos de erosão marinha e dos movimentos de variação do nível do mar são de grande importância para as morfologias litorânea e continental. O Brasil, que possui uma grande faixa costeira, tem desenvolvido pesquisas, tanto das partes litorâneas, como da topografia da plataforma continental (GUERRA e GUERRA, 2008).

Quanto aos depósitos marinhos que aparecem junto aos litorais, de modo geral, o diâmetro do material que os constitui diminui à medida que nos afastamos da faixa costeira. Todavia, esta regra, mais ou menos geral, apresenta algumas exceções que são explicadas pelas transgressões e regressões marinhas (GUERRA e GUERRA, 2008).

4.2 FATORES QUE INFLUENCIAM NA EROSÃO

A erosão é causada por forças ativas, como características da chuva, declividade e comprimento do declive do terreno e a capacidade que tem o solo de

absorver água, e por forças passivas, como resistência que exerce o solo à ação erosiva da água e a densidade da cobertura vegetal. Para encontrar medidas que previnam o problema da erosão é necessário que se considere as inter-relações dos fatores que contribuíram para tal fenômeno, pois, ainda que não se possa modificar alguns diretamente, todos podem ser controlados a medida que se compreende o funcionamento de cada um dos fatores (BERTONI e LOMBARDI NETO, 2014).

A resistência que o solo exerce ao processo de erosão está determinada por diversas características do meio físico, ou seja, a maior ou menor suscetibilidade de um terreno ao processo erosivo pelos corpos hídricos depende de uma série de elementos, dos quais são considerados como principais: clima da região, tipo de solo, declividade do terreno, infiltração e cobertura vegetal (LEPSCH, 2010; BERTONI e LOMBARDI NETO, 2014).

Dentre os fatores climáticos que contribui ao desenvolvimento do processo de erosão dos solos se destacam a distribuição, quantidade e intensidade das chuvas (LEPSCH, 2010). De acordo com Bertoni e Lombardi Neto (2014), para evitar a erosão é necessário eliminar o desprendimento das partículas causadas pelas gotas de chuva que golpeiam o terreno, pois essas partículas são um agente que contribui para o processo erosivo pelo menos de três formas: desprendem partículas de solo no local que sofre o impacto, transportam por salpicamento as partículas desprendidas, imprime energia em forma de turbulência a água superficial.

Quando as chuvas caem mensalmente sobre o terreno na forma de pequenas gotas durante um período de várias horas, como as garoas, tem mais tempo para serem totalmente absorvidas e raramente causam grandes estragos. No entanto, se essa mesma quantidade de chuva cai no intervalo de poucas horas, em forma de aguaceiros, em poucos minutos formara grandes enxurradas, podendo provocar grandes erosões (LEPSCH, 2010).

Para Bertoni e Lombardi Neto (2014) a erosão não é a mesma em todos os solos, certos tipos de solos são mais suscetíveis à erosão do que outros, de acordo com suas características físicas de estrutura, textura, permeabilidade, e densidade. Na estrutura, o modo como se arranjam as partículas do solo, é de grande importância na quantidade de solo arrastado pela erosão. Há dois aspectos de estruturas do solo a ser considerado no estudo de erosão, sendo a propriedade físico-química da argila que faz com que os agregados permaneçam estáveis em

presença da água e a propriedade biológica causada pela abundância de matéria orgânica em estado de ativa decomposição.

De acordo com os autores a maior estabilidade dos agregados condiciona menos enxurradas e menos taxa de erosão, já nas propriedades biológicas a diminuição da erosão pela imobilidade dos agregados deve-se ao efeito de coesão das partículas proporcionado pelos produtos em decomposição. A estrutura é o fator em que o agricultor, com o manejo do solo, pode exercer grande influência nesse processo, onde, na aração ajuda a preparar o solo a absorve mais quantidade de água, conseqüentemente, diminuindo o risco de erosão em sua propriedade.

A textura ou o tamanho das partículas é um dos fatores que influenciam na maior ou menor quantidade de solo arrastado pela erosão, por exemplo, o solo arenoso com espaços porosos grandes durante uma chuva de pouca intensidade, pode absorver toda a água, não havendo, portanto, nenhum dano. Entretanto, como possui baixa proporção de partículas argilosas que atuam como ligação entre as partículas grandes, uma pequena quantidade de enxurrada que escorre na superfície pode arrasta grande quantidade de solo. Já no solo argiloso, com espaços porosos bem menores, a penetração da água é reduzida, escorrendo mais na superfície. No entanto, a força de coesão das partículas é maior, o que faz aumentar a resistência à erosão.

A permeabilidade determina a maior ou menor capacidade de infiltração das águas das chuvas, estando diretamente relacionada com a porosidade do solo. Em geral, solos arenosos são mais permeáveis que solos argilosos, por serem mais porosos, entretanto, em alguns casos, dependendo da estruturação, solos argilosos podem-se apresentar altamente porosos e até mais permeáveis que certos solos arenosos. A densidade do solo, relação entre sua massa total e volume, é inversamente proporcional à porosidade e permeabilidade, por efeito de compactação do solo, observa-se um aumento de densidade, com resultado da diminuição dos macroporos e em função disso, o solo torna-se mais erodível (GUERRA *et al*, 2014).

O relevo assume um papel fundamental no processo de erosão, pois a topografia de um terreno é representada pelo grau declividade e pelo comprimento da encosta, esses fatores, exercem forte influência sobre a erosão. O tamanho e a quantidade do material em suspensão arrastado pela água dependem da velocidade

com que ela escorre, e essa velocidade é uma resultante do comprimento da vertente e do grau de inclinação do terreno (BERTONI e LOMBARDI NETO, 2014).

Nos terrenos planos, ou apenas levemente inclinados, a água escoar com pequenas velocidades e, além de possuir menos energia cinética, fazendo com que tenha mais tempo para infiltrar-se no solo, já em áreas de relevo muito inclinado, a resistência ao escoamento das águas é menor e, por isso, elas atingem maiores velocidades (LEPSCH, 2010).

O fator mais importante na velocidade de infiltração é a cobertura vegetal que está no solo durante a chuva, pois uma chuva intensa cai quando o solo desprotegido pela cobertura vegetal ou pela cobertura morta, sua camada superficial fica comprometida pelo impacto das gotas de chuva, e a infiltração é reduzida. No entanto, se essa precipitação cai quando há uma boa cobertura vegetal, o solo permanece com uma boa permeabilidade e terá maior velocidade de infiltração (BERTONI e LOMBARDI NETO, 2014).

Para Bertoni e Lombardi Neto (2014, p. 59) “a cobertura vegetal é a defesa natural do terreno contra a erosão”, portanto a cobertura vegetal protege o solo contra a erosão hídrica, aumentando a evapotranspiração e a infiltração, conseqüentemente, diminuindo o escoamento superficial. Neste processo, parte da água da chuva não chega ao solo, sendo interceptada pelas folhagens e evaporada diretamente, outra parte escoar pelos ramos e troncos das árvores lentamente, indo ao solo para se infiltrar. É importante ressaltar que nem todos os tipos de vegetação oferecem a mesma proteção contra a erosão, em uma floresta, por exemplo, é muito mais efetiva nessa proteção, ao invés, de uma cobertura de vegetação rasteira (CARVALHO, 2008).

De acordo com Bertoni e Lombardi Neto (2014) o efeito da cobertura vegetal no solo pode ser enumerado da seguinte forma, primeiro com proteção direta contra o impacto das gotas de chuva, com dispersão da água interceptando-a e evaporando-a antes de atingir o solo, com a decomposição das raízes das plantas que formando canaliculos no solo aumentam a infiltração da água e melhoramento da estrutura do solo pela adição de matéria orgânica, aumentando assim sua capacidade de retenção de água e também diminuição da velocidade de escoamento da enxurrada pelo aumento do atrito na superfície.

A vegetação também tem forte influência na erosão eólica, reduzindo a velocidade do vento na superfície do solo e absorvendo a maior parte da força

exercida por ele. Aprisionando as partículas do solo, a vegetação previne a formação de nuvens de areias e impede que essas partículas sejam carregadas pelos ventos, sendo que a vegetação é mais eficaz se os restos das culturais estão bem estabilizados no solo, beneficiando assim, na redução da erosão eólica (BERTONI e LOMBARDI NETO, 2014).

4.3 USO, MANEJO E PRÁTICAS DE CONSERVAÇÃO DOS SOLOS

As ações antrópicas correspondem às atividades realizadas pelo homem na natureza e essas ações ocorrem de diferentes formas, às vezes temporárias e outras continuamente, tanto na construção de barragens, estradas, obras de terraplanagem em geral, desflorestamentos e, principalmente, na agricultura, tem grande importância no tipo e intensidade do processo erosivo (CARVALHO, 2008).

O modo como a terra é manejada, se está ou não recoberta de vegetação e sistema de cultivo, são fatores de suma importância para condicionar uma maior ou menor remoção do solo. Em solos completamente cobertos com vegetação estão em condições ideais para resistir ao processo de erosão e absolver a água da chuva, portanto, se todo sistema de cultivo tradicional fosse substituído por reflorestamento, ou pelo sistema de plantio direto, o problema da erosão seria mínimo (LEPSCH, 2010).

A degradação e o transporte das partículas podem variar de acordo com o sistema de uso e manejo do solo, o qual pode tornar o solo mais susceptível à erosão que outros. Os solos com agriculturas anuais (milho, algodão e soja) estão mais expostos à erosão que os cultivados com plantações perenes (seringueira, laranjeiras e cafeeiros) ou semiperenes (como a cana-de-açúcar) (LEPSCH, 2010).

Os processos erosivos em áreas de cultivo podem ser minimizados ou até mesmo controlados, com técnicas utilizadas para aumentar a resistência do solo ou diminuir as forças do processo erosivo que se denomina de práticas conservacionistas. A conservação do solo é a combinação de métodos de manejo e uso que protegem o mesmo contra seu esgotamento físico, químico e biológico, caracterizadas em várias técnicas de conservação do solo adotadas na agricultura, podendo ser agrupadas em vegetativas, edáficas e mecânicas (LEPSCH, 2010; MARQUES, 2010; BERTONI e LOMBARDI NETO, 2014; GUERRA *et al*, 2014).

Nas práticas de caráter vegetativo (tabela 07) utiliza-se a cobertura vegetal como critérios básicos de contenção da erosão, e a densidade da cobertura vegetal é o princípio fundamental de toda proteção que se oferece ao solo, preservando-lhe a integridade contra os efeitos danosos da erosão (BERTONI e LOMBARDI NETO, 2014; GUERRA *et al*, 2014). Entre as técnicas de caráter vegetativo mais utilizadas em áreas de controle a erosão, destacam-se as seguintes:

Tabela 07: Tipos de práticas de caráter vegetativo.

Plantas de Cobertura	Em espaços do terreno, entre as culturas, mantêm o solo coberto durante o período chuvoso. Têm sido normalmente utilizada em culturas permanentes, tais como plantio de café, laranja e fruticultura em geral, cobrindo os claros deixados no terreno por suas copas. Em culturas anuais, as plantas de cobertura, quando utilizadas, visam contemplar o efeito de cobertura já proporcionado pelas plantas de cobertura;
Cultura em Faixas	Plantio em faixas de exploração contínua ou em rotação, intercalado em geral com culturas anuais ou semiperenes (cana-de-açúcar, mandioca, sisal), tendo por principal objetivo interceptar a velocidade das enxurradas e dos ventos, facilitar a infiltração das águas e permitir a contenção do solo parcialmente erodido;
Cordões de Vegetação Permanente	Fileiras de plantas perenes ou semiperenes e de crescimentos denso (cana-de-açúcar, por exemplo), dispostas com determinado espaçamento e sempre em contorno. Apresentam comportamento de controle da erosão semelhante à cultura em faixas;
Alternância de Capinas	Intercalação nas capinas de maneira a manter parcelas da área em cultivo, com mato, imediatamente abaixo de outra recém-capinada. Seu efeito de controle da erosão é semelhante ao observado na cultura em faixas e cordões de vegetação permanente;
Quebra Ventos	Consistem em uma barreira densa de árvores, colocadas a intervalos regulares no terreno, nas regiões sujeitas a ventos fortes, nos lugares suscetíveis a erosão eólica, de modo a formarem anteparos contra o vento dominantes;

Fonte: Adaptado BERTONI e LOMBARDI NETO, 2014; GUERRA *et al*, 2014.

As técnicas de caráter edáfico são práticas conservacionistas que mantêm ou até melhora as condições de fertilidade do solo e, indiretamente, controla a erosão (tabela 08). Além do controle da erosão, são necessárias outras que reponham os elementos nutritivos, controlem a combustão de matéria orgânica, diminuam a lixiviação, controlando, em partes as causas de depauperamento do solo (BERTONI e LOMBARDI NETO, 2014; GUERRA *et al*, 2014). Entre as práticas edáficas destacam-se:

Tabela 08: Tipos de práticas de caráter edáfico.

Controle do Fogo	O fogo, prática muito comum na agricultura brasileira, é muito prejudicial ao solo, pela destruição da matéria orgânica e do nitrogênio, destruição das estruturas ou organização das partículas constituintes do solo, condicionado a diminuição da capacidade de absorção e retenção de umidade. Portanto, esta prática diminui a resistência do solo a erosão;
Adubação Verde e Plantio Direto	Incorporação de nitrogênio e matéria orgânica no solo, enterrando-se restos vegetais ainda verdes. O húmus produzido melhora as condições físicas do solo pela estruturação e aumento de porosidade. A porosidade do solo é bastante aumentada pela ação dos organismos vivos do solo (plantas e animais);
Adubação Química	Manutenção e restauração da fertilidade do solo, proporcionando aumento da produtividade e melhor cobertura vegetal, protegendo, desta forma, o solo;
Adubação Orgânica	Incorporação da matéria orgânica no solo, pela aplicação de certos produtos (esterco, composto orgânico);
Rotação de Culturas	Plantio de diferentes tipos de lavoura (plantas que esgotam, recuperam ou conservam os solos), numa mesma gleba, visando ao controle de doenças e pragas e melhorias das características físicas do solo;
Calagem	Correção de acidez do solo pela aplicação de cálcio. Solos ácidos dificultam o aproveitamento do fósforo pelas plantas e o desenvolvimento de microrganismos fixadores do nitrogênio atmosférico. Portanto, a calagem proporciona uma melhor cobertura vegetal do solo, protegendo-o contra a erosão;

Fonte: Adaptado GUERRA *et al*, 2014.

As técnicas de caráter vegetativo e edáfico são de mais fácil aplicação e sustentação, com o objetivo principal de proteção do solo contra a ação do impacto direto das gotas da chuva e, ao mesmo tempo, também aumentam a infiltração de água no solo, e diminuem o volume e a velocidade do escoamento superficial o que mantêm os terrenos cultivados em condições próximas ao seu estado natural, devendo, portanto, serem privilegiadas (MARQUES, 2010; GUERRA *et al*, 2014).

As técnicas de caráter mecânico (tabela 09) são práticas artificialmente desenvolvidas nas áreas de cultivo pela execução de estruturas em canais e aterros, com a finalidade de controlar o escoamento superficial das águas e facilitar a sua infiltração. Recomenda-se a sua utilização em terrenos muito suscetíveis à erosão, onde suas estruturas possam envolver a construção de estruturas disciplinadoras do escoamento superficial, tendo como objetivo principal a redução do volume e da velocidade da enxurrada em complementação as técnicas vegetativas e edáficas (MARQUES, 2010; GUERRA *et al*, 2014). Entre essas práticas se destacam:

Tabela 09: Tipos de práticas de caráter mecânico.

Plantio em Contorno (Em Nível)	Marcação em terrenos de curvas de nível e execução em espaços estabelecidos de sulcos e camalhões de terra. As fileiras de cultura e os sulcos e camalhões, acompanhando as curvas de nível, constituem um obstáculo que se opõe ao percurso livre da enxurrada, controlando a erosão;
Terraceamento	Tipo especial de sulco ou canal e camalhão, visando, além de interceptar a água de enxurrada, conduzir o excesso pelo canal. São vários os métodos utilizados, e sua escolha depende das condições do terreno (tipo de solo e declividade).
Canais Escoadouros	Canais de dimensões apropriadas, vegetadas, capazes de transportar com segurança a água de escoamento superficial proveniente dos sistemas de terraceamento ou de estruturas;

Fonte: Adaptado GUERRA *et al*, 2014.

As práticas de conservação do solo devem ser aplicadas após o conhecimento integrado das potencialidades e limitações das bacias hidrográficas e/ou microbacias, onde sua adoção se aplique principalmente as características físicas e químicas do solo, à declividade e comprimento da encosta e ao tipo de uso é cultivo das terras. Essas práticas fazem parte da tecnologia moderna que permitem controlar a erosão, ainda que não a anulem, mas reduzindo-as a proporções insignificantes (LEPSCH, 2010; GUERRA *et al*, 2014).

5 ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE A FRAGILIDADE AMBIENTAL E A OCORRÊNCIA DE PROCESSOS EROSIVOS NO SÍTIO MARCAÇÃO/RN

Para se alcançar a classificação das Unidades Ecodinâmicas foi efetuado o levantamento e avaliação dos elementos naturais. Posteriormente, esses elementos foram analisados integradamente, onde Ross (1994) aborda que a delimitação do estudo não pode ser formulada a partir de uma leitura estática do ambiente, mas inserida no entendimento do processo de ocupação que norteia o desenvolvimento e a apropriação do território e de seus recursos. Esses dados vão subsidiar as pontuações necessárias para determinar o grau de fragilidade do meio físico no Sítio Marcação/RN.

5.1 USO E MANEJO DA TERRA/COBERTURA VEGETAL

Para subsidiar a análise da propriedade agrícola, é preciso, inicialmente considerar as práticas utilizadas para uso e manejo do solo, pois, só assim é possível entender o problema de uma forma integrada. É importante destacar que o uso e manejo da terra no Sítio Marcação, como em todo município de São José do Campestre, consiste, para a produção agropecuária, com sua utilização voltada, principalmente, para criação de gado e em determinados períodos do ano para a produção de excedentes agrícolas.

Na produção de excedentes agrícolas se destaca o cultivo de fava, feijão e milho, caracterizando-se em uma agricultura de subsistência, onde, em poucas ocasiões se consegue a produção para a comercialização. Essa baixa produção pode ser explicada devido à pequena extensão territorial e ausência de uma assistência técnica.

Durante os períodos de estiagem, essas áreas utilizadas para a agricultura nos períodos chuvosos, são destinadas a pastagens que servem como fonte de alimento para o rebanho. Em virtude dessas atividades, grande parte da propriedade agrícola apresenta-se desprovida de sua vegetação nativa, com a presença de uma rala pastagem, devido às práticas de desmatamento, ao qual, a área foi submetida.

Para Bertoni e Lombardi Neto (2014) esse tipo de cultivo tem como objetivo proporcionar ao animal a sua alimentação durante o ano, no entanto, o pastoreio excessivo faz com que apareçam áreas descobertas de vegetação, com a má

distribuição do gado na área, podendo acelerar o processo de erosão, tornando a área sucessivamente menos fértil.

É importante ressaltar que na propriedade agrícola, encontram-se áreas com a presença e preservação da caatinga, sendo que esse tipo de vegetação constitui uma mata secundária com sua formação arbustiva densa. Entre as espécies preservadas encontram-se algumas do tipo hipoxerófila com a presença de umbuzeiro e mandacaru, já entre as espécies Hiperxerófila constata-se a jurema-preta (*Mimosa tenuiflora*), o facheiro (*Pilosocereus pachycladus*) e mufumbo (*Combretum leprosum*).

Para Guerra *et al* (2014) a cobertura vegetal é responsável pela proteção contra a ação do *splash*, pela diminuição do *runoff*, através do aumento da rugosidade do terreno, e pela maior estruturação do solo, que passa a oferecer maior resistência à ação dos processos erosivos. Com base no trabalho de campo, foi possível identificar a espacialização do uso e manejo da terra na propriedade agrícola, onde se encontra as áreas de cultivo dos excedentes agrícolas, como é feito o plantio, áreas de pastagens e a presença de mata secundária (Figura, 03).

Figura 03: Espacialização de uso e manejo da terra no Sítio Marcação/RN.

B) Plantação de feijão.



Fonte: Arquivo do Autor (2015).

C) Plantio feito em linha a favor do cursos d'aguas.



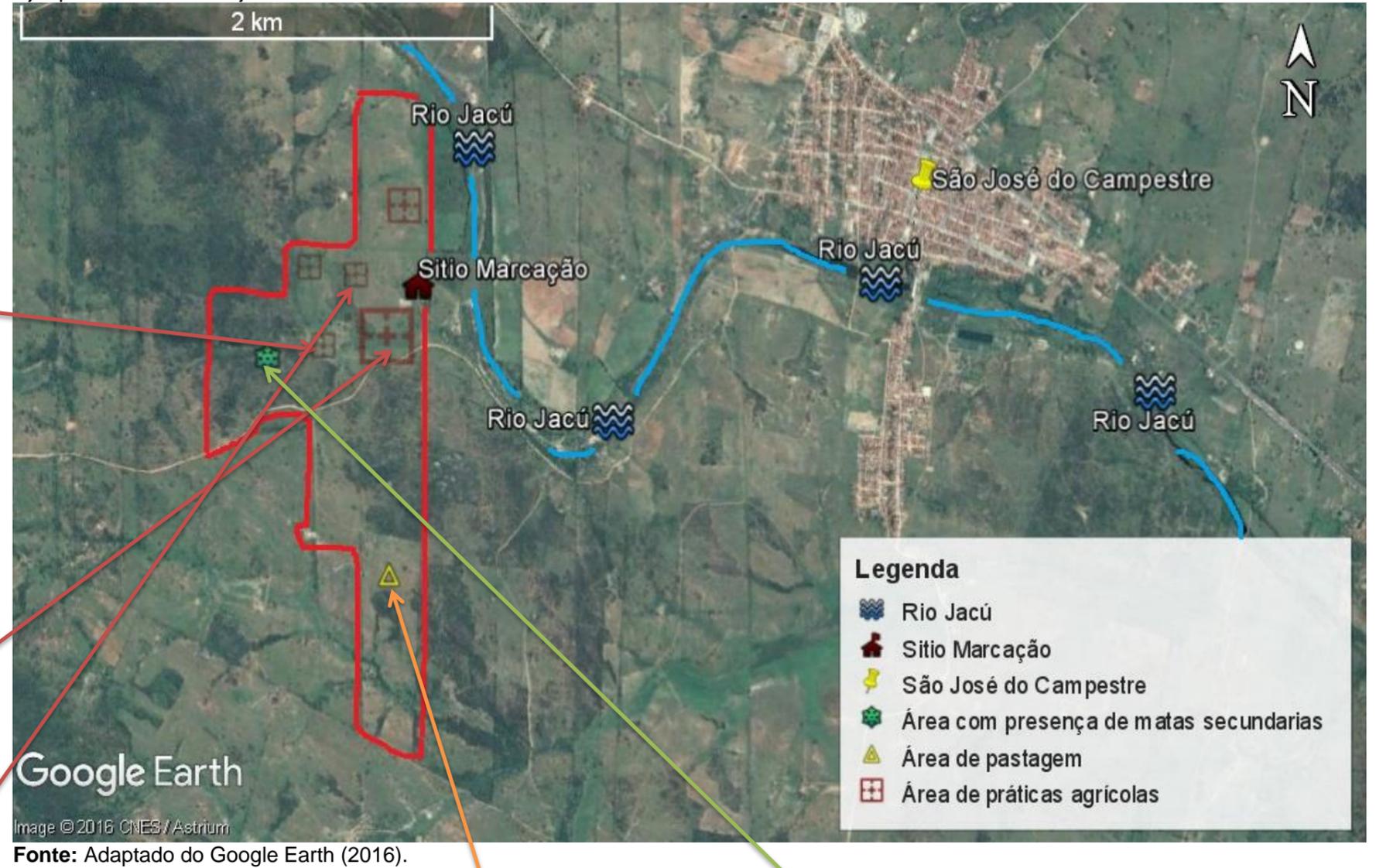
Fonte: Arquivo do autor (2016).

D) Plantação de milho.

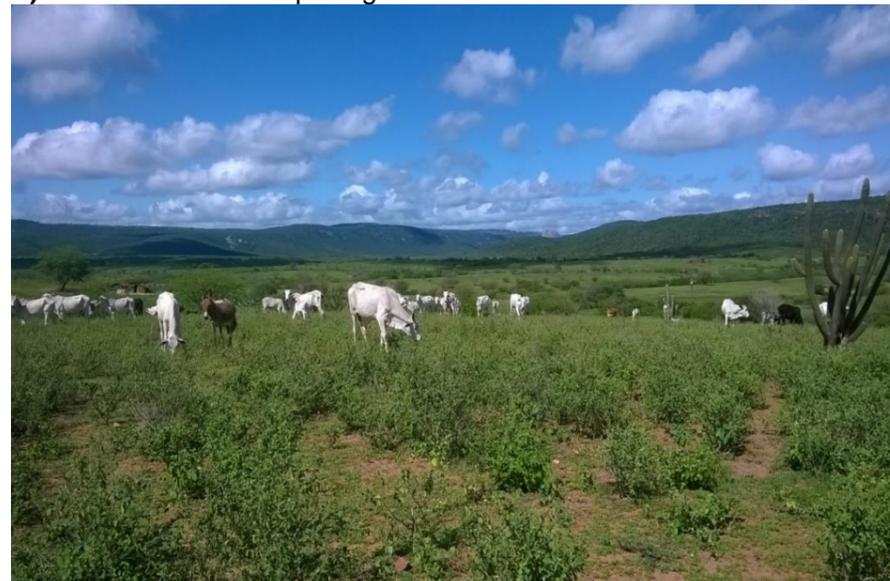


Fonte: Arquivo do autor (2015).

A) Tipos de uso e manejo da terra.



E) Área com cultivo de pastagem.



Fonte: Arquivos do autor (2016).

F) Área com presença de matas secundária.



Fonte: Arquivos do autor (2016).

De acordo com Silva (2012) no município de São José de Campestre as queimadas constituem outro tipo de prática bastante utilizada pelos agricultores como forma de limpeza do solo, as chamadas “coivaras”. A prática das queimadas como aborda Bertoni e Lombardi Neto (2014), realmente consiste em uma técnica simples e econômica de limpeza do terreno, de combate a certas moléstias ou pragas e de limpar e renovar as pastagens, no entanto, os prejuízos gerados pelo fogo são prejudiciais à fertilidade do solo.

As queimadas usadas para limpeza e exploração do solo, afetam grande parte da matéria orgânica, o que diminui a capacidade e a integridade produtiva do solo. A queima das pastagens deve ser evitada ou, pelo menos, controlada e essas práticas de limpeza e renovação tornam o solo mineralizado, pobre em nitrogênio e matéria orgânica, e verifica-se que depois de alguns anos dessa atividade se observar mudanças na vegetação e diminuição da capacidade de suporte das pastagens.

A tração animal é outro tipo de prática muito utilizada pelos agricultores da região como forma de mecanizar sua produção (SILVA, 2012). Esta prática se constitui como uma alternativa mais econômica para a pequena propriedade, podendo servir de montaria, na movimentação de máquinas, tracionar implementos e transportar mercadorias, pois o animal possui grande adaptação ao local, podendo ser utilizado praticamente em qualquer tipo de terreno, independente de sua topografia.

Tendo em vista as práticas agrícolas utilizadas pelos agricultores em um determinado contexto técnico, social e econômico, são considerados três níveis de manejo visando diagnosticar o comportamento das terras em diferentes níveis tecnológicos. Os níveis de manejo foram definidos e estão classificados (tabela 10) a seguir:

Tabela 10: Níveis de manejo da terra.

NÍVEIS DE MANEJO	CARACTERÍSTICAS
(A) Primitivo	Práticas agrícolas que refletem um baixo nível técnico-cultural. Praticamente não há aplicação de capital para manejo, melhoramento e conservação das condições das terras e das lavouras. As práticas agrícolas dependem do trabalho braçal, podendo ser utilizada alguma tração animal com implementos agrícolas simples.
(B) Pouco desenvolvido	Práticas agrícolas que refletem um nível tecnológico médio. Modesta aplicação de capital e de resultados de pesquisa para manejo, melhoramento e conservação das condições das terras e das lavouras. Práticas agrícolas que incluem calagem e adubação com NPK, tratamentos fitossanitários simples, mecanização com base na tração animal ou motorizado para desbravamento e preparo do solo.
(C) Avançado	Práticas agrícolas que refletem alto nível tecnológico, aplicação intensiva de capital e de resultados de pesquisa para manejo, melhoramento e conservação das condições das terras e das lavouras. Motomecanização presente nas diversas fases da operação agrícola.

Fonte: Ramalho Filho & Beek, 1995.

No Sítio Marcação/RN os procedimentos usados para o preparo do solo se constituem de nível primitivo, em decorrência dos implementos agrícolas adotados na propriedade como desmatamento, queimadas (figura 04), o uso da tração animal (figura 05) e plantio em linhas a favor dos cursos d'água, sendo que na área não há aplicação de capital para o manejo e planejamento de um desenvolvimento técnico que contribua para um melhor aproveitamento do solo, o que acarreta seu uso inadequado e, conseqüentemente, prejudica as condições da terra.

Figura 04: Prática de queimadas no sítio marcação/RN.



Fonte: Arquivo do autor, 2016.

Figura 05: Uso de tração animal no sítio marcação/RN.



Fonte: Arquivo do autor, 2016.

Nessa perspectiva Lima (2004) destaca à pecuária extensiva sobre o pastejo dos animais e o uso descontrolado do fogo para limpeza dos pastos, como os

principais causadores do processo de degradação ambiental na região semiárida. Esses meios, aliados a fatores climáticos e socioeconômicos, podem levar a consequências mais drásticas, não somente com o desenvolvimento de processos erosivos, mas a desertificação e outros impactos a região.

5.2 RELEVO

As informações geomorfológicas são de fundamental importância nos estudos relacionados à erosão dos solos, pois permite analisar as diversas atividades decorrentes dos processos modeladores do relevo em correlação com os demais elementos do meio físico. De acordo com Lepsch (2010) a declividade, ou grau de inclinação de uma encosta, possui um papel fundamental na concentração, dispersão e velocidade de uma enxurrada e no maior ou menor arrastamento das partículas de solo pela chuva.

As formas de relevo encontradas na propriedade agrícola correspondem ao tipo Suave Ondulado e Ondulado. As vertentes caracterizadas pelo tipo Suave Ondulado (figura 06) apresentam uma superfície de topografia ligeiramente movimentada, constituída por conjunto de pequenas colinas ou outeiros, sucessão de pequenos vales pouco encaixados (rasos), configurando pendentes ou encostas com graus de declividade entre 3 e 8% (IBGE, 2007).

Figura 06: Tipo de relevo suave ondulado.



Fonte: Arquivo do autor, 2015.

Já a forma de relevo Ondulado (figura 07) se caracteriza pela superfície de topografia relativamente movimentada, constituída por conjunto de medianas colinas e outeiros ou por interflúvios de encostas curtas, formadas por vales encaixados, configurando em todos os casos pendentes ou encostas com declives maiores que 8% até 20% (IBGE, 2007).

Figura 07: Tipo de relevo ondulado.



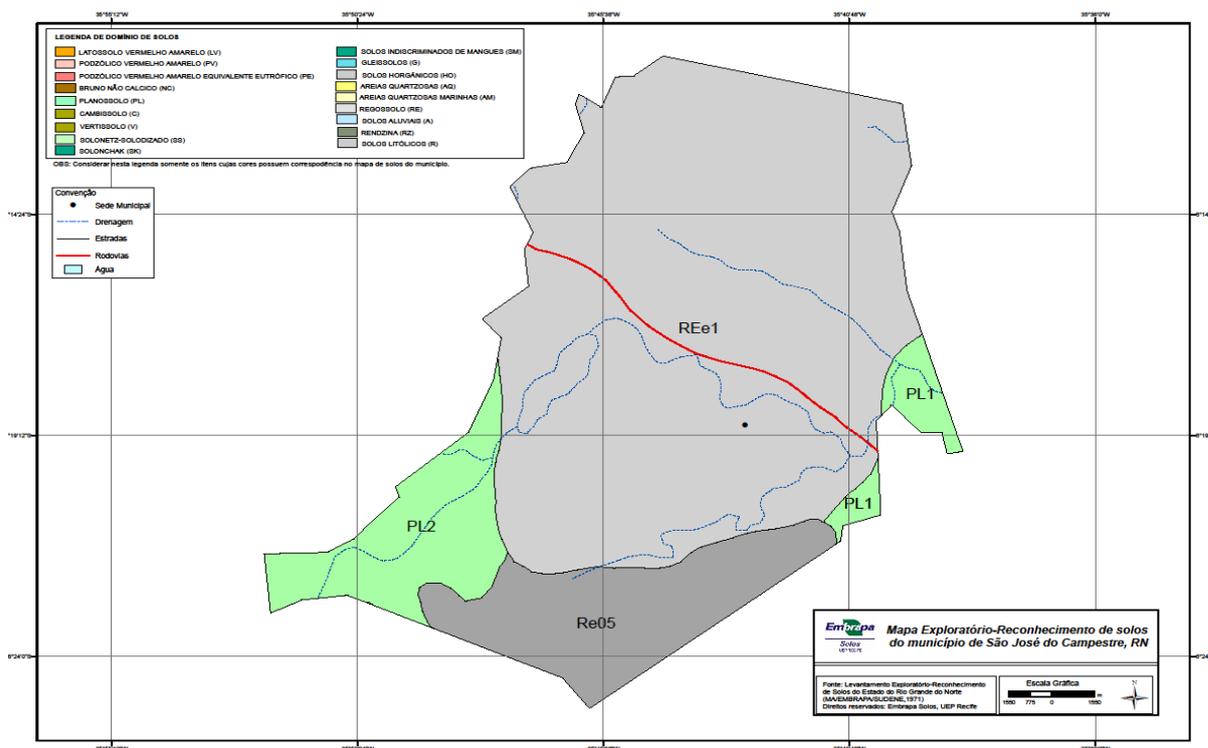
Fonte: Arquivo do autor, 2015.

5.3 SOLO

O elemento solo é de fundamental importância na compreensão dos processos erosivos, sua influência se deve a partir das características de suas propriedades físicas como a textura, estrutura, permeabilidade e densidade, bem como as suas propriedades químicas, biológicas e mineralógicas. Estes fatores conferem ao solo uma maior ou menor resistência, a ação dos processos erosivos (GUERRA *et al*, 2014).

Na antiga classificação de solos da Embrapa (1999) a área era composta (figura 08) pelo tipo Regossol Eutrófico com Fragipan (REe1) (CPRM, 2005), porém de acordo com a nova nomenclatura de classificação de solos, a região é constituída pelo tipo de Neossolos (R). Nesta classe estão incluídos os solos que foram reconhecidos anteriormente como Litossolos e Solos Litólicos, Regossolos, Solos Aluviais e Areias Quartzosas (EMBRAPA, 2013).

Figura 08: Mapa Exploratório-Reconhecimento de solos do município de São José do Campestre, RN.



Fonte: Levantamento Exploratório-Reconhecimento de Solos do Estado do Rio Grande do Norte, MA/EMBRAPA/SUDENE, 1971.

Em função de sua diversidade e de suas características singulares, os Neossolos são subdivididos em quatro subordens: Neossolos Litólicos, Neossolos Regolíticos, Neossolos Quartzarênicos e Neossolos Flúvicos. Com a nova abrangência (tabela 11), o tipo de solo da região classifica-se como Neossolos Regolíticos (RR) (IBGE, 2007), caracterizando-se como um solo típico no ambiente semiárido e que representam 24,0% dos solos do nordeste brasileiro. Solos com contato lítico a uma profundidade maior que 50 cm. Possui minerais primários de fácil alteração em quantidade significativa na massa do solo (EMBRAPA, 2013; MARQUEZ *et al*, 2014).

Tabela 11: Antiga abrangência dos Neossolos (R)

Sistema Brasileiro de classificação dos solos (SiBCS) ¹		Classificação anterior ²
Ordens	Subordens	
NEOSSOLOS	LITÓLICOS	Solos Litólicos Litossolos
	FLÚVICOS	Solos Aluviais
	REGOLÍTICO	Regossolo
	QUARTZARÊNICO	Areias Quartzosas Areias Quartzosas Hídromórficas Areias Quartzosas Marinhas

Fonte: Adaptado do IBGE, 2007.

O Neossolos Regolíticos (RR) apresentam textura arenosa a média e pequena diferenciação entre horizontes no perfil. Sequência de horizontes do tipo: A – C – R ou A – C. Possui uma boa reserva de nutrientes para os vegetais, apresenta potencial baixo a médio para agricultura irrigada, drenagem boa à moderada e ocorre em relevo pouco movimentado, o que permite a mecanização agrícola. O solo apresenta baixa fertilidade natural e baixa capacidade de retenção de água, baixos teores de matéria orgânica e, em alguns casos, pequena profundidade efetiva. São utilizados como substrato para cultivos agrícolas de subsistência, pastagem, pecuária extensiva, agricultura irrigada e base para construção de estradas e casas. São solos minerais pouco desenvolvidos com ausência do horizonte B diagnóstico (MARQUEZ *et al*, 2014).

Segundo Manzatto *et al* (2002), solos como os Neossolos Quartzarênicos, Litólicos e Regolíticos são os que apresentam maior potencial de erosão devido à presença de conteúdos significativos de areia, associado, em alguns casos, a relevos dissecados. Embora as chuvas no semiárido nordestino sejam de baixa duração e frequência, sua elevada intensidade em alguns locais favorece o *runoff*, ou seja, a desagregação e transporte dos solos, mesmo em relevos mais aplainados.

5.4 CLIMA

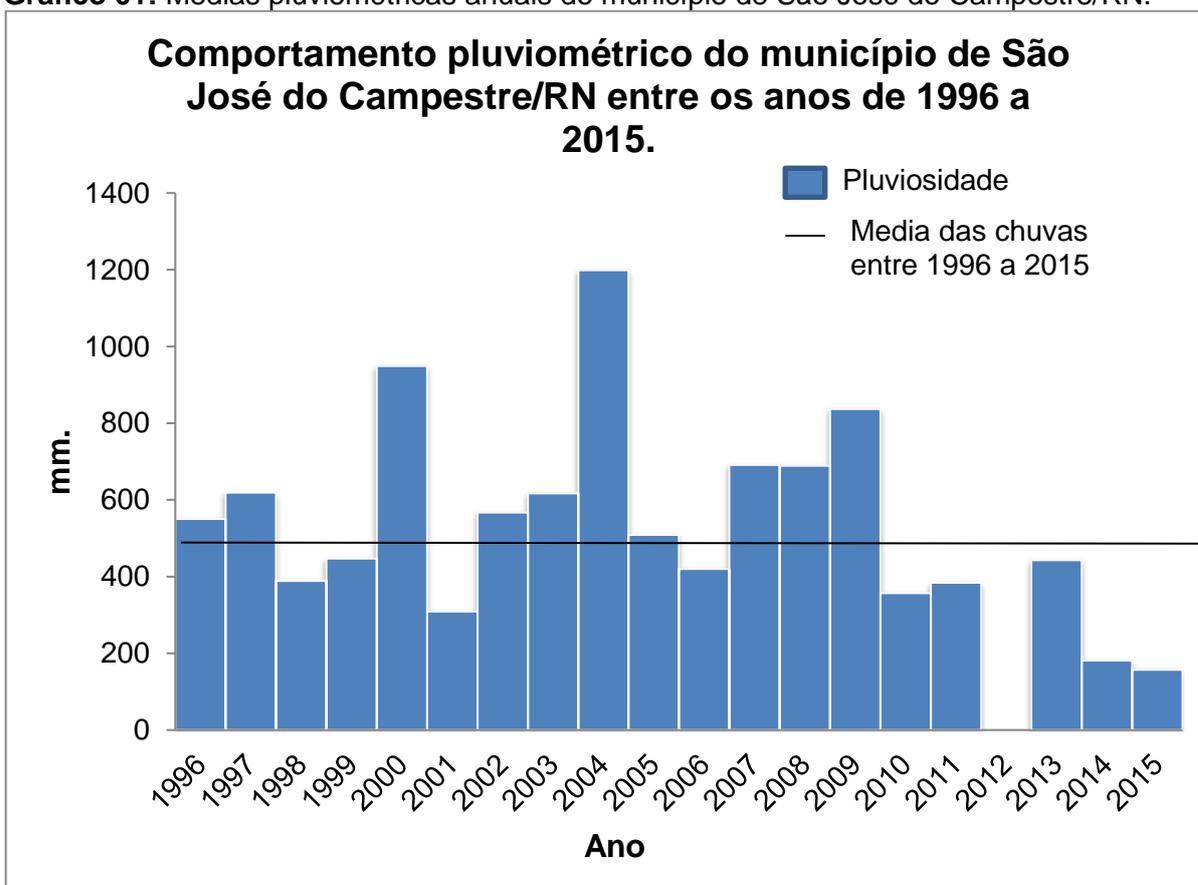
A análise dos dados climáticos (temperaturas médias anuais, total pluviométrico anual e distribuição da precipitação) revela informações importantes

¹ Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília, DF: Embrapa, Serviço de Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2006.

² Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília, DF: EMBRAPA. Embrapa Produção de Informação; Centro Nacional de Pesquisa em Solos, 1999.

para análise, como o período de maior potencialidade erosiva das chuvas, riscos de estiagem e etc. Considerando o comportamento pluviométrico regional, São José do Campestre está inserido no domínio do clima semiárido. Deste modo, para analisar o fator o clima foi considerado à análise do comportamento pluviométrico do município em estudo, a partir de dados disponibilizados pela EMPARN (2016), referentes ao período de 1996 a 2015 (Gráfico 01).

Gráfico 01: Médias pluviométricas anuais do município de São José do Campestre/RN.



Fonte: EMPARN, 2016.

Para Bertoni e Lombardi Neto (2014) a chuva é um dos principais fatores climáticos mais importantes na formação e compreensão do processo de erosão dos solos, onde, o volume e a velocidade da enxurrada dependem da intensidade, duração e frequência da chuva. Outro fator importante é a energia cinética, onde, ela determina a erosividade, que é a potencialidade da chuva em causar a erosão (GUERRA *et al*, 2014).

De acordo com Nimer (1977) *apud* Araújo (2011), apesar de ser um clima semiárido com índices pluviométricos que variam entre 280 a 800 mm de médias anuais, as chuvas na região nordestina concentram-se em três ou quatro meses do

ano, onde ultrapassam os 50%, chegando muitas vezes a aproximadamente 70% do total de chuvas anuais. Como exemplo desse tipo de comportamento pluviométrico, podemos observar que no mês de janeiro de 2004 choveu mais do que a média pluviométrica anual que é de 539,3mm, atingindo uma pluviosidade de 620mm, correspondendo assim, a mais de 50% das chuvas registradas desse ano que teve um total de 1.119mm.

Sobre a concentração das chuvas Bertoni e Lombardi Neto (2014) reforçam que em duas regiões pode cair no mesmo ano, à mesma quantidade de chuva, não significando isso que a situação seja semelhante, pois, em um determinado local pode ter concentrado chuvas leves e, no outro, duas a três chuvas pesadas que contribuam com 60% ou 80% do total. É provável que neste último, se as demais condições são semelhantes, espera-se uma erosão mais severa.

Nessa perspectiva, as chuvas apresentam uma grande potencialidade erosiva devido a sua concentração, pois, atingem o terreno com uma forte intensidade, onde, dependendo das condições físicas em que o meio apresente uma instabilidade dos seus agregados, pode acarretar maior perda de solo pelos processos erosivos. Desta forma, a distribuição e intensidade das chuvas ao longo dos anos, são fatores decisivos no processo de erosão dos solos, assumindo assim, um papel importantíssimo na análise da fragilidade ambiental.

5.5 ANÁLISE INTEGRADA DOS ELEMENTOS FÍSICOS EM CORRELAÇÃO COM OS PROCESSOS EROSIVOS

Com os resultados obtidos foi elaborada a carta matriz (tabela 12) com as características de cada um dos quatros elementos considerado, juntamente com o grau de fragilidade em que se encontram os mesmos, sendo que a análise integrada dos fatores ambientais subsidiou a compreensão dos processos erosivos ocorrentes no Sítio Marcação/RN.

Tabela 12: Carta matriz das características físicas do meio e os graus de fragilidade ambiental dos elementos naturais do Sítio Marcação/RN.

ELEMENTOS FÍSICOS	CARACTERÍSTICAS DO MEIO	GRAUS DE FRAGILIDADE AMBIENTAL
Uso e Manejo da Terra/ Cobertura Vegetal	Os procedimentos usados para o preparo do solo se constituem de nível primitivo, em decorrência dos implementos agrícolas simples adotados (desmatamento, queimadas e o uso da tração animal) / Áreas da propriedade agrícola, onde se apresenta desprovida de sua vegetação nativa, com a presença de uma rala pastagem, devido às práticas de desmatamento ao qual a área foi submetida – Área da propriedade com a presença de mata secundária, com sua formação arbustiva densa.	Proteção ao Solo 5 - Muito Baixo a Nulo (correspondente às áreas desmatadas com presença de pastagens); Proteção ao Solo 2 - Alto (correspondente às áreas de mata secundária, com sua formação arbustiva densa);
Relevo	Suave Ondulado (3 - 8%)/Ondulado (8 - 20%)	1- Muito Fraca e 2- Fraca /2- Fraca e 3- Média;
Solo	Neossolos Regolíticos (RR) de textura arenosa	4 – Forte;
Clima	Semiárido: com comportamento pluviométrico irregular ao longo do ano, com episódios de alta intensidade e volumes anuais baixos, geralmente abaixo de 900 mm/ano.	5 – Muito Forte;

Fonte: Elaboração do autor, 2016.

De acordo com Ross (1994) o que diferencia os meios estáveis (ambientes naturais) dos meios instáveis (ambientes antropizados), é o fator uso da Terra/Cobertura Vegetal. Com base nos dados obtidos na propriedade agrícola, verifica-se que está inserida na Unidade Ecodinâmica de Instabilidade Emergente, já que a área não apresenta qualquer tipo de vegetação natural preservada, e em virtude desse ambiente antropizado, o meio fica vulnerável aos processos de degradação da paisagem.

Nos últimos anos, as atividades antrópicas têm atuado como um agente acelerador dos processos modificadores da paisagem. O surgimento dos processos erosivos para Guerra *et al* (2014), corresponde a incisões que se originam da tendência de sistemas naturais (encosta, bacia hidrográfica, etc.) a atingir um estado de equilíbrio entre energia disponível (intensidade e frequência de chuvas, teor de umidade do solo, etc.), e eficiência do sistema em dispensar essa energia.

Na vertente analisada (figura 09), onde estão localizados os processos erosivos, o comprimento da rampa é de 147 metros, sendo que esse aspecto interfere diretamente na velocidade das enxurradas. Para Bertoni e Lombardi Neto (2014), quanto maior o comprimento da rampa, mais a enxurrada se acumula e maior energia resultante dessas ações se traduz em um aumento da turbulência do fluxo hidrológico, com isso, o canal vai se ampliando se tornando mais largo e profundo, tendo, desta maneira, condições de transportar grandes quantidades de sedimentos e, conseqüentemente, uma maior taxa de erosão.

Figura 09: Comprimento da rampa em metros (M).



Fonte: Adaptado do Google Earth, 2016.

Os focos erosivos identificados estão localizados a norte da propriedade agrícola e verifica-se que os principais fatores que ocasionaram a erosão, correspondem, respectivamente, ao manejo inadequado da terra como plantio em linhas direcionadas aos cursos d'água, o pastoreio excessivo do gado e a retirada da vegetação da vertente.

Devido a essas atividades, o solo fica exposto à energia cinética das chuvas que, em virtude de suas características naturais, onde o solo apresenta uma alta susceptibilidade à erosão, devido à presença de conteúdos significativos de areia em sua textura, facilita a retirada do material pela água.

Esse processo proporciona o ambiente a se adaptar em novo estágio de equilíbrio, principalmente, na sua função hidrológica. O fluxo hídrico que deveria ser absorvido pelo solo, acaba atingindo o terreno com a ação dos *splash* e a princípio, o escoamento da água tende a ser difuso, no entanto, com o aumento das enxurradas, o fluxo hídrico acaba escoando por pequenos canais de forma concentrada, onde, esse tipo de ação em virtude do comprimento da encosta, em que a água ganha velocidade e intensidade, atingindo o terreno de forma linear, causando assim, a erosão em sulco (figura 10).

Figura 10: Erosão em Sulcos/Ravinas no Sitio Marcação/RN.



Fonte: Arquivo do autor, 2016.

Para Bertoni e Lombardi Neto (2014, p.77) a erosão em sulcos é resultado “[...] de pequenas irregularidades na declividade do terreno que faz que a enxurrada, concentrando-se em alguns pontos do terreno, atinja volume e velocidade suficientes para formar riscos mais ou menos profundos”. Uma vez ocorrida à precipitação no terreno com sua vegetação bem defasada, o escoamento das águas pode ocasionar diferentes tipos de erosão. Para Bryan (1987) *apud* Guerra *et al*, (2014, p.47): “as ravinas permanentes, que persistem no mesmo local por períodos prolongados, quase sempre evoluem para voçorocas, encosta abaixo, e podem formar os estágios iniciais da evolução de redes de drenagem”.

Para Bertoni e Lombardi Neto (2014, p.77), as voçorocas (figura 11), podem ser entendidas como “a forma espetacular de erosão, ocasionada por grandes

concentrações de enxurradas que passam, ano após ano, no mesmo sulco, que vai ampliando, pelo deslocamento de grandes massas de solo, e formando grandes cavidades em extensão e em profundidade”. Distingue-se uma ravina de uma voçoroca, segundo o critério de que, ravinas seriam incisões de até 50 cm de largura e profundidade. Acima destes valores, as feições erosivas podem ser denominadas de voçorocas (GUERRA, 1998).

Figura 11: Erosão em Voçorocas no Sítio Marcação/RN.



Fonte: Arquivo do autor, 2016.

As voçorocas podem ser classificadas de acordo com Bertoni e Lombardi Neto (2014), por sua profundidade e pela área de sua bacia e podem ser consideradas profundas quando têm mais de 5m de profundidade, médias quando têm de 1 a 5m e pequenas com menos de 1m. Em relação à bacia elas são consideradas pequenas quando a área de drenagem é menor que 2 hectares, médias entre 2 a 20 hectares e grandes quando têm mais de 20 hectares. Nesta perspectiva, a voçoroca em estudo, pode ser considerada em sua profundidade como média por ter cerca de 2m e, em sua bacia, como pequena já que a área onde ela abrange é menor que 2 hectares de terra.

Em virtude desse ambiente instável, Vitte e Guerra (2014) evidencia que os processos erosivos acelerados causam diversos prejuízos ao meio ambiente e a sociedade, tanto no local (*onsite*) onde os processos de degeneração ocorrem como

em áreas próximas e afastadas (*offsite*). Os efeitos *onsite* incluem a diminuição da fertilidade dos solos, o crescimento das plantas, a desertificação dos solos e diminuição da capacidade dos solos em reter a água. Os efeitos *offsite* decorrem do escoamento das águas e sedimentos, ocasionando mudanças negativas ao meio ambiente com impactos relacionados a enchentes, assoreamento de rios, contaminação dos corpos líquidos etc.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise integrada dos componentes naturais (solo, relevo e clima) e do componente antrópico (uso e manejo da terra) para a compreensão dos processos erosivos atuantes no Sítio Marcação/RN, possibilitaram o cumprimento dos objetivos propostos nesta pesquisa, pois com base na abordagem metodológica proposta por Tricart (1977) e Ross (1994) foi possível identificar dos principais elementos que influenciam os processos erosivos, bem como o entendimento da dinâmica da paisagem na área de estudo.

Os principais fatores que influenciaram os processos erosivos no Sítio Marcação caracterizam-se pelo comprimento da encosta atrelada às práticas inadequadas de uso e manejo do solo, tais como desmatamento, agricultura mal planejada com plantio em linhas dirigidas a favor dos cursos d'água, pastoreio excessivo, associados a um tipo de solo muito frágil e sobre influência de um regime climático com forte concentração de chuvas, facilitaram o escoamento superficial concentrado, o que gerou as feições erosivas encontradas na propriedade agrícola.

A identificação da fragilidade de cada um dos elementos naturais, possibilita uma definição precisa sobre os métodos e ações a serem implementadas em um espaço-físico territorial. A utilização dessa metodologia é de amplo interesse social, na medida em que ela subsidia a estratégia de um planejamento ambiental que, conseqüentemente, proporciona uma utilização sustentável dos recursos naturais.

Pretende-se mostrar para os agricultores da região, que nem sempre, as práticas de desmatamentos, queimadas, entre outras, é o mais correto para lidar com a agricultura. Uma análise das características e potencialidade dos solos, juntamente com a adoção de técnicas que proporcione a utilização sustentável do mesmo, faz com que, esses agricultores tenham mais resultados positivos em longo prazo, visto que, ele não estará degradando o meio ambiente, dando maior longevidade ao solo, conseqüentemente, podendo usá-lo por mais tempo, já que, o solo assume uma grande importância como base econômica das comunidades rurais.

Uma série de medidas podem ser propostas para serem utilizadas no meio rural objetivando a conservação dos solos e a recuperação de áreas degradadas, e dentre elas, podemos destacar o reflorestamento, a não utilização de queimadas, rotação de culturas, manutenção da cobertura vegetal em épocas críticas durante o

ano, principalmente, em corte de estradas e margens de rios, terraceamento, cultivo em curva de nível, agricultura orgânica. Estes são alguns exemplos de práticas de manejo adequado, que permiti ao solo sua utilização sustentável.

A importância dos solos ultrapassam as fronteiras da agricultura, pecuária e silvicultura, onde, esse elemento natural, pode atuar promovendo a acumulação de matéria orgânica, como filtros e transformador de atividades entre a atmosfera e a água existente no subsolo, protegendo a cadeia alimentar e a água potável contra a poluição, onde o solo atua como armazenador de água e nutrientes, ajuda a preservar a flora e a fauna, participando assim, da manutenção da biodiversidade.

Uma forma de sensibilizar os agricultores da região no tocante á importância da utilização e preservação, não só dos solos, mas de todo meio ambiente, se deve através da adoção de uma educação ambiental. A prática da educação ambiental tem como principal objetivo formar cidadãos com o pensamento ecológico, capazes de realizar mudanças, comportamento e atitudes com relação à natureza, sendo ela, um importante caminho para alertar as pessoas sobre as causas e consequências da erosão e de outros problemas causados pela ação antrópica, podendo assim, evita problemas ambientais, econômicos e até sociais.

REFERENCIAS

AMARAL, Rosangela do. ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. As unidades ecodinâmicas na análise da fragilidade ambiental do parque estadual do morro do diabo e entorno Teodoro Sampaio/SP – GEOUSP - Espaço e Tempo, São Paulo, Nº 26. 2009. p. 59-78.

ARAÚJO, Sérgio Murilo Santos de. A região semiárida do nordeste do Brasil: Questões Ambientais e Possibilidades de uso Sustentável dos Recursos. Rios Eletrônica- Revista Científica da FASETE ano 5 n. 5 dezembro de 2011. 10p.

BERTONI, José. LOMBARDI NETO, Francisco. Conservação do solo. – São Paulo: Ícone, 2014. – 9ª edição 360p..

BLUM, W. E. H. The role of soil in sustaining society and the environment: realities and challenges for thest century. Keynote lectures. XVII World congress of soil science, Bangkok, Tailândia, 2002, p.67-86.

BRYAN, R. B. (1987). Processes and significance of rill development. Catena supplement, 8, p.1-15.

CARVALHO, Newton de Oliveira. Hidrossedimentologia pratica. – 2ª ed., rev., atual. e ampliada. – Rio de Janeiro: Interciencia, 2008. 602p.

CPRM. Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimentos por Água Subterrânea, Estado do Rio Grande do Norte, Diagnóstico do município de São José do Campestre, Recife, 2005. 21p.

DIAS, Reginaldo. Gestão ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2011. p.01-33.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa em Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília, DF: Embrapa Produção de Informação, 1999.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2ª ed. – Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006. 308p

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 3ª ed. 2013. 353p.

EMPARN. Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte. Monitoramento pluviométrico do município de São José do Campestre/RN. 2016. Disponível em: <http://www.emparn.rn.gov.br/> acesso em: 01/10/2016.

FAGERIA, Nand Kumar. STONE, Luís Fernando. - Qualidade do solo e meio ambiente / - Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. 36p.

FAVARETTO, N.; COGO, N.P.; BERTOL, O.J. Degradação do solo por erosão e compactação. In: Lima et al. (Eds.) Diagnóstico e Recomendações de Manejo do Solo. Curitiba: UFPR/Setor de Ciências Agrárias, 2006. p.255-292.

GUERRA, A.J.T. (1998). Processos erosivos nas encostas. In: GUERRA, A.J.T. e CUNHA, S.B. (eds). Geomorfologia, uma atualização de bases e conceitos, Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 3ª. Edição, 149-209.

GUERRA, Antônio José Teixeira; MARÇAL, Monica dos Santos – Geomorfologia Ambiental.- Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006. 192p.

GUERRA, Antônio Teixeira. GUERRA, Antônio José Teixeira. Novo dicionário geológico-geomorfológico. 6ª ed. – Rio de Janeiro. Bertand Brasil, 2008. 652p.

GUERRA, Antônio José Teixeira. CUNHA, Sandra Batista da. Geomorfologia e meio ambiente. 4ª. ed. – Rio de Janeiro: Bertand Brasil, 2010. 372p.

GUERRA, Antônio Jose Teixeira. JORGE, Maria do Carmo Oliveira. Degradação dos solos no Brasil. - Rio de Janeiro. Bertand Brasil, 2014. p.16.

GUERRA, Antônio Jose Teixeira. SILVA, Antônio Soares da. BOTELHO, Rosangela Garrido Machado. Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações. – 9ª ed. – Rio de Janeiro. Bertand Brasil. 2014. 340p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual técnico de pedologia. 2ª ed. Rio de Janeiro, 2007. 315p.

LAL, R. Soil degradation in relation to climate. In: INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE. Climate and food security. Los Baños, 1989. p. 257-276.

LEMOS, José de Jesus Souza. Níveis de Degradação no Nordeste Brasileiro. Revista Econômica do Nordeste, Fortaleza, v.32, n. 3, 2001. p.406-429.

LEPSCH, Igor F. Formação e conservação dos solos. 2ª ed. - São Paulo: Oficina de textos, 2010. 216p.

Levantamento Exploratório - Reconhecimento de solos do Estado do Rio Grande do Norte: Escala: 1:500.000 :: Embrapa – 1971.

LIMA, Paulo César Fernandes. Áreas degradadas: métodos de recuperação no semiárido brasileiro. XXVII Reunião Nordestina de Botânica. Petrolina/PE, 2004, p.70-79.

MANZATTO, Celso Vainer. FREITAS JUNIOR, Elias de. PERES, José Roberto Rodrigues. Uso agrícola dos solos brasileiros. (ed.). – Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002. 174p.

MARQUES, Paulo Jorge Pazin. Riscos de erosão do solo na bacia hidrográfica do rio quatorze, município de Francisco Beltrão/PR, por meio de geoprocessamento. Monografia (Especialização em Gestão de Defesa Agropecuária). Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2010. 54p.

MARQUEZ, F. A.; NASCIMENTO, A. F. do; ARAUJO FILHO, J. C. de; SILVA, A. B. da. Solos do Nordeste. EMBRAPA, 2014. Disponível em: <http://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=1003864&biblioteca=va&zio&busca=1003864&qFacets=1003864&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1> acesso em: 16/06/2016.

NIMER, E. Um modelo metodológico de classificação de climas. Revista Brasileira de Geografia, Rio de Janeiro, v. 41, n. 4, 1979. p. 59-89.

PINTO, Nelson Guilherme Machado. CORONEL, Daniel Arruda. LOPES, Mygre Machado. SILVA, Rodrigo Abbade da. A degradação ambiental no Brasil: uma análise das evidências empíricas. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013. 16p.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras. 3ª ed. rev. Rio de Janeiro: Embrapa - CNPS, 1995. 68p.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. Revista do Departamento de Geografia/ FFLCH/USP, n.º 8, p. 63-73, 1994.

SILVA, Jean Carlos Bernardo. Agricultura familiar no município de São José do Campestre/RN. Monografia (Graduação em Geografia). – Guarabira: UEPB, 2012. p.29-39.

SPÖRL, C. Análise da fragilidade ambiental relevo-solo com aplicação de três modelos alternativos nas altas bacias do Rio Jaguari Mirim, Ribeirão do Quartel e Ribeirão da Prata. São Paulo, 1v. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo. 2001. 164p.

TRICART, J. – Ecodinâmica. Rio de Janeiro: IBGE, Secretaria de Planejamento da Presidência da República, Diretoria Técnica, 1977. 97p.

VITTE, Antônio Carlos. GUERRA, Antônio José Teixeira. Reflexões sobre a geografia física no Brasil. – 7ª ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014. 282p.

APÊNDICE

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CENTRO DE HUMANIDADES – CAMPUS III
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA**

ROTEIRO DA ENTREVISTA

Pesquisador: Marlon Nelo de Lima

Matrícula: 122430174

Nome dos entrevistados:

Idade dos entrevistados:

Profissão:

1. Quais as técnicas usadas para uso e manejo do solo?
2. Quais os tipos de cultura cultivada?
3. Qual o destino da produção?
4. Quais os tipos de criação de animal?
5. Quais os tipos de insumo utilizados?