



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
COPEAG – COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA
AGRÍCOLA**

KEVIANE PEREIRA ARAGÃO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

Dissertação de Mestrado

**DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NO ENTORNO DA ALÇA SUDOESTE DO
MUNICÍPIO DE CAMPINA GRANDE-PB.**

Campina Grande/PB – Brasil
2018



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
COPEAG – COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA
AGRÍCOLA**

DISSERTAÇÃO

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM IRRIGAÇÃO E DRENAGEM

**DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NO ENTORNO DA ALÇA SUDOESTE DO
MUNICÍPIO DE CAMPINA GRANDE-PB.**

KEVIANE PEREIRA ARAGÃO

Campina Grande/PB – Brasil
2018



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
COPEAG – COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA
AGRÍCOLA**

KEVIANE PEREIRA ARAGÃO

**DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NO ENTORNO DA ALÇA SUDOESTE DO
MUNICÍPIO DE CAMPINA GRANDE-PB.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Campina Grande, como parte das exigências do Curso de Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola para obtenção do título de mestre em Engenharia Agrícola.

Área de Concentração: Irrigação e Drenagem

Dr. João Miguel de Moraes Neto, Dr.
Orientador

Campina Grande/PB – Brasil
2018

A659d

Aragão, Keviane Pereira.

Degradação ambiental no entorno da Alça Sudoeste do município de Campina Grande / Keviane Pereira Aragão. – Campina Grande, 2018.

66 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciência e Tecnologia, 2018.

"Orientação: Prof. Dr. João Miguel de Moraes Neto".

Referências.

1. Degradação Ambiental. 2. Sensoriamento Remoto. 3. Mapas Digitais. I. Moraes Neto, João Miguel de. II. Título.

CDU 624.13:528.8 (043.3)



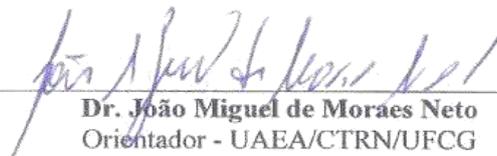
PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO

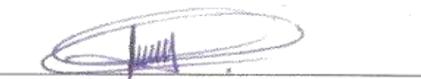
KEVIANE PEREIRA ARAGÃO

**“DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NO ENTORNO DA ALÇA SUDOESTE DO
MUNICÍPIO DE CAMPINA GRANDE-PB”**

APROVADO: 29 de junho DE 2018

BANCA EXAMINADORA


Dr. João Miguel de Moraes Neto
Orientador - UAEA/CTRN/UFCG


Dr. Juarez Paz Pedroza
Examinador - UAEA/CTRN/UFCG


Dr. Ademir Montes Ferreira
Examinador – UAEC/CTRN/UFCG

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e por Sua presença constante em todos os momentos da minha vida.

A Universidade Federal de Campina Grande, pela oportunidade e estrutura disponibilizada para o desenvolvimento desta dissertação.

A CAPES, pela bolsa de estudo em nível de pós-graduação.

Ao meu orientador professor Dr. João Miguel de Moraes Neto, pela prontidão em tecer sugestões sempre construtivas.

Ao Engenheiro Cartógrafo Miguel José da Silva, por todo o auxílio e colaboração, nos trabalhos no LMRS.

A minha mãe Marié Pereira Aragão, e a meus irmãos Anne Jakelinne, Gilliane e José Luís, por todo o incentivo ao longo dessa jornada.

A minha filha Ana Júlia, e meus sobrinhos Rafael, Jéssica Bianca, Ana Beatriz, Samara Laís, Giovanna e Letícia pelo amor incondicional que me conduz a cada dia.

Ao meu companheiro Bruno, pela paciência e compreensão na conclusão de mais este objetivo.

Meus sinceros agradecimentos a todos que, de alguma forma, contribuíram com esta conquista. Muito obrigada.

DEDICATÓRIA

Para quem me apoia, todos os dias, com seu sorriso,
sua segurança, seu amor.
Não poderia ser diferente.
Dedico este trabalho à minha família.

SUMÁRIO

RESUMO.....	17
ABSTRACT.....	18
1. INTRODUÇÃO.....	19
Objetivos.....	20
Objetivo Geral.....	20
Objetivos Específicos.....	20
2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	21
2. 1 Localização.....	21
2. 2 Clima.....	22
2. 3 Vegetação.....	23
2. 4 Solos.....	23
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	24
3. 1 Desastres Naturais.....	24
3. 1. 1 O que são Desastres Naturais?.....	24
3. 1. 2 Classificação dos Desastres.....	25
3. 2 Degradação Ambiental.....	27
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	33
4. 1 Material.....	33
4. 2 Metodologia.....	33
4. 2. 1 Processamento dos Dados.....	33
4. 2. 2 Análise da Degradação Ambiental.....	33
4. 2. 3 Processamento Digital das Imagens.....	34
4. 2. 4 Trabalho de Campo.....	37
4. 2. 5 Elaboração dos Mapas Temáticos.....	37
4. 2. 6 Análise da Degradação das Terras e da Cobertura Vegetal.....	37
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39

5. 1 Estudo Temporal	39
5.2 Mapas Digitais das Classes de Cobertura Vegetal e Uso de Terra ao longo da Alça Sudoeste da Cidade de Campina Grande/PB.....	44
5. 2. 1 Classe de Vegetação Densa.....	48
5. 2. 2 Classe de Vegetação Semi Densa.....	49
5. 2. 3 Classe de Vegetação Rala	50
5. 2. 4 Classe de Vegetação Rala mais Solo Exposto	50
5. 2. 5 Classe de Vegetação Solo Exposto.....	51
5. 3 Mapas Digitais dos Níveis de Degradação das Terras ao longo da Alça Sudoeste da Cidade de Campina Grande/PB.....	52
5. 3. 1 Nível de Degradação muito Grave	55
5. 3. 2 Nível de Degradação Grave	57
5. 3. 3 Nível de Degradação Moderada Grave.....	58
5. 3. 4 Nível de Degradação Moderada.....	60
5. 3. 5 Nível de Degradação Moderada Baixo.....	61
5. 3. 6 Nível de Degradação Moderada muito Baixo.....	61
6. CONCLUSÕES.....	63
7. SUGESTÕES.....	64
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização da área de estudo no Estado da Paraíba na Mesorregião do Agreste Paraibano. Fonte: Adaptado de AESA (2018).	21
Figura 2: Vista superior da cidade de Campina Grande/PB, com destaque a Alça Sudoeste. Fonte: Adaptado do Google Terra (2018).	21
Figura 3: Mapa da divisão climática do Estado da Paraíba segundo W. Köppen. Fonte: Adaptado do Atlas Geográfico do Estado da Paraíba.	23
Figura 4: Mapa da cobertura vegetal e uso de terra do Estado da Paraíba. Fonte: Adaptado de AESA (2018).	23
Figura 5: Mapa dos tipos de solo do Estado da Paraíba. Fonte: Adaptado de Embrapa Solos (2018).	24
Figura 6: Composição Multiespectral Ajustada (CMA) para o ano 1989. Fonte: Autora (2018).	40
Figura 7: Composição Multiespectral Ajustada (CMA) para o ano de 2007. Fonte: Autora (2018).	41
Figura 8: Vista superior do antigo "Lixão do Mutirão" que se situava na alça sudoeste do Município de Campina Grande/PB . Fonte: Adaptado de Google Maps (2018).	41
Figura 9: Composição Multiespectral Ajustada (CMA) para o ano de 2017. Fonte: Autora (2018).	42
Figura 10: Área de pastagem com pecuária extensiva situada no entorno da alça sudoeste do Município de Campina Grande/PB . Ponto de Observação 16 - Lat 07º 15" 36,7' e Long 35º 56" 9,2'. Fonte: Autora (2018)	43

Figura 11:Conjunto habitacional situado no entorno da alça sudoeste do Município de Campina Grande/PB. Ponto de Observação 16 - Lat 07º 15" 36,7' e Long 35º 56" 9,2'. Fonte: Autora (2018).....	43
Figura 12: Vista superior do Bairro do Mutirão, com área degradada pela exploração de material para construção civil. Fonte: Adaptado de Google Maps (2018). ..	44
Figura 13: Mapa digital das classes de vegetação em parte do Município de Campina Grande/PB para o ano de 1989. Fonte: Autora (2018).	45
Figura 14: Mapa digital das classes de vegetação em parte do Município de Campina Grande/PB para o ano de 2007. Fonte: Autora (2018).	45
Figura 15: Mapa digital das classes de vegetação em parte do Município de Campina Grande/PB para o ano d 2017. Fonte: Autora (2018).	46
Figura 16: Área de vegetação densa, com vale de drenagem natural, relevo ondulado a fortemente ondulado, situada no entorno da alça sudoeste do Município de Campina Grande/PB. Ponto de Observação 4 - Lat 07º 13" 12,4' e Long 35º 57" 08,0'. Fonte: Autora (2018).....	48
Figura 17: Área de vegetação densa, com exemplares arbóreos espaçados, presença de gramínea, situada no entorno da alça sudoeste do Município de Campina Grande/PB. Ponto de Observação 4 - Lat 07º 13" 12,4' e Long 35º 57" 08,0'. Fonte: Autora (2018).....	48
Figura 18: Área de relevo suave ondulado a ondulado, área de vegetação semi densa intercalando com área de agricultura e pastagem, situada no entorno da alça sudoeste do Município de Campina Grande/PB. Ponto de Observação 8 - Lat 07º 14" 03,7' e Long 35º 58" 52,1	49

Figura 19: Área de forrageira com presença de gramíneas, situada no entorno da alça sudoeste do Município de Campina Grande/PB. Ponto de Observação 8 - Lat 07° 14" 03,7' e Long 35° 58" 52,1'. Fonte: Autora (2018).	49
Figura 20: Área de pastagem, revelo plano a suave ondulado, cobertura vegetal gramínea, solo arenoso, baixa densidade demográfica, situada no entorno da alça sudoeste do Município de Campina Grande/PB. Ponto de Observação 9 - Lat 07° 14" 31,8" e Long 35° 59" 28.....	50
Figura 21: Área de pastagem, relevo suave ondulado a ondulado, presença de açude, drenagem natural, situada no entorno da alça sudoeste do Município de Campina Grande/PB. Ponto de Observação 3 - Lat 07° 12" 15,6' e Long 35° 57" 05,4'. Fonte: Autora (2018).....	50
Figura 22: Relevo suave ondulado, cobertura vegetal gramínea, presença de cactáceas, afloramento rochoso, situada no entorno da alça sudoeste do Município de Campina Grande/PB. Ponto de Observação 11 - Lat 07°15"44,1'e Long 35° 59" 17, 3'. Fonte: Autora (2018).....	51
Figura 23: Relevo ondulado, solo exposto, alta pedregosidade, situada no entorno da alça sudoeste do Município de Campina Grande/PB. Ponto de Observação 12 - Lat 07°14"49,9' Long 35° 56" 13, 0'. Fonte: Autora (2018).	51
Figura 24: Mapa digital das classes de degradação em parte do Município de Campina Grande/PB para o ano de 1989. Fonte: Autora (2018).	52
Figura 25: Mapa digital das classes de degradação em parte do Município de Campina Grande/PB para o ano de 2007. Fonte: Autora (2018).	53
Figura 26: Mapa digital das classes de degradação em parte do Município de Campina Grande/PB para o ano de 2017. Fonte: Autora (2018).	53

Figura 27: Relevo ondulado, solo exposto, erosão laminar, por sulco, alta pedregosidade, situada no entorno da alça sudoeste do Município de Campina Grande/PB. Ponto de Observação 12 - Lat 07° 14" 49,9' e Long 35° 56" 13,0'. Fonte: Autora (2018).	55
Figura 28: Esgoto a céu aberto do presídio Serrotão, situado no entorno da alça sudoeste do Município de Campina Grande/PB. Ponto de Observação 4 - Lat 07° 13" 12,4' e Long 35° 57" 08,0'. Fonte: Autora (2018).....	56
Figura 29: Esgoto a céu aberto (presídio serrotão), situado no entorno da alça sudoeste do Município de Campina Grande/PB. Ponto de Observação 4 - Lat 07° 13" 12,4' e Long 35° 57" 08,0'. Fonte: Autora (2018).....	56
Figura 30: Animal dentro do canal de drenagem inacabado, no bairro do Mutirão, situado no Município de Campina Grande/PB. Ponto de Observação 5 - Lat 07° 13" 42,9' e Long 35° 57" 04,0'. Fonte: Autora (2018).....	57
Figura 31: Morro com exploração da pedreira Britatec, no bairro do Mutirão, situado no Município de Campina Grande/PB. Ponto de Observação 7 - Lat 07° 13" 59,6' e Long 35° 57" 54,4'. Fonte: Autora (2018).	58
Figura 32: Área do antigo lixão municipal, situada na alça sudoeste do Município de Campina Grande/PB. Ponto de Observação 13 - Lat 07° 14"05,7' e Long 35° 56" 30,2'. Fonte: Autora (2018).....	58
Figura 33: Área com relevo ondulado a fortemente ondulado, mais acima morro com retirada de vegetação, situada no entorno da alça sudoeste do Município de Campina Grande/PB. Ponto de Observação 4 - Lat 07° 13" 12,4' e Long 35° 57" 08,0'. Fonte: Autora (2018).....	59
Figura 34: Área com relevo suave ondulado, presença de açude, ao fundo conjunto habitacional, situada no entorno da alça sudoeste do Município de Campina	

Grande/PB. Ponto de Observação 17 - Lat 07° 15" 58,2' e Long 35° 55" 30,6'. Fonte: Autora (2018).	59
Figura 35: Relevo suave ondulado, área de pastagem, alguns exemplares arbóreos, situada no entorno da alça sudoeste do Município de Campina Grande/PB. Ponto de Observação 17 - Lat 07° 15" 58,2' e Long 35° 55" 30,6'. Fonte: Autora (2018).	60
Figura 36: Fazenda de criação bovina extensiva/subestação de alta tensão, situada no entorno da alça sudoeste do Município de Campina Grande/PB. Ponto de Observação 18 - Lat 07° 16" 27,2' e Long 35° 54" 26,1'. Fonte: Autora (2018).	60
Figura 37: Relevo suave ondulado, vegetação de gramíneas com alguns exemplares arbustivos, área situada no entorno da alça sudoeste do Município de Campina Grande/PB. Ponto de Observação 16 - Lat 07° 15" 36,7' e Long 35° 56" 9,2'. Fonte: Autora (2018).	61
Figura 38: Vegetação mais densa, exemplares arbóreos espaçados, área situada no entorno da alça sudoeste do Município de Campina Grande/PB. Ponto de Observação 4 - Lat 07° 13" 12,4' e Long 35° 57" 08,0'. Fonte: Autora (2018)..	62
Figura 39: Vegetação densa, presença de xique-xique, facheiro, baixa densidade demográfica, área situada no entorno da alça sudoeste do Município de Campina Grande/PB. Ponto de Observação 9 - Lat 07°14"31,8' e Long 35° 59" 28, 9'. Fonte: Autora (2018).	62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Classificação dos desastres em relação à intensidade.	26
Tabela 2: Componentes de um sistema de aquisição de informações através do sensoriamento remoto.....	30
Tabela 3: Indicadores fotointerpretativos dos níveis de degradação.....	38
Tabela 4: Quantificação das classes de cobertura vegetal para o período de 1989, 2007 e 2017 na alça sudoeste do Município de Campina Grande/PB.	46
Tabela 5: Quantidade dos níveis de degradação das terras, para os anos de 1989, 2007 e 2017, na alça sudoeste do Município de Campina Grande/PB.	54

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Áreas de classes de vegetação (km ²) para os anos de 1989, 2007 e 2017 na alça sudoeste do Município de Campina Grande/PB.	47
Gráfico 2: Áreas de classes de degradação (km ²) no período de 1989, 2007 e 2017, na alça sudoeste do Município de Campina Grande/PB.	55

DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NO ENTORNO DA ALÇA SUDOESTE DO MUNICÍPIO DE CAMPINA GRANDE-PB.

RESUMO

A expansão urbana desordenada e sem fiscalização, vem ocasionando degradação ambiental ao longo da alça sudoeste da cidade de Campina Grande-PB, devido à remoção da vegetação nativa e a retirada de solo para a construção civil. Com isso, este trabalho teve o objetivo de estudar a degradação ambiental no entorno da alça sudoeste, para isso utilizou-se técnicas de Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas. Também foi realizado o estudo espaço temporal da degradação ambiental em toda área, com base nas imagens do satélite Landsat-5 para os anos de 1989 e 2007, e satélite Landsat-8 para o ano de 2017, analisando a dinâmica da degradação ocorrida na área ao longo desses anos. Realizou-se trabalho de campo com uso de GPS para identificação de pontos de controle e posterior georreferenciamento. Os resultados foram apresentados em forma de mapas digitais gerados a partir do georreferenciamento e do tratamento digital das imagens Landsat-5 e Landsat-8. Constatou-se que, durante os 28 anos analisados houve uma explosão imobiliária significativa na região. A cobertura vegetal teve um declínio bastante acentuado, apenas a classe Solo exposto teve um aumento de 19,73 km², representados principalmente, pela expansão urbana ao longo da alça sudoeste. Na degradação ambiental, o índice mais preocupante é o nível de degradação grave que, no período de 28 anos passou de 34, 72 km² para 89, 27 km².

Palavras-Chave: degradação ambiental, sensoriamento remoto, mapas digitais.

ENVIRONMENTAL DEGRADATION IN THE ENVIRONMENT OF THE SOUTHWEST HARBOR OF THE MUNICIPALITY OF CAMPINA GRANDE-PB.

ABSTRACT

Disorganized and uncontrolled urban sprawl has led to environmental degradation along the southwestern corner of the city of Campina Grande-PB, due to the removal of native vegetation and the withdrawal of soil for civil construction. The objective of this work was to study the environmental degradation around the southwest loop, using Remote Sensing and Geographic Information Systems techniques. It was carried out the study of the time of environmental degradation in every study area based on Landsat-5 satellite images for the years 1989 and 2007 and Landsat-8 satellite for the year 2017, analyzing the dynamics of the degradation occurred in the area over the years. Fieldwork was carried out using GPS to identify control points and later georeferencing. The results were presented in the form of digital maps generated from georeferencing and digital treatment of Landsat-5 and Landsat-8 images. It was found that during the 28 years analyzed there was a significant real estate explosion in the region. The vegetation cover had a very marked decline, only the exposed Solo class had an increase of 19, 73 km² represented mainly by the urban expansion along the southwest loop. In environmental degradation, the most worrying index is the level of severe degradation that went from 34, 72 km² to 89, 27 km² in the 28 year period.

Keywords: environmental degradation, remote sensing, digital maps.

1. INTRODUÇÃO

A cidade de Campina Grande está localizada no interior do Estado da Paraíba e tem sua história marcada por discursos voltados para o crescimento e desenvolvimento. A partir dos anos 1920, seguindo esses ideais, a cidade foi incorporando processos similares aos das grandes capitais, com os mecanismos de modernização e urbanização. Sendo, a produção de algodão a principal responsável pelo enriquecimento das elites locais. Os reflexos desse processo estão presentes hoje, na produção do espaço da cidade e em seus aspectos de desigualdade social.

Nas últimas décadas, o meio ambiente vem sofrendo alterações significativas devido ao aumento populacional desordenado. A sociedade contemporânea se caracteriza, principalmente por apresentar crescentes taxas de consumo e de concentração urbana, impondo novas metas para a expansão industrial; suscitando a necessidade de exploração de recursos naturais.

O desencadeamento de diferentes fontes de poluição, a geração de diferentes tipos de resíduos, o registro de crescentes desmatamentos, acentuada degradação de solos agricultáveis, os constantes acidentes naturais e antrópicos que afetam a população, são alguns dos exemplos que podem ser observados em várias regiões de Campina Grande.

Nesse sentido, a utilização de imagens de satélite, complementada com o trabalho de campo, é fundamental no monitoramento do meio ambiente, para se avaliar o grau e a intensidade da degradação das terras. Todavia, o município de Campina Grande carece de informações sobre a forma de organização do seu espaço geográfico e ocupação do solo.

Para o acompanhamento desse evento de caráter dinâmico, é necessário uma fonte de dados com agilidade temporal que satisfaça ao lapso de tempo de mudanças, impostas pela ocupação agrícola e pela ocupação habitacional desordenada, se enquadrando nas técnicas de sensoriamento remoto (Pinto et. al., 1989).

O sensoriamento remoto surgiu, também, como alternativa viável, nos aspectos técnicos e econômicos para levantamento e classificação de cobertura vegetal e uso da terra, pois alia rapidez e precisão a um custo relativamente baixo.

No Sistema de Informações Geográficas – SIG, o principal objetivo é o suporte à tomada de decisões para gerenciamento de uso do solo, recursos hídricos, ecossistemas aquáticos e terrestres. Em geral, o SIG permite inserir e integrar, em uma única base de dados, informações de diferentes fontes e oferece mecanismos para combinar várias informações, através de manipulação e análise, sendo possível também a automatização da produção de documentos cartográficos (Assad e Sano, 1998).

O presente estudo, que abrange parte do Município de Campina Grande, especificamente a Alça Sudoeste, destaca os efeitos negativos ao meio ambiente, causados pela ocupação desordenada em razão do crescimento urbano da cidade.

Objetivos

Objetivo Geral

- Estudar a degradação ambiental no entorno da alça sudoeste da cidade de Campina Grande/PB, utilizando técnicas de Sensoriamento Remoto e Processamento digital de imagens.

Objetivos Específicos

- Realizar o estudo espaço-temporal da degradação ambiental no entorno da alça sudoeste da cidade de Campina Grande/PB.
- Avaliar a cobertura vegetal associada a degradação ambiental no entorno da alça sudoeste da cidade de Campina Grande/PB.
- Gerar mapas de cobertura vegetal e uso da terra, e de níveis de degradação para os anos de 1989, 2007 e 2017 da área em estudo.

CAPÍTULO II

2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

2.1 Localização

Pertencente ao estado da Paraíba, o município de Campina Grande (Figura 1) possui uma área de 620,63 km², sendo a segunda cidade mais populosa do Estado, sua sede municipal se situa a uma altitude de aproximadamente 552 m, distante 120 km da capital do Estado, João Pessoa, além disso, faz fronteira ao Norte com os municípios de Massaranduba, Lagoa Seca, Pocinhos e Puxinanã; a leste com Ingá; ao Sul com Fagundes, Queimadas, Boqueirão e Caturité e, a oeste com o município de Boa Vista.



Figura 1: Localização da área de estudo no Estado da Paraíba na Mesorregião do Agreste Paraibano. Fonte: Adaptado de AESA (2018).

A área de estudo está localizada nas partes norte e oeste de Campina Grande (Figura 2), se estende desde o cemitério Campo Santo Parque da Paz até o contorno que liga ao distrito de São José da Mata, delimitado pela BR – 230.

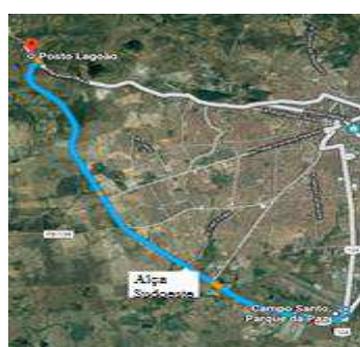


Figura 2: Vista superior da cidade de Campina Grande/PB, com destaque a Alça Sudoeste. Fonte: Adaptado do Google Terra (2018).

A alça sudoeste está situada em uma área que se caracteriza por uma interface urbano-rural, com áreas ainda parcialmente vegetadas, sobretudo por pastagens, em que propriedades de pequeno, médio e grande porte, desenvolvem atividades eminentemente agropecuárias e convivem com a expansão urbana.

2. 2 Clima

A distribuição dos climas da Paraíba está relacionada com a localização geográfica, ou seja, quanto mais próximo do litoral, mais úmido será o clima, quanto mais longe, mais seco. Três tipos climáticos ocorrem na Paraíba: o Clima tropical quente-úmido, com chuvas de outono-inverno (As'), o Clima semi-árido quente (Bsh) e o Clima quente semiúmido, com chuvas de verão (Aw').

Clima Tropical quente-úmido – Domina o litoral, a região da mata e parte do agreste. Com chuvas abundantes (média anual de 1800 mm) e temperatura média anual de 26°C.

Clima semiárido – Com chuvas de verão, predomina no Cariri, no Seridó, em grande parte da Borborema e do Sertão. O clima quente e seco, com chuvas de verão, alcança os índices mais baixos de precipitação do estado, com média anual de 500 mm e temperatura média anual de 26°C.

Clima Tropical semiúmido – Chuvas de verão-outono, que se estende pela região do sertão. Chove mais do que na região semiárida, porém por conta das altas temperaturas e da evaporação, a água disponível é insuficiente para o consumo. As chuvas de verão-outono alcançam em média 800 mm anuais. A temperatura média anual é de 27°C.

O clima predominante na região em estudo, segundo a classificação de Köppen, é do tipo As'- quente e úmido (Figura 3), com chuvas de outono-inverno e, conforme a classificação de Gaussen (Brasil, 1972), apresenta características de clima mediterrâneo quente ou nordestino, de seca atenuada e mediterrâneo quente ou nordestino de seca média com períodos secos variando entre 4 e 7 meses e índice xerotérmico entre 100 e 150. A umidade relativa do ar varia de 75 a 83% e a precipitação média aproximada de 730 mm/ano (série de 10 anos). A temperatura média anual de 26°C, com média das mínimas inferior a 22°C (Moraes Neto, 2002).

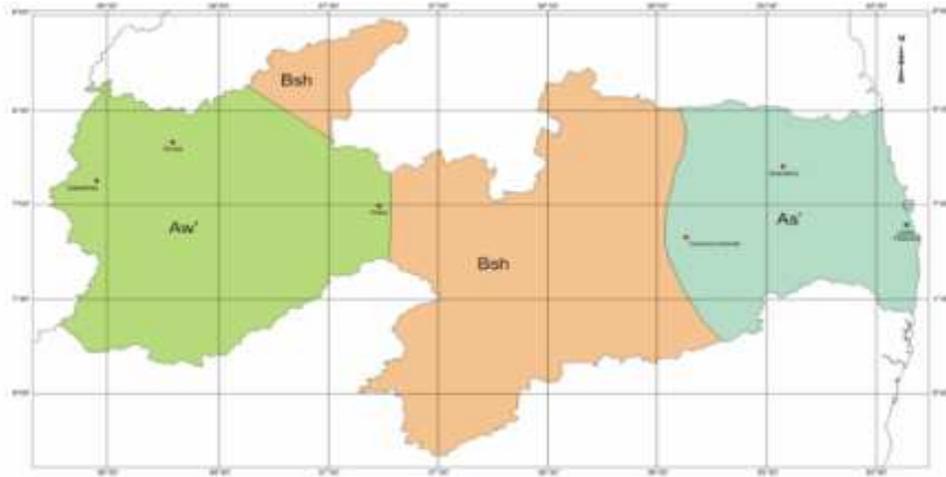


Figura 3: Mapa da divisão climática do Estado da Paraíba segundo W. Koppen. Fonte: Adaptado do Atlas Geográfico do Estado da Paraíba.

2. 3 Vegetação

A vegetação formada pela floresta caducifólia (Figura 4), transiciona para caatinga hipoxerófila, que compreende formações vegetais de porte variável, arbustivo pouco denso e, por vezes, denso, com presença de plantas espinhosas, cactáceas e bromeliáceas. No entanto, a vegetação está praticamente devastada pela ação antrópica, para a utilização agropecuária, o que acabou culminando em uma vegetação raleada.

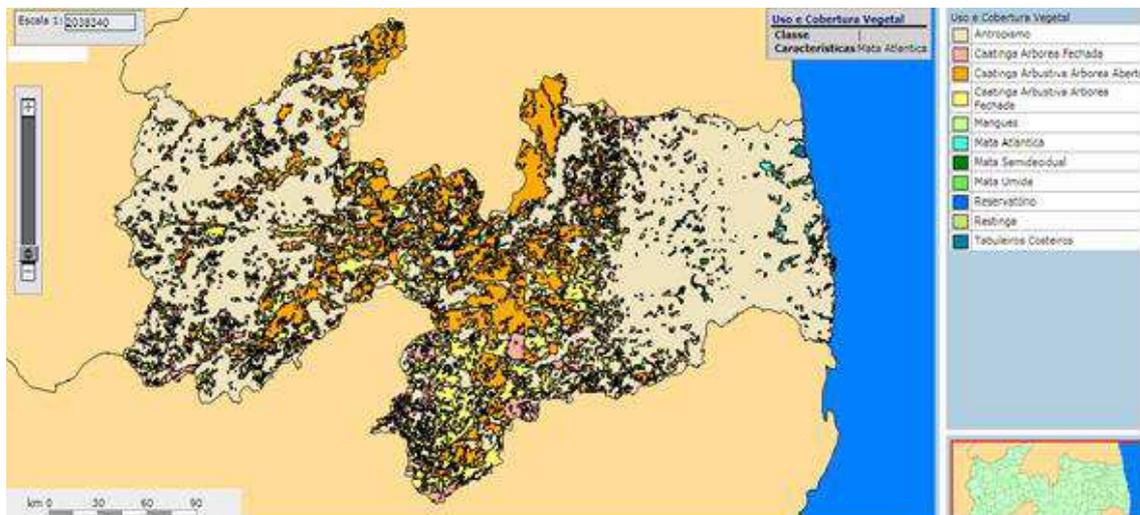


Figura 4: Mapa da cobertura vegetal e uso de terra do Estado da Paraíba. Fonte: Adaptado de AESA (2018).

2. 4 Solos

Os solos predominantes na área (Figura 5) são: o Solonetz Solodizado, o regossolo eutrófico, vertissolos, solos eutróficos e o afloramento de rochas (Moraes Neto, 2002).

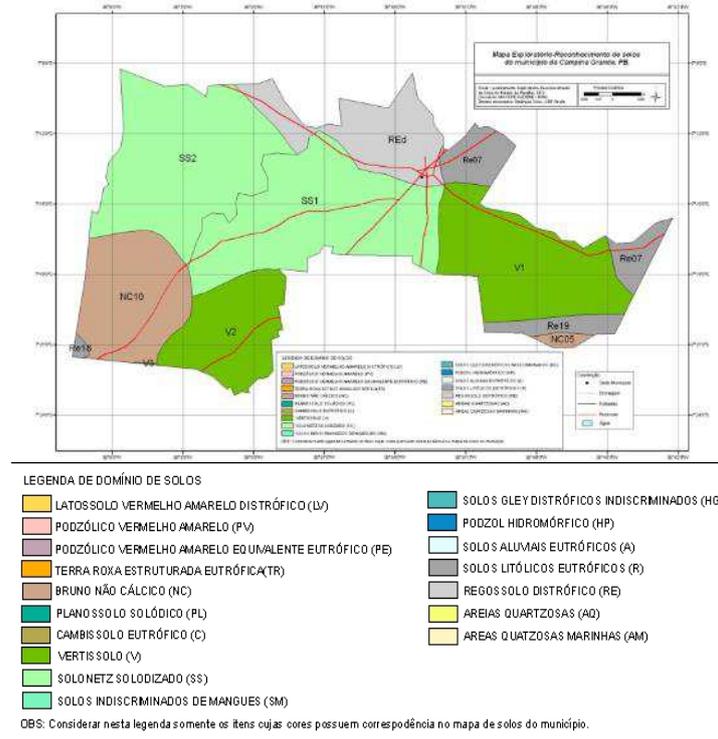


Figura 5: Mapa dos tipos de solo do Estado da Paraíba. Fonte: Adaptado de Embrapa Solos (2018).

CAPÍTULO III

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3. 1 Desastres Naturais

Os Desastres Naturais representam um conjunto de fenômenos que fazem parte da geodinâmica terrestre, portanto, da natureza do planeta. Quando ocorrem podem trazer consequências catastróficas para o ser humano e, por mais que a tecnologia na área seja avançada, muitos são imprevisíveis.

3. 1. 1 O que são Desastres Naturais?

Quando os fenômenos naturais atingem áreas ou regiões habitadas pelo homem, causando danos, passam a ser chamados desastres naturais. A conceituação adotada pela UN-ISDR (2009) considera desastre como:

uma grave perturbação do funcionamento de uma comunidade ou de uma sociedade envolvendo perdas humanas, materiais, econômicas ou ambientais de grande extensão, cujos impactos excedem a capacidade da comunidade ou da sociedade afetada de arcar com seus próprios recursos (UN-ISDR, 2009).

O Relatório Estatístico Anual do EM-DAT (Emergency Disasters Data Base) de 2007, adota alguns critérios para que se possa caracterizar um desastre natural, são eles:

- 10 ou mais óbitos;
- 100 ou mais pessoas afetadas;
- declaração de estado de emergência;
- pedido de auxílio internacional.

No Glossário da Defesa Civil Nacional, desastre é tratado como sendo:

resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem, sobre um ecossistema (vulnerável), causando danos humanos, materiais e/ou ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais. A intensidade de um desastre depende da interação entre a magnitude do evento adverso e o grau de vulnerabilidade do sistema receptor afetado (Castro, 1998).

Desastres naturais podem ser definidos ainda como:

resultado do impacto de fenômenos naturais extremos ou intensos sobre um sistema social, causando sérios danos e prejuízos que excede a capacidade da comunidade ou da sociedade atingida em conviver com o impacto (Tobin e Montz, 1997; Marcelino, 2008).

3. 1. 2 Classificação dos Desastres

As classificações mais utilizadas distinguem os desastres quanto à origem e à intensidade (Alcântara-Ayala, 2002; Marcelino, 2008).

➤ Classificação quanto à origem

Quanto à origem ou causa primária do agente causador, os desastres podem ser classificados em: naturais ou humanos (antropogênicos).

Desastres Naturais são aqueles causados por fenômenos e desequilíbrios da natureza que atuam independente da ação humana. Em geral, considera-se como desastre natural todo aquele que tem como gênese um fenômeno natural de grande intensidade, agravado ou não pela atividade humana. Exemplo: chuvas intensas provocando inundação, erosão e escorregamentos; ventos fortes formando vendaval, tornado e furacão, etc.

Além disso podem ser originados pela dinâmica interna e externa da Terra. Os decorrentes da dinâmica interna são terremotos, maremotos, vulcanismo e tsunamis. Já os fenômenos da dinâmica externa envolvem tempestades, tornados, inundações, escorregamentos, entre outros.

Desastres Humanos ou Antropogênicos são aqueles resultantes de ações ou omissões humanas e estão relacionados com as atividades do homem, como agente ou autor. Exemplos: acidentes de trânsito, incêndios urbanos, contaminação de rios,

rompimento de barragens, etc (Alcântara-Ayala, 2002; Castro, 1999; Kobiyama et al. 2006; Marcelino, 2008).

➤ Classificação quanto à intensidade

A avaliação da intensidade dos desastres é muito importante para facilitar o planejamento da resposta e da recuperação da área atingida. As ações e os recursos necessários para socorro às vítimas, dependem da intensidade dos danos e prejuízos provocados (Tabela 1)

Tabela 1: Classificação dos desastres em relação à intensidade.

Nível	Intensidade	Situação
I	Desastres de pequeno porte, também chamados de acidentes, onde os impactos causados são pouco importantes e os prejuízos pouco vultosos. (Prejuízo menor que 5% PIB municipal)	Facilmente superável com os recursos do município.
II	De média intensidade, onde os impactos são de alguma importância e os prejuízos são significativos, embora não sejam vultosos. (Prejuízos entre 5% e 10% PIB municipal)	Superável pelo município, desde que envolva uma mobilização e administração especial.
III	De grande intensidade, com danos importantes e prejuízos vultosos. (Prejuízos entre 10% e 30% PIB municipal)	A situação de normalidade pode ser restabelecida com recursos locais, desde que complementados com recursos estaduais e federais. (Situação de Emergência – SE)
IV	De muito grande intensidade, com impactos muito significativos e prejuízos muito vultosos. (Prejuízos maiores que 30% PIB municipal)	Não é superável pelo município, sem que receba ajuda externa. Eventualmente necessita de ajuda internacional. (Estado de Calamidade Pública – ECP)

3. 2 Degradação Ambiental

Associado aos efeitos ambientais considerados adversos ou negativos e que acontecem por causa de intervenções ou atividades humanas, está o conceito de degradação, que raramente está conectado às alterações decorrentes de processos e fenômenos naturais. Este conceito varia segundo a atividade e dos efeitos que são gerados, bem como em função do campo do conhecimento em que são avaliados e identificados (Bitar, 1997).

Segundo Sánchez (1994), na legislação ambiental brasileira as referências técnicas trazem de maneira confusa os conceitos de degradação ambiental, poluição e impacto ambiental. Até a década de 80, no Brasil, degradação era o mesmo que poluição.

No entendimento de Duarte e Bueno (2006), os ecossistemas podem ser levados a um estado de perturbação pelas ações antrópicas, ou seja, uma área pode sofrer certo distúrbio e, ainda, manter a possibilidade de se regenerar em condições naturais ou se estabilizar em outras condições estáveis. O impacto sofrido, no entanto, pode impedir ou restringir a capacidade do ambiente de se restabelecer, retornar ao estado original, ou seja, tem sua resiliência reduzida. Neste caso, formando uma área degradada.

Desta forma, áreas degradadas são “aquelas que não possuem mais a capacidade de repor as perdas de matéria orgânica do solo, nutrientes, biomassa e estoque de propágulos” (Brown; Lugo, 1994). Ou seja, a degradação é verificada quando elementos naturais como fauna, flora, solo e corpos d’água sofrem alterações, juntamente com as características biológicas, físicas e químicas do local explorado.

Um ecossistema terrestre é degradado quando tem a cobertura vegetal e a fauna destruída, perda da camada fértil do solo, mudanças na vazão e qualidade do sistema hídrico, por ações como mineração, processos de erosão, terraplanagem, deposição de lixo e construção civil, entre outras (Duarte; Bueno, 2006).

Significativos impactos causados ao meio ambiente são consequência das atividades da construção civil segundo Sattler (2006):

Quando se avaliam os danos determinados pela atividade construtiva, estes são normalmente classificados quanto a: gradativo esgotamento de matérias-primas; dano ecológico causado pela extração destes materiais; consumo de energia em todos os estágios de produção (incluindo transporte); consumo de água; poluição por ruídos e odores; emissões danosas, entre as quais aquelas diretamente relacionadas à redução da camada de ozônio; aquecimento global e chuvas ácidas; aspectos relativos à saúde humana; risco de desastres; durabilidade e manutenção; reuso e desperdícios (Sattler, 2006).

Durante a fase de extração de materiais ou matérias-primas para a construção civil, o volume das áreas degradadas depende do tipo de mineração, da quantidade de materiais retirados e dos rejeitos produzidos (Ambiente Brasil, 2007). Quando se trata dos recursos minerais, esta extração tem gerado um conjunto de efeitos indesejáveis que podem ser denominados externalidades (Bitar, 1997) e, além disso, o setor minerário é um dos maiores usuários de energia, contribuindo para a poluição do ar e o aquecimento global (Brasil, 2007).

Outro fator que acaba provocando áreas degradadas, diz respeito à disposição dos resíduos gerados durante a execução das obras. Pois, se dispostos de maneira inadequada devido a falta de efetividade ou a inexistência de políticas públicas que orientem e disciplinem a sua destinação no meio urbano, juntamente com o descompromisso dos geradores no manejo e, principalmente, na destinação dos resíduos, têm como consequência os impactos ambientais como: a degradação das áreas de manancial e de proteção permanente; a proliferação de agentes transmissores de doenças; o assoreamento de rios e córregos; a obstrução dos sistemas de drenagem, tais como “piscinões”, galerias, sarjetas; a ocupação de vias e logradouros públicos por resíduos, com prejuízo a circulação de pessoas e veículos; a degradação da paisagem urbana; além da existência e acúmulo de resíduos que podem gerar risco por sua periculosidade (Sinduscon-SP, 2005).

O termo degradação ambiental é definido pelo Dicionário Brasileiro de Ciências, escrito pelos autores Silva et. al. (2002) como: “qualquer alteração das características de determinado ecossistema por meio da ação de agentes externos a ele. Processo conceitualmente caracterizado pela perda ou diminuição de matéria, forma, composição, energia e função de um sistema natural por meio de ação antrópica”.

A degradação ambiental verificada nas cidades é fruto de seu crescimento vertiginoso, o qual leva a uma série de consequências, tais como: falta de infraestrutura básica de saneamento, ocupação de áreas de várzeas e de mananciais, destruição de matas ciliares dos córregos urbanos etc. (Jacobi, 1998).

Araújo (2002), diz que os problemas ambientais causados pela sociedade em seu processo de construção de espaço geográfico, decorrem, sobretudo do modo como as sociedades se apropriam da natureza, usam, destinam e transformam os recursos naturais. Dessa forma, consistindo também em uma questão de ordem política, econômica e cultural, pois a sociedade age na natureza segundo os padrões ou costumes políticos, econômicos e culturais criados por ela mesma.

A degradação ambiental está relacionada à falta de uma política de fiscalização em relação ao desmatamento indiscriminado e a retirada ilegal de material para a construção civil. Em Campina Grande, para Moraes Neto et. al. (2002), são inúmeros fatores que contribuíram para o aceleração da degradação ambiental em parte da alça sudoeste da cidade, tais como: falta de fiscalização ambiental, falta de planejamento habitacional, ocupação urbana desordenada, inexistência de saneamento básico, extração ilegal de materiais do solo, e etc.

3. 3 Sensoriamento Remoto

Existem diversas definições referentes à tecnologia de sensoriamento remoto. Algumas são mais apropriadas que outras, quando se olha do ponto de vista do usuário de imagens de satélite. Considerando que o sensoriamento remoto tem suas origens ligada a época de Galileu, em principio pode-se definir sensoriamento remoto como: “Tecnologia que permite a aquisição de informações sobre objetos, sem contato físico com eles.”

Mais que uma definição, o texto a seguir engloba todo o conceito que deve ser entendido sobre o que é sensoriamento remoto do ponto de vista do usuário de imagens de satélite: “Sensoriamento remoto consiste na utilização conjunta de modernos instrumentos (sensores), equipamentos para processamento e transmissão de dados e plataformas (aéreas ou espaciais) para carregar tais instrumentos e equipamentos, com o objetivo de estudar o ambiente terrestre através do registro e da análise das interações entre a radiação eletromagnética e

as substâncias componentes do planeta Terra, em suas mais diversas manifestações.” (Novo, 1989)

O sensoriamento remoto pode ser visto como um sistema de aquisição de informações, que pode ser dividido em dois grandes subsistemas:

- Subsistema de coleta de dados de sensoriamento remoto;
- Subsistema de análise de dados de sensoriamento remoto.

O subsistema de coleta de dados, por sua vez, tem duas funções principais:

- Detecção da radiação proveniente da superfície;
- Transformação da radiação (energia), para posterior transmissão e registro.

A detecção da radiação depende de certos requisitos. Em primeiro lugar, deve ter uma fonte de radiação eletromagnética. Essa radiação deve se propagar pela atmosfera (ou pelo meio físico entre a fonte e o objeto observado). Ao atingir a superfície terrestre sofrera interações, produzindo uma radiação de retorno, tal radiação se propagará pela atmosfera (ou pelo meio físico entre o objeto observado e o sensor), atingindo o sensor. O que chega até o “sensor” é uma certa intensidade de energia eletromagnética (radiação) que será posteriormente transformada em um sinal passível de interpretação.

O subsistema de análise de dados encerra um número de funções, das quais se pode destacar: Pré-processamento (correções radiométricas e geométricas); Processamento de realce (filtros e manipulações de histogramas); Fotointerpretação; Interpretação automática; Modelagem.

De forma resumida, a Tabela 2 apresenta os principais componentes de um sistema de aquisição de informações, e suas respectivas funções.

Tabela 2: Componentes de um sistema de aquisição de informações através do sensoriamento remoto.

Fonte	Gerar energia eletromagnética
Meio 1	Permitir a propagação da energia
Alvo	Receber, interagir e refletir a energia
Meio 2	Permitir a propagação da energia refletida
Sensor	Receber a energia refletida
Processador	Transformar a energia recebida em dados
Analista	Transformar os dados em informação

Os recursos naturais e o meio ambiente da Terra estão em mudanças contínuas em resposta à evolução natural e às atividades humanas. Para compreender o complexo inter-relacionamento dos fenômenos que causam essa mudança, é necessário fazer observações com uma grande gama de escalas temporais e espaciais. A observação da Terra por meio de satélites, por exemplo, é a maneira mais efetiva e econômica de se coletar os dados necessários para monitorar e modelar esses fenômenos, especialmente em países de grande extensão territorial.

Os satélites empregados nesses propósitos são complexos, dispendiosos e de alto conteúdo tecnológicos. Muitos países dependem das imagens obtidas através dos poucos satélites de observação da Terra disponíveis atualmente; em muitos casos, não são inteiramente adequados às peculiaridades do território ou dos recursos naturais investigados. Para maior eficácia, é preciso que os sensores do satélite tenham sido projetados para a aplicação específica desejada. Além do mais, existem as implicações estratégicas óbvias e políticas ao utilizar um satélite que pode não estar disponível no país sempre que requerido (INPE, 2002).

O uso de imagens de satélite tem sido bastante empregado nessas metodologias, possibilitando periodicidade regular de cenas, maior capacidade de atualização de processos na superfície terrestre e inclusão de um grande campo do espectro eletromagnético (Izola et al., 1998) juntamente a isso é possível realizar o imageamento sinótico e periódico da superfície terrestre e, conseqüentemente, o levantamento e monitoramento dos recursos naturais, de forma rápida, com isso poupando tempo, dinheiro e pessoas especializadas.

A aplicabilidade de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento na análise ambiental, constitui-se em um conjunto de ferramentas de grande valia, uma vez que os subprodutos obtidos permitem uma visualização e posterior análise completa dos dados coletados.

A análise ambiental, por outro lado, constitui um assunto de interesse para a aplicação de técnicas para o sensoriamento remoto e geoprocessamento, levando em consideração a facilidade da representação da espacialidade cartográfica do fenômeno analisado e a integração dos dados pelo mapeamento temático. O potencial de informações que podem ser abstraídas desta análise, se torna cada vez mais uma prática imprescindível para os estudos dessa natureza, tendo em vista a

necessidade de monitoramento de áreas que estão sujeitas as constantes intervenções humanas.

Através de softwares dedicados exclusivamente ao tratamento de imagens, pode-se gerar imagens com diferentes composições de cores, ampliações de partes das imagens e classificações temáticas dos objetos nelas identificados obtendo, assim, produtos como mapas temáticos que são usados para estudos de geologia, vegetação, uso do solo, relevo, agricultura, rede de drenagem e inundações, entre outros. Esses produtos, apresentados sobre áreas específicas ou sobre um contexto mais regional, permitem diagnósticos eficientes, propõem soluções de baixo custo e criam alternativas inteligentes para os desafios enfrentados frente às mudanças aceleradas que se observam em nosso território.

3. 4 Processamento Digital de Imagens

O processamento digital de imagens pode ser definido como a manipulação e interpretação de uma imagem digital com a ajuda de um computador. Segundo Lillesand & Keifir (1995), o olho humano não tem a capacidade de discernir os valores das tonalidades de cinza em uma imagem, o que dificulta a foto intérprete realizar simultaneamente a análise numérica de uma imagem espectral.

No sensoriamento remoto orbital, os usuários de dados de satélites têm à disposição dois tipos de produtos para extrair informações sobre os alvos da superfície terrestres, ou seja, os produtos analógicos e os digitais. Dessa maneira, nas imagens onde os padrões espectrais são altamente informativos, é preferível se dar prioridade a análise digital do que a análise pictorial dos dados da imagem. Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG's) permitem a realização de análises com segurança e rapidez no processamento.

Os SIG's consistem num conjunto de programas, equipamentos, metodologias, dados e pessoas, perfeitamente integrados, de forma a tornar possível a coleta, o armazenamento, o processamento e a análise de informações georreferenciadas, bem como a produção de informações derivadas de sua aplicação (Tosi, 1999). São extremamente úteis para, organizadamente, armazenar e processar com agilidade diversos tipos de informações (Silva, 1999), servindo de apoio ao geoprocessamento e possibilitando a geração de produtos de precisão (informações refinadas e meios para sua interpretação e/ou difusão), com base em dados associados a mapas, cartas, imagens de satélite e relatórios técnicos sobre

temas estratégicos (Barbosa, 2000). Para Barbosa (1997), os SIG's são utilizados a partir de quatro sistemas básicos: entrada de dados; armazenamento, recuperação e atualização de dados; manipulação, análise e simulações e apresentação dos dados resultantes.

CAPÍTULO IV

4. MATERIAL E MÉTODOS

4. 1 Material

- Imagens do satélite Landsat-5 para os anos de 1989 e 2007 e do satélite Landsat-8 para o ano 2017, ambos da órbita 216, ponto 65.
- GPS (Global Positioning System) Garmin 62s
- Máquina fotográfica digital
- Software: SPRING (Sistema para Processamento de Informação Georreferenciadas), versão 5.5.2, de domínio público, desenvolvido pela Divisão de Processamento de Imagem (DPI) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

4. 2 Metodologia

Inicialmente, a metodologia consistiu em revisão bibliográfica, onde foram realizadas consultas em livros, publicações, internet, referentes à temática da pesquisa.

4. 2. 1 Processamento dos Dados

Usou-se neste projeto um enfoque dedutivo e comparativo na análise dos riscos a desastres (Maskrey, 1989) que usa dados da ocorrência de desastres e danos para deduzir a existência de riscos em um lugar. Os dados obtidos foram georreferenciados para as unidades da região, permitindo uma análise espacial, temporal e semântica de alta resolução.

4. 2. 2 Análise da Degradação Ambiental

A análise da degradação ambiental foi feita através de imagens obtidas do satélite Landsat-5 e Landsat- 8 (fotointerpretação) dos anos de 1989, 2007 e 2017, além de visitas de campo;

Para a análise das imagens digitais de satélites foi utilizado o método sistemático, desenvolvido por Veneziano & Anjos (1992) e o processamento digital no SPRING.

De acordo com o método desenvolvido por Veneziano & Anjos (1992), as regras que conceituam a fotointerpretação são: a) análise dos elementos da textura e da estrutura fotográfica e das tonalidades de cinza, definição das propriedades que caracterizam as formas e individualização de zonas imageadas, que possuem características semelhantes (zonas homólogas). b) procedimento dedutivo e indutivo, estabelecimento do significado das zonas homólogas.

Os resultados da fotointerpretação e do processamento digital foram apresentados através de mapas, com informações sobre degradação das terras, no formato digital.

4. 2. 3 Processamento Digital das Imagens

No total seis procedimentos básicos do processamento digital de imagens foram aplicados, eles estão descritos a seguir:

- Manipulação de contraste das bandas 5, 4 e 3.

A técnica de realce de contraste tem por objetivo melhorar a qualidade das imagens sob os critérios subjetivos do olho humano. O contraste entre dois objetos pode ser definido como a razão entre os seus níveis de cinza médios. A manipulação do contraste consiste numa transferência radiométrica em cada "*pixel*", com o intuito de aumentar a discriminação visual entre os objetos presentes na imagem. Realiza-se a operação ponto a ponto, independente da vizinhança. Esta transferência radiométrica é realizada com ajuda de histogramas, que são manipulados para obter o realce desejado (Câmara, 1996).

- Principais componentes das bandas 5, 4 e 3 + manipulação de contraste.

As bandas individuais de uma imagem multiespectral frequentemente são altamente correlacionadas, ou seja, as bandas são similares visual e numericamente. Esta correlação advém do efeito de sombras resultantes da topografia, da sobreposição das janelas espectrais entre bandas adjacentes e do próprio comportamento espectral dos objetos. A análise das bandas espectrais individuais pode ser então ineficiente devido à informação redundante presente em

cada uma dessas bandas. A geração de componentes principais é uma técnica de realce que reduz ou remove esta redundância espectral, e gera um novo conjunto de imagens cujas bandas individuais apresentam informações não disponíveis em outras bandas, pois nelas cada valor de "pixel" é uma combinação linear dos valores originais. O número de componentes principais é igual ao número de bandas espectrais utilizadas e são ordenadas de acordo com o decréscimo da variância de nível de cinza. A primeira componente principal tem a maior variância (maior contraste) e a última, a menor variância. Neste processo, utiliza-se o coeficiente de correlação, ou da covariância, para se determinar um conjunto de quantidades chamadas de autovalores.

Os autovalores representam o comprimento dos eixos das componentes principais de uma imagem e são medidos em unidade de variância. Associado a cada autovalor, existe um vetor de módulo unitário chamado auto-vetor. Os auto-vetores representam as direções dos eixos das componentes principais. São fatores de ponderação que definem a contribuição de cada banda original para uma componente principal, numa combinação aditiva e linear. Para facilitar a percepção dessas contribuições, deve-se transformar os auto-vetores em porcentagens (Câmara, 1996).

➤ Operações aritméticas - razão entre bandas – IVDN das bandas 4 e 3.

Nestas operações utiliza-se uma ou duas bandas de uma mesma área geográfica, previamente georeferenciada(s). A operação é realizada "pixel" a "pixel", através de uma regra matemática definida, tendo como resultado uma banda representando a combinação das bandas originais. Estas operações podem requerer um fator de ganho (multiplicativo) ou "off-set" (aditivo), para melhorar a qualidade de contraste da imagem. A operação de divisão de imagens consiste numa operação não-linear. É utilizada para realçar as diferenças espectrais de um par de bandas, caracterizando determinadas feições da curva de assinatura espectral de alguns alvos. A operação de razão entre bandas pode: remover efeitos de ganho provenientes de variações espaciais ou temporais, quando ocorrem em bandas de uma mesma imagem; diminuir variações de radiância da imagem, provenientes de efeito de topografia, declividade e aspecto; aumentar diferenças de radiância entre solo e vegetação.

Para aumentar o contraste entre solo e vegetação, pode-se utilizar a razão entre bandas referentes ao vermelho e infravermelho próximo, constituindo assim, os chamados índices de vegetação (NDVI).

A opção $C = G * ((A-B)/(A + B)) + O$, do SPRING, quando aplicada para:

A = banda infravermelho próximo

B = banda vermelho

Constitui o índice de vegetação de diferença normalizada (IVDN), que além de aumentar o contraste espectral entre a vegetação e o solo, tem os efeitos de iluminação, declividade da superfície e geometria de "visada" parcialmente compensados pelo índice. (Câmara,1996).

- Composição multiespectral ajustada da banda 3 + IVDN + banda 1.

Consiste de uma transformação RGB onde no canhão vermelho estará a banda 3, no verde a imagem IVDN e no azul a banda 1. Nesta combinação as áreas de altos valores de NDVI aparecerão em verde (ocorrência de vegetação) e as áreas de baixos valores de IVDN em vermelho ou azul (ocorrência de solos expostos).

- Segmentação das imagens IVDN por crescimento de regiões.

É uma técnica de agrupamento de dados, na qual somente as regiões espacialmente adjacentes, podem ser agrupadas. Inicialmente, este processo de segmentação rotula cada "pixel" como uma região distinta. Calcula-se um critério de similaridade para cada par de região espacialmente adjacente. O critério de similaridade baseia-se em um teste de hipótese estatístico que testa a média entre as regiões. Na sequência, divide-se a imagem em um conjunto de sub-imagens e então realiza-se a união entre elas, segundo um limiar de agregação definido (Câmara, 1996).

- Classificação de padrões das imagens IVDN.

Como as imagens IVDN foram segmentadas, foi utilizado o classificador Battacharya. A medida da distância de Battacharya, é usada neste classificador por regiões, para medir a separabilidade estatística entre um par de classes espectrais, ou seja, estima à distância média entre as distribuições de probabilidades de classes espectrais. O classificador Battacharya, requer interação do usuário, através do treinamento. Neste caso, as amostras serão as regiões formadas na segmentação

de imagens (Câmara, 1996). A definição das classes foi realizada a partir da análise visual das tonalidades de cinza, na tela do computador. As tonalidades de cinza claro a médio serão consideradas como representativas da cobertura vegetal; as escuras como de corpos d'água e as tonalidades de cinza de médio a escuro representam solo exposto. As imagens classificadas serão vetorizadas através da função mapeamento, o que permitirá fazer uma quantificação das diferentes classes de vegetação, solo e água para cada município estudado. A quantificação das áreas em km² será considerada relativa, embora a soma de seus valores corresponda ao total da área territorial do município.

4. 2. 4 Trabalho de Campo

Realizou-se o reconhecimento de campo, onde foram identificadas as questões ambientais (solo, vegetação, recursos hídricos, relevo, degradação e uso das terras), para subsidiar a fotointerpretação e o processamento digital das imagens, fazendo a descrição da paisagem, registros fotográficos e seu georreferenciamento.

4. 2. 5 Elaboração dos Mapas Temáticos

A elaboração final dos mapas foi realizada no Laboratório de Sensoriamento Remoto da Universidade Federal de Campina Grande. O Software: SPRING (Sistema para Processamento de Informação Georreferenciadas), versão 5.5.2, foi utilizado para gerar toda a base de dados georreferenciada da pesquisa. A estratégia de ação foi o uso dos dados da fotointerpretação, do processamento digital de imagens, do trabalho de campo e dados bibliográficos, como dados de entrada nos sistemas, pela transferência eletrônica, para a criação de uma base de dados georreferenciada para a área estudada.

4. 2. 6 Análise da Degradação das Terras e da Cobertura Vegetal

A análise da degradação ambiental foi construída a partir dos resultados encontrados nos mapas dos níveis de degradação das terras e das classes de cobertura vegetal (Tabela 3), discriminado por: moderada muito baixa, moderada baixa, moderada, moderada grave, grave e muito grave, densa, semi densa, semi densa a rala, rala e solo exposto.

Tabela 3: Indicadores fotointerpretativos dos níveis de degradação.

Indicadores	Características	Níveis de degradação
Vegetação	Rala, porte predominante arbustivo com poucos exemplares arbóreos.	Muito Grave/ Grave
Uso da Terra	Áreas de vegetação nativa intercaladas com áreas de cultura e pastagem/área urbana. Pecuária extensiva e semiextensiva.	
Erosão	Acentuada. Em áreas de relevo plano a suave ondulado predomina erosão laminar. Em relevo mais declivoso podem aparecer sulcos em alguns pontos ravinas e voçorocas.	
Detritos orgânicos na superfície	Poucos, nas áreas de vegetação nativa.	
Densidade populacional	Média a média alta.	
Vegetação	Densidade média, porte predominante arbustivo com exemplares arbóreos.	Moderada Grave
Uso da Terra	Vegetação nativa, pecuária extensiva.	
Erosão	Moderada, laminar.	
Detritos orgânicos na superfície	Presente em quantidade média.	
Densidade populacional	Média a alta.	
Vegetação	Densidade média, porte predominante arbustivo com exemplares arbóreos.	Moderada
Uso da Terra	Vegetação nativa, pecuária extensiva.	
Erosão	Moderada, laminar, com ou sem a presença de sulcos.	
Detritos orgânicos na superfície	Presente em quantidade média.	
Densidade populacional	Média a alta.	
Vegetação	Densidade alta, porte arbóreo e arbustivo.	Moderada Baixa
Uso da Terra	Vegetação nativa, culturas agrícolas; pastos; pecuária extensiva.	
Erosão	Baixa. Laminar. Ausência de sulcos.	
Detritos orgânicos na superfície	Quantidade de média a alta.	
Densidade populacional	Baixa à média.	
Vegetação	Densidade alta a muito alta, porte predominantemente arbóreo e arbustivo.	Moderada Muito Baixa
Uso da Terra	Vegetação nativa	
Erosão	Ausente	
Detritos orgânicos na superfície	Quantidades expressivas; presença de gramíneas e herbáceas.	
Densidade populacional	Muito baixa ou nula.	

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Estudo Temporal

Para a evolução espaço-temporal da cobertura vegetal na região de estudo, foram elaborados mapas utilizando o Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas (SPRING 5. 5. 2), a partir das imagens orbitais: satélite TM/LANDSAT-5, datadas de 10 de julho de 1989 e 29 de agosto de 2007 e satélite LANDSAT-8, com imagem datada de 18 de abril de 2017. Todo o conjunto de imagens foi da órbita 216, ponto 65.

Após o tratamento digital das imagens do Landsat-5 e Landsat-8, com a aplicação de contraste e composição colorida, obteve-se as composições multiespectrais ajustadas (CMA) para os anos de 1989, 2007 e 2017, conforme as figuras 6, 7 e 8.

Na composição multiespectral ajustada se tem melhor definição do comportamento contrastante entre as áreas efetivamente vegetadas e as que não possuem vegetação, ou seja, observa-se com mais precisão o contraste entre solo exposto e cobertura vegetal. Na imagem de 1989 (Figura 6) existia um equilíbrio entre os dois elementos, e ainda algumas porções de corpos d'água espalhados pela área. Pode-se observar à direita da imagem, a cidade de Campina Grande, caracterizada pela tonalidade magenta, e algumas áreas de solo exposto que também são representadas pela mesma tonalidade, porém um pouco mais clara. As áreas com vegetação são caracterizadas pela tonalidade verde, variando do verde mais claro, para a classe de vegetação mais rala, e uma tonalidade de verde mais escuro para a classe de vegetação mais densa. Em vermelho têm-se as rodovias federais, sendo que a área em estudo está localizada as margens da BR-230.

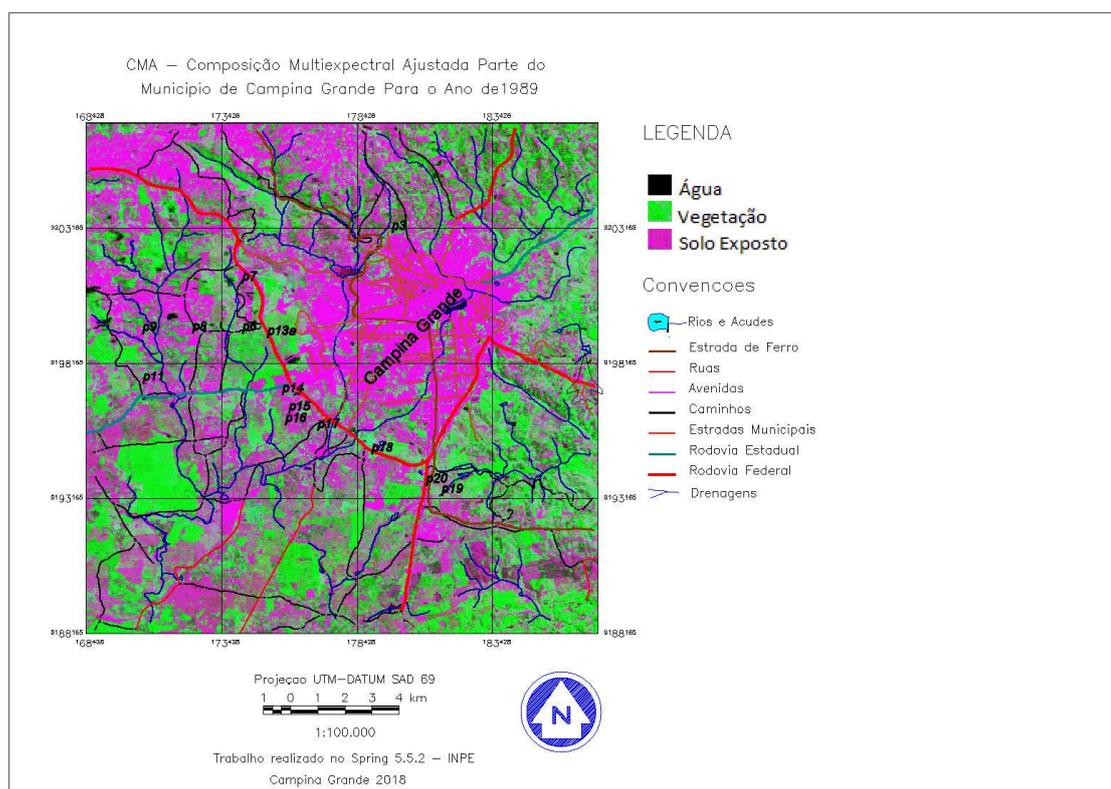


Figura 6: Composição Multiespectral Ajustada (CMA) para o ano 1989. Fonte: Autora (2018).

Observando a composição multiespectral ajustada do ano de 2007 (Figura 7), é possível afirmar que a cobertura vegetal diminuiu e que os solos estão mais degradados, em decorrência das ações humanas, a exemplo da instalação do lixão que gerou uma grande degradação. Criado em 1992 e desativado em 2002, o Lixão do Mutirão (Figura 8) ocupava 35 hectares, localizado a cerca de 8 km do centro urbano e 6, 5 km do aeroporto João Suassuna. No local não existia nenhum controle do que era depositado, não havendo nenhuma preocupação no tocante à saúde pública, principalmente, para com as pessoas que se instalavam no seu interior em busca de alimentos e/ou materiais recicláveis. Mesmo após a sua desativação, continua trazendo consequências desastrosas para a região, sendo um dos principais problemas de contaminação dos recursos hídricos. O lixão provocou grande degradação da paisagem natural e desvalorização econômica da área, além de poluir o lençol freático, comprometendo todos os açudes a jusante.

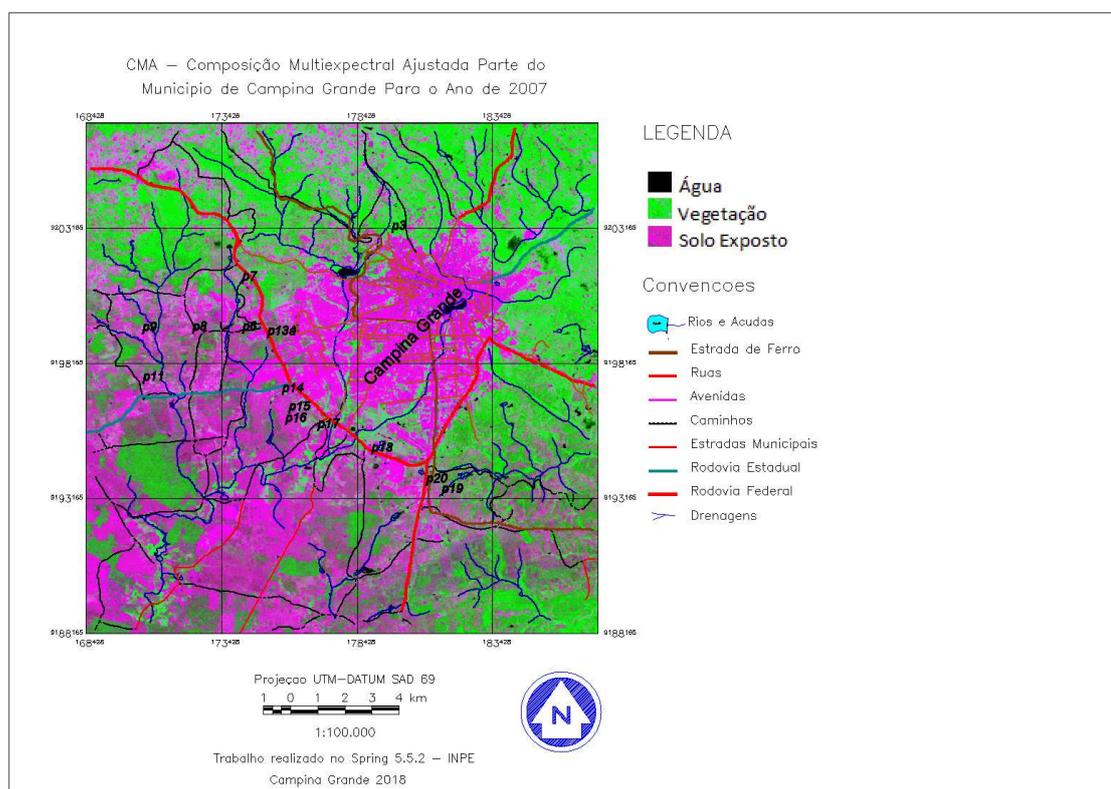


Figura 7: Composição Multiespectral Ajustada (CMA) para o ano de 2007. Fonte: Autora (2018).

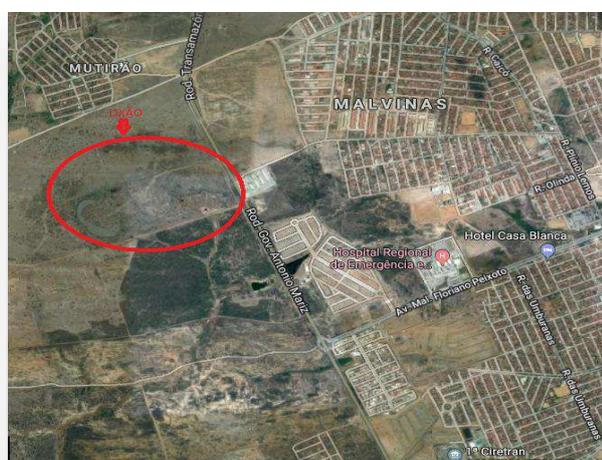


Figura 8: Vista superior do antigo "Lixão do Mutirão" que se situava na alça sudoeste do Município de Campina Grande/PB. Fonte: Adaptado de Google Maps (2018).

Podemos identificar para o ano de 2017 (Figura 9) que houve uma expansão urbana significativa. Isso provoca na alça sudoeste uma interface entre o meio rural e o meio urbano, onde existem áreas de pastagem, criações de gado, conjuntos habitacionais, indústrias de grande, médio e pequeno porte, conforme evidenciam as Figuras 10 e 11.

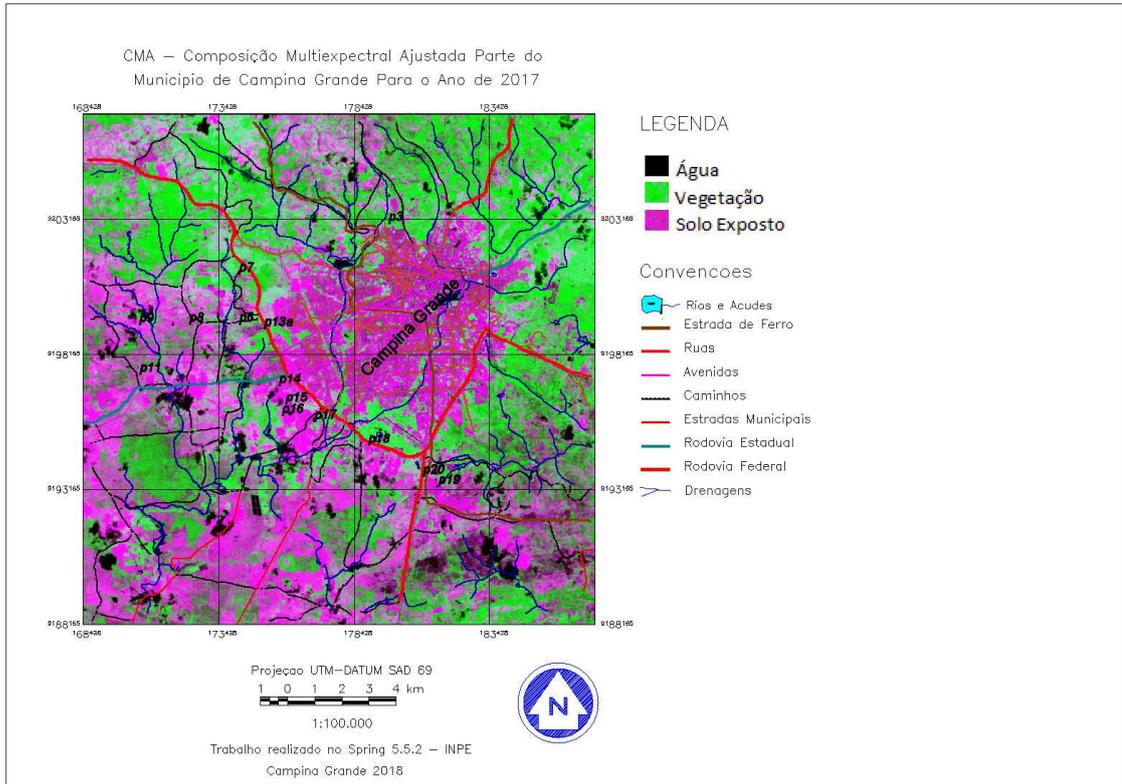


Figura 9: Composição Multiespectral Ajustada (CMA) para o ano de 2017. Fonte: Autora (2018).



Figura 10: Área de pastagem com pecuária extensiva situada no entorno da alça sudoeste do Município de Campina Grande/PB. Ponto de Observação 16 - Lat 07° 15" 36, 7' e Long 35° 56" 9, 2'.

Fonte: Autora (2018)



Figura 11: Conjunto habitacional situado no entorno da alça sudoeste do Município de Campina Grande/PB. Ponto de Observação 16 - Lat 07° 15" 36, 7' e Long 35° 56" 9, 2'. Fonte: Autora (2018).

A indústria da construção civil produz impactos negativos ao meio, desde a fase da extração de matéria-prima, passando pela fabricação de materiais, execução das obras até a disposição final de resíduos gerados, que como consequência levam à formação de áreas degradadas. A formação de áreas degradadas tem início já na fase de extração de recursos naturais (Figura 12). A retirada de matéria-prima pode resultar na extinção e escassez de fontes e jazidas, alterações na flora e fauna do entorno destes locais de exploração, reconfiguração das superfícies topográficas, aceleração do processo erosivo, modificações de cursos d'água, interceptação do

lençol freático, aumento da emissão de gases e partículas em suspensão no ar, aumento de ruídos e propagações de vibrações no solo.



Figura 12: Vista superior do Bairro do Mutirão, com área degradada pela exploração de material para construção civil. Fonte: Adaptado de Google Maps (2018).

5.2 Mapas Digitais das Classes de Cobertura Vegetal e Uso de Terra ao longo da Alça Sudoeste da Cidade de Campina Grande/PB

A partir das informações obtidas do tratamento digital das imagens de satélite da área em estudo e do trabalho de campo, confeccionaram-se os mapas da cobertura vegetal (Figuras 13, 14 e 15) e foram calculadas as áreas por classe de vegetação (Tabela 4).

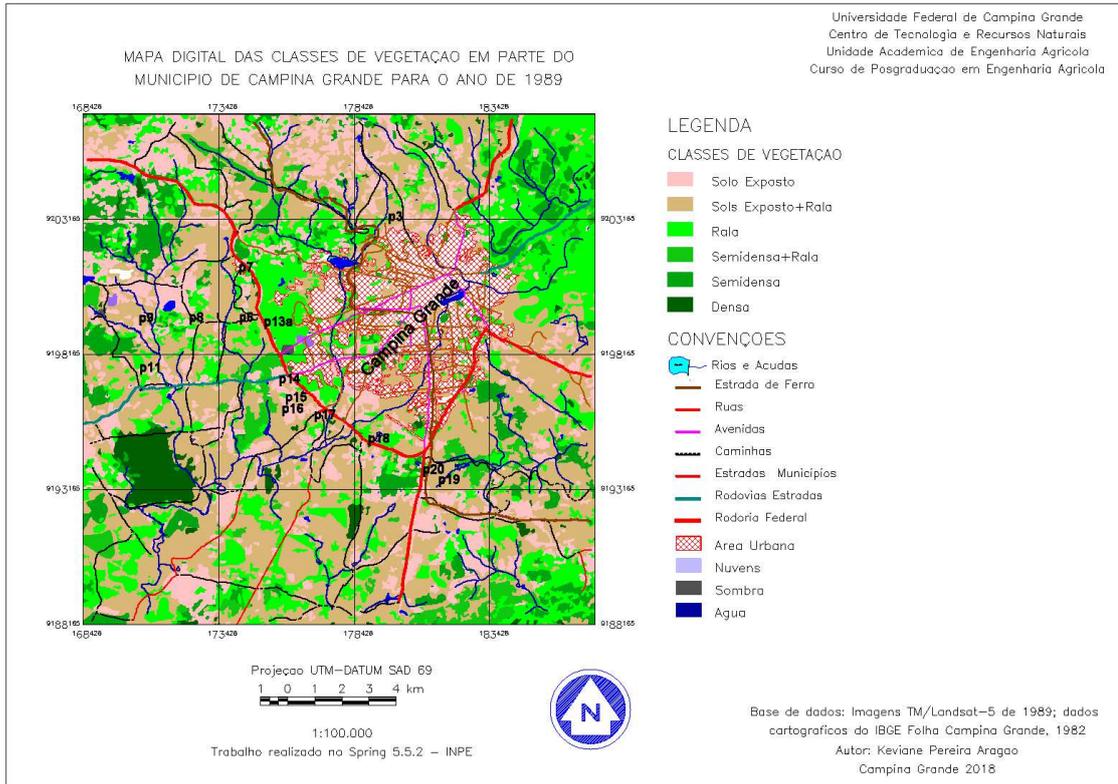


Figura 13: Mapa digital das classes de vegetação em parte do Município de Campina Grande/PB para o ano de 1989. Fonte: Autora (2018).

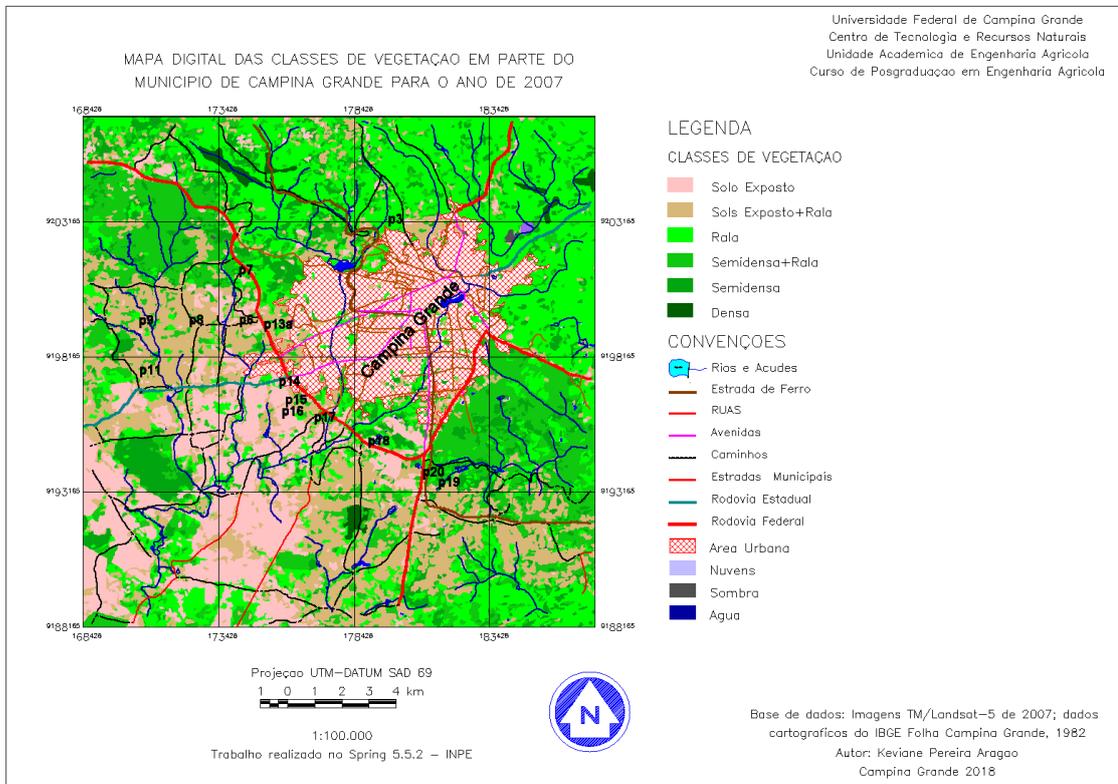


Figura 14: Mapa digital das classes de vegetação em parte do Município de Campina Grande/PB para o ano de 2007. Fonte: Autora (2018).

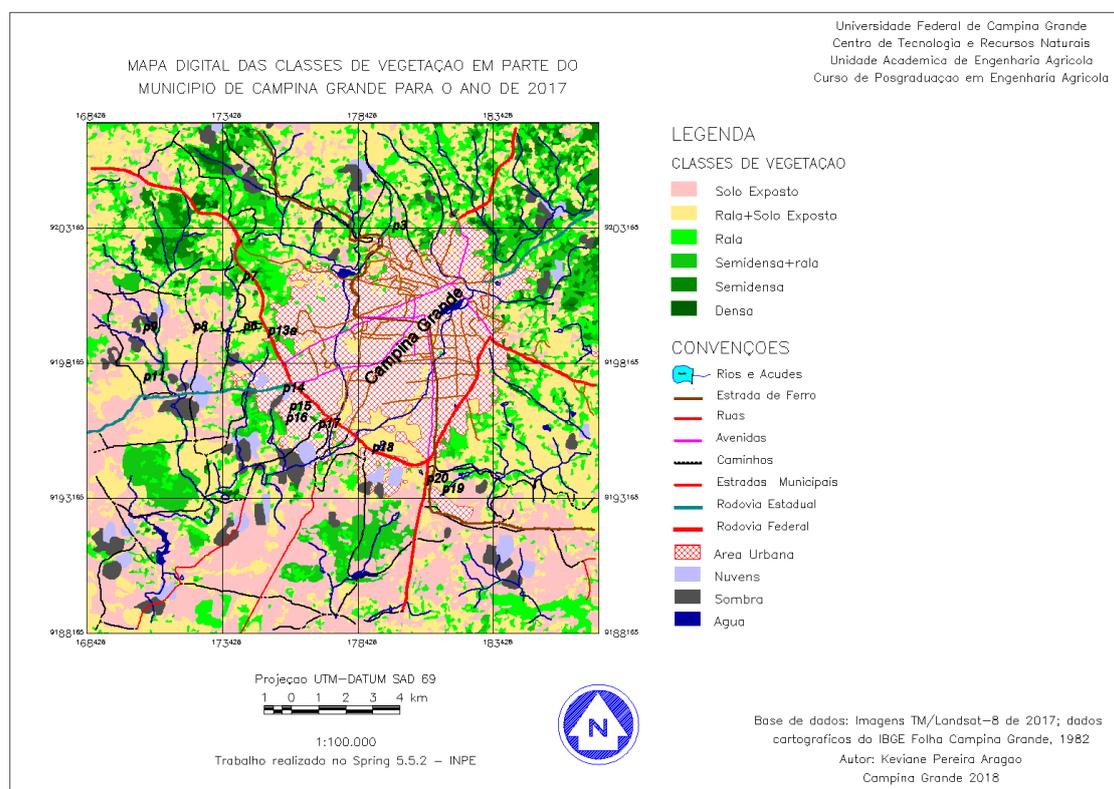


Figura 15: Mapa digital das classes de vegetação em parte do Município de Campina Grande/PB para o ano de 2017. Fonte: Autora (2018).

Apresentam-se, na Tabela 4, os valores de cada classe de vegetação da área em estudo para os anos 1989, 2007 e 2017.

Tabela 4: Quantificação das classes de cobertura vegetal para o período de 1989, 2007 e 2017 na alça sudoeste do Município de Campina Grande/PB.

Cálculo de áreas/Comprimento por Geo-classe (kmxkm/km):

Vegetação	1989	2007	2017
	km ²	km ²	km ²
Densa	10, 19	2, 6	2, 64
Semi Densa	29, 75	34, 32	13, 27
Semi Densa + Rala	14, 3	71, 25	28, 27
Rala	75, 54	96, 96	53, 56
Solo Exposto+Rala	143, 99	70, 78	114, 07
Solo exposto	57, 57	45, 84	77, 3
Água	1, 34	0, 79	0, 86
Área urbana	28, 65	39, 45	54, 66

As classes de vegetação “densa”, “semi densa”, “rala”, “rala mais solo exposto” tiveram reduções expressivas, como mostram os resultados da Tabela 4, onde em 1989 a classe de vegetação densa que era de 10,19 km² reduziu para apenas 2,64 km² em 2017, a classe de vegetação semi densa que era de 29,75 km² em 1989 passou para 13,27 km² em 2017, a vegetação rala passou de 75,54 km² em 1989 para 53,56 km² em 2017, já a classe de vegetação rala mais solo exposto que era de 143,99 km² no ano de 1989 corresponde a 114,07 km² neste mesmo intervalo de tempo. No entanto, as demais classes tiveram ampliação conforme mostram os dados da Tabela 4, “semi densa mais rala” que era de 14,3 km² em 1989 passou para 28,27 km² em 2017, “solo exposto” era de 57,57 km² em 1989 passando para 77,3 km² em 2017.

O Gráfico 1 apresenta dados encontrados a partir do mapeamento das classes de vegetação na região da alça sudoeste, e esta construção informa o aumento e/ou diminuição das classes de vegetação.

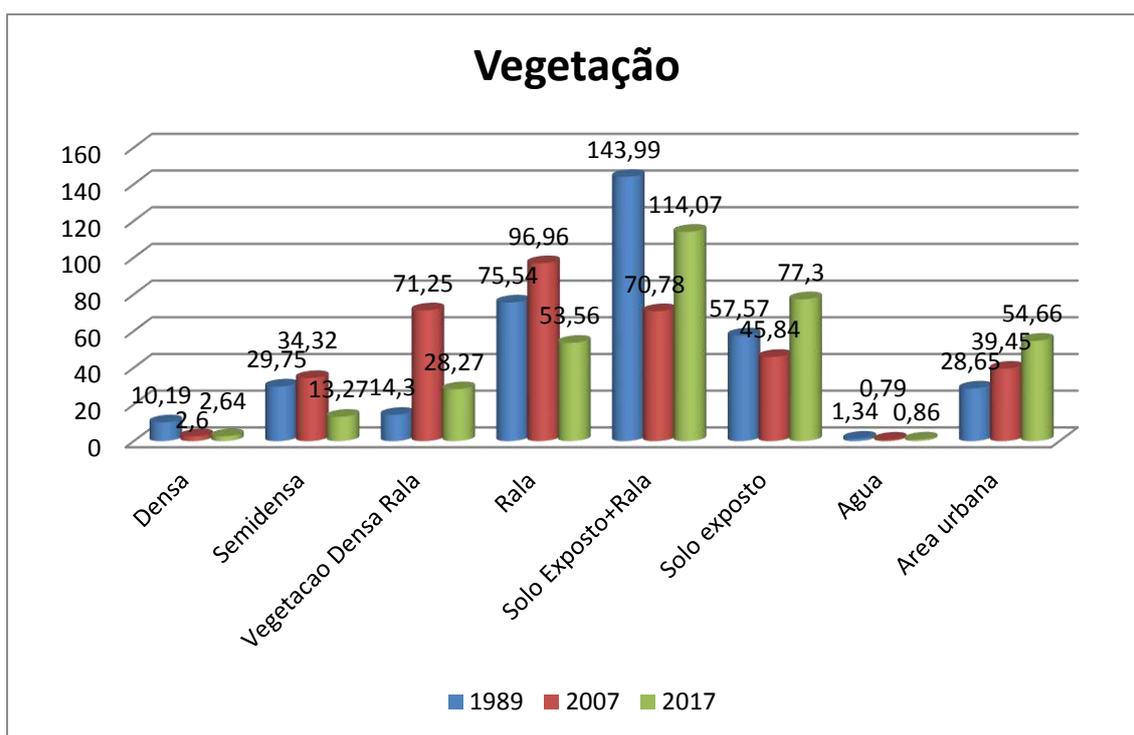


Gráfico 1: Áreas de classes de vegetação (km²) para os anos de 1989, 2007 e 2017 na alça sudoeste do Município de Campina Grande/PB.

5. 2. 1 Classe de Vegetação Densa

Este tipo de classe é caracterizado por apresentar vegetação do tipo floresta (Figuras 16 e 17), com muito exemplares de vegetação nativa, pouco estresse hídrico. Atualmente, ela possui uma área de 2, 64 km².



Figura 16: Área de vegetação densa, com vale de drenagem natural, relevo ondulado a fortemente ondulado, situada no entorno da alça sudoeste do Município de Campina Grande/PB. Ponto de Observação 4 - Lat 07º 13' 12, 4' e Long 35º 57' 08, 0'. Fonte: Autora (2018).



Figura 17: Área de vegetação densa, com exemplares arbóreos espaçados, presença de gramínea, situada no entorno da alça sudoeste do Município de Campina Grande/PB. Ponto de Observação 4 - Lat 07º 13' 12, 4' e Long 35º 57' 08, 0'. Fonte: Autora (2018).

5. 2. 2 Classe de Vegetação Semi Densa

Como característica apresenta cultura de subsistência, áreas de forrageiras, uma vegetação arbórea e arbustiva bastante esparsa e solo com cobertura vegetal de gramíneas (Figuras 18 e 19). Além de uma área de 13, 27 km² atualmente.



Figura 18: Área de relevo suave ondulado a ondulado, área de vegetação semi densa intercalando com área de agricultura e pastagem, situada no entorno da alça sudoeste do Município de Campina Grande/PB. Ponto de Observação 8 - Lat 07° 14" 03, 7' e Long 35° 58" 52, 1



Figura 19: Área de forrageira com presença de gramíneas, situada no entorno da alça sudoeste do Município de Campina Grande/PB. Ponto de Observação 8 - Lat 07° 14" 03, 7' e Long 35° 58" 52, 1'.
Fonte: Autora (2018).

5. 2. 3 Classe de Vegetação Rala

Esta classe corresponde a cerca de 53, 56 km². Sendo uma área com vegetação arbórea e arbustiva, com exemplares de vegetação nativa como algaroba (*Prosopis juliflora*), e presença de gramíneas (Figuras 20 e 21).



Figura 20: Área de pastagem, relevo plano a suave ondulado, cobertura vegetal gramínea, solo arenoso, baixa densidade demográfica, situada no entorno da alça sudoeste do Município de Campina Grande/PB. Ponto de Observação 9 - Lat 07° 14' 31, 8" e Long 35° 59' 28. Fonte: Autora (2018).



Figura 21: Área de pastagem, relevo suave ondulado a ondulado, presença de açude, drenagem natural, situada no entorno da alça sudoeste do Município de Campina Grande/PB. Ponto de Observação 3 - Lat 07° 12' 15, 6' e Long 35° 57' 05, 4'. Fonte: Autora (2018).

5. 2. 4 Classe de Vegetação Rala mais Solo Exposto

Esta classe de vegetação (Figura 22) teve uma diminuição, em 1989 tinha 43, 99 km² e, atualmente corresponde a 114, 07 km².



Figura 22: Relevo suave ondulado, cobertura vegetal gramínea, presença de cactáceas, afloramento rochoso, situada no entorno da alça sudoeste do Município de Campina Grande/PB. Ponto de Observação 11 - Lat 07°15'44, 1'e Long 35° 59' 17, 3'. Fonte: Autora (2018).

5. 2. 5 Classe de Vegetação Solo Exposto

As principais características desta classe são solos expostos, e alta pedregosidade, houve um aumento da área, já que m 1989 eram 57, 57 km² e em 2017 chegou a 77, 30 km²(Figura 23).



Figura 23: Relevo ondulado, solo exposto, alta pedregosidade, situada no entorno da alça sudoeste do Município de Campina Grande/PB. Ponto de Observação 12 - Lat 07°14'49, 9' Long 35° 56" 13, 0'. Fonte: Autora (2018).

5. 3 Mapas Digitais dos Níveis de Degradação das Terras ao longo da Alça Sudoeste da Cidade de Campina Grande/PB

Os resultados construídos com os mapas digitais dos níveis de degradação das terras, no período compreendido entre 1989 e 2017 que corresponde a 28 anos, evidenciaram que ocorreu uma degradação significativa da área estudada, conforme as Figuras 24, 25 e 26. Nesse estudo, foram caracterizados seis níveis de degradação ambiental: moderada muito baixa, moderada baixa, moderada, moderada grave, grave e muito grave.

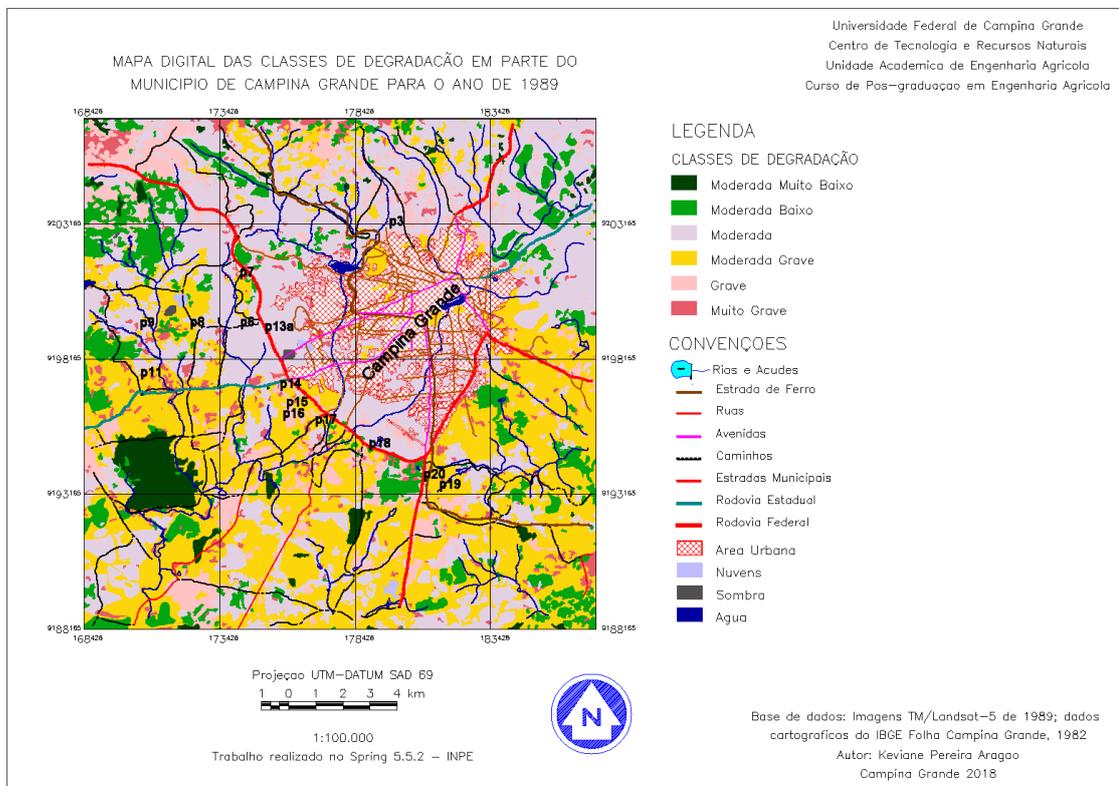


Figura 24: Mapa digital das classes de degradação em parte do Município de Campina Grande/PB para o ano de 1989. Fonte: Autora (2018).

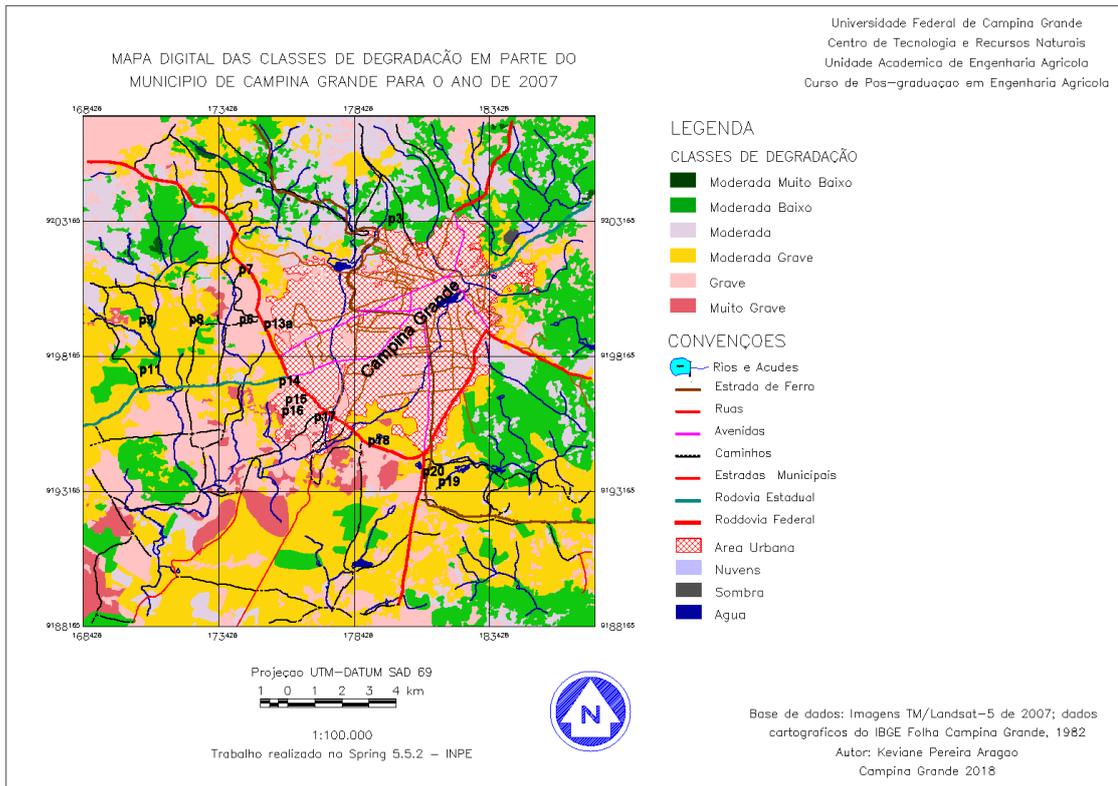


Figura 25: Mapa digital das classes de degradação em parte do Município de Campina Grande/PB para o ano de 2007. Fonte: Autora (2018).

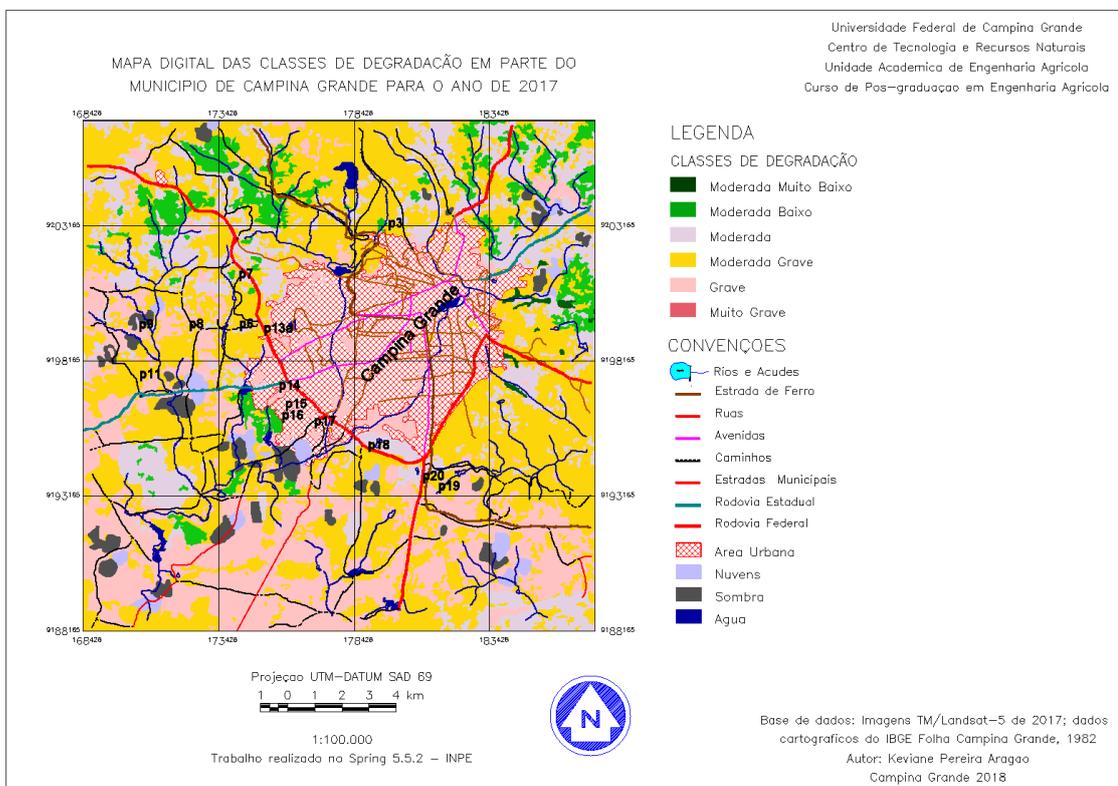


Figura 26: Mapa digital das classes de degradação em parte do Município de Campina Grande/PB para o ano de 2017. Fonte: Autora (2018).

Os níveis de degradação “muito grave”, “moderada” e “moderada muito baixa” tiveram reduções expressivas como evidenciam os resultados da Tabela 5, onde em 1989 o nível muito grave era de 15,69 passando para apenas 0, 09 em 2017, a moderada passou de 118, 40 em 1989 para 51, 78 em 2017 e moderada muito baixa passou de 9, 38 para 2, 00 neste mesmo intervalo de tempo. No entanto, o restante dos níveis tiveram ampliação, conforme mostram os dados da Tabela 5, este avanço no processo de degradação é consequência do desmatamento para diversos fins, por isso, o risco a degradação é evidente.

Tabela 5: Quantidade dos níveis de degradação das terras, para os anos de 1989, 2007 e 2017, na alça sudoeste do Município de Campina Grande/PB.

Cálculo de áreas/Comprimento por Geo-classe (kmxkm/km):

Degradação	1989	2007	2017
	km ²	km ²	km ²
Muito Grave	15, 69	12, 45	0
Grave	34, 72	72, 2	89, 27
Moderada Grave	120, 86	113, 04	139, 45
Moderada	118, 4	44, 69	50, 42
Moderada Baixa	31, 07	69, 19	17, 03
Moderada Muito Baixo	9, 39	0, 61	0, 81
Água	0, 46	0, 59	1, 61
Área Urbana	30, 94	49, 07	50, 18

As variações referentes aos níveis de degradação das terras para os anos de 1989, 2007 e 2017 estão representadas no Gráfico 2. É evidente o aumento dos níveis de degradação grave e moderada grave, que tiveram um avanço significativo passando de 34, 72 km² e 120, 86 km² em 1989 para 89, 27 km² e 139, 45 km² em 2017, respectivamente.

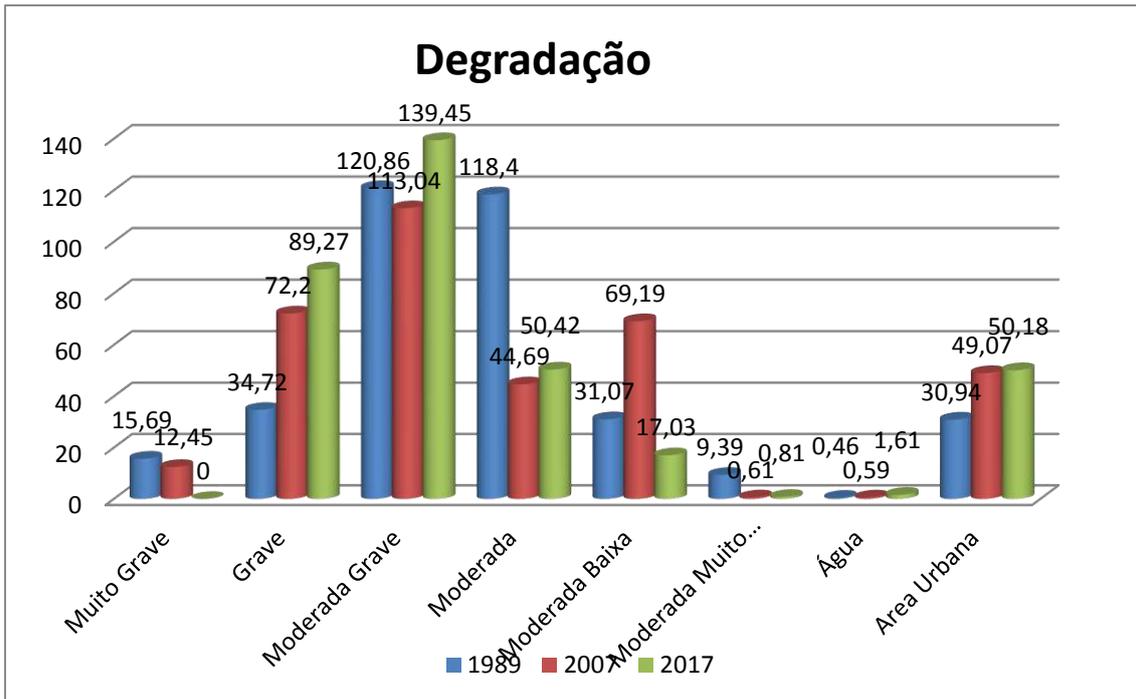


Gráfico 2: Áreas de classes de degradação (km²) no período de 1989, 2007 e 2017, na alça sudoeste do Município de Campina Grande/PB.

5.3.1 Nível de Degradação muito Grave

O nível de degradação grave é caracterizado por uma cobertura vegetal rala e/ou inexistente, presença de solo exposto, pedregosidade e afloramento de rochas (Figura 27).



Figura 27: Relevo ondulado, solo exposto, erosão laminar, por sulco, alta pedregosidade, situada no entorno da alça sudoeste do Município de Campina Grande/PB. Ponto de Observação 12 - Lat 07° 14' 49, 9' e Long 35° 56' 13, 0'. Fonte: Autora (2018).

Um outro fator agravante para este nível de degradação se dá pelo esgoto a céu aberto, parte dessas águas acabam por desaguar em pequenos açudes próximos, nos quais alguns moradores pescam e animais saciam a sede, como observado nas Figuras 28, 29, e 30.

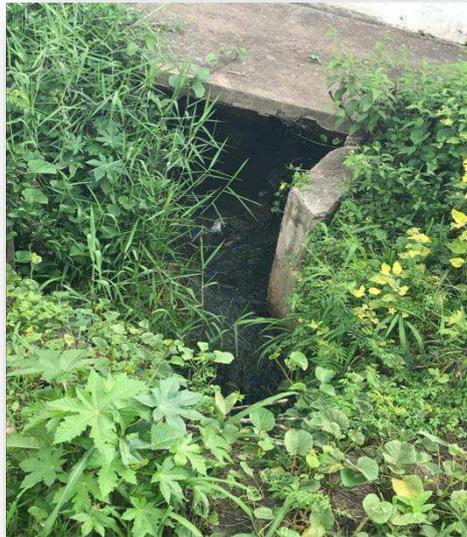


Figura 28: Esgoto a céu aberto do presídio Serrotão, situado no entorno da alça sudoeste do Município de Campina Grande/PB. Ponto de Observação 4 - Lat 07° 13" 12, 4' e Long 35° 57" 08, 0'.
Fonte: Autora (2018).



Figura 29: Esgoto a céu aberto (presídio serrotão), situado no entorno da alça sudoeste do Município de Campina Grande/PB. Ponto de Observação 4 - Lat 07° 13" 12, 4' e Long 35° 57" 08, 0'. Fonte: Autora (2018).



Figura 30: Animal dentro do canal de drenagem inacabado, no bairro do Mutirão, situado no Município de Campina Grande/PB. Ponto de Observação 5 - Lat 07° 13' 42, 9' e Long 35° 57' 04, 0'. Fonte: Autora (2018).

5. 3. 2 Nível de Degradação Grave

Esse nível de degradação é caracterizado por apresentar vegetação rala e/ou inexistente, erosão muito alta, favorecendo a degradação em virtude do solo exposto e terras abandonadas.

O nível de degradação grave teve um avanço significativo, passando de 34, 72 km² no ano de 1989 para 89, 27 km² em 2017, este aumento está relacionado a fatores antrópicos, como por exemplo, a retirada de material do morro pela empresa Britatec (Figura 31), e a instalação do antigo lixão municipal, que foi implantado no ano de 1992, porém mesmo tendo sido desativado em 2012, é possível verificar uma verdadeira “montanha de lixo” abandonada e exposta a céu aberto. Em alguns lugares já é possível observar o crescimento da vegetação local (Figura 32), o que possibilita uma falsa reabilitação ambiental.



Figura 31: Morro com exploração da pedreira Britatec, no bairro do Mutirão, situado no Município de Campina Grande/PB. Ponto de Observação 7 - Lat 07° 13" 59, 6' e Long 35° 57" 54, 4'. Fonte: Autora (2018).



Figura 32: Área do antigo lixão municipal, situada na alça sudoeste do Município de Campina Grande/PB. Ponto de Observação 13 - Lat 07° 14" 05, 7' e Long 35° 56" 30, 2'. Fonte: Autora (2018).

5. 3. 3 Nível de Degradação Moderada Grave

Houve um avanço de 18, 59 km² entre os anos de 1989 a 2017 neste nível de degradação, em razão de fatores antrópicos, como a retirada total da vegetação no topo do morro (Figura 33), e a construção civil em áreas que antes eram ocupadas por pastagem e criação pecuária (Figuras 34 e 35).



Figura 33: Área com relevo ondulado a fortemente ondulado, mais acima morro com retirada de vegetação, situada no entorno da alça sudoeste do Município de Campina Grande/PB. Ponto de Observação 4 - Lat 07° 13" 12, 4' e Long 35° 57" 08, 0'. Fonte: Autora (2018).



Figura 34: Área com relevo suave ondulado, presença de açude, ao fundo conjunto habitacional, situada no entorno da alça sudoeste do Município de Campina Grande/PB. Ponto de Observação 17 - Lat 07° 15" 58, 2' e Long 35° 55" 30, 6'. Fonte: Autora (2018).



Figura 35: Relevo suave ondulado, área de pastagem, alguns exemplares arbóreos, situada no entorno da alça sudoeste do Município de Campina Grande/PB. Ponto de Observação 17 - Lat 07° 15' 58, 2' e Long 35° 55' 30, 6'. Fonte: Autora (2018).

5. 3. 4 Nível de Degradação Moderada

O nível de degradação moderada representava em 1989 uma área de 118, 4 km², entretanto, observa-se que em 2017 reduziu para 50, 42 km² ocorrendo uma redução considerável nesse tipo de degradação (Figura 36).



Figura 36: Fazenda de criação bovina extensiva/subestação de alta tensão, situada no entorno da alça sudoeste do Município de Campina Grande/PB. Ponto de Observação 18 - Lat 07° 16' 27, 2' e Long 35° 54' 26, 1'. Fonte: Autora (2018).

5. 3. 5 Nível de Degradação Moderada Baixo

Este nível de degradação representa 17, 03 km² da área em estudo no ano de 2017. Percebe-se que a pecuária extensiva está presente em grande parte, dividindo espaço com o avanço imobiliário (Figuras 37).

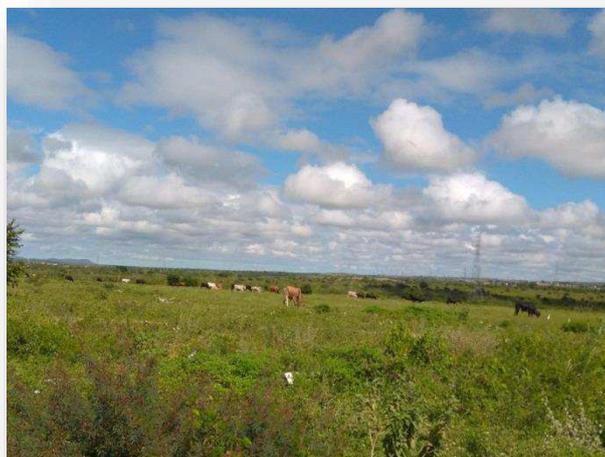


Figura 37: Relevo suave ondulado, vegetação de gramíneas com alguns exemplares arbustivos, área situada no entorno da alça sudoeste do Município de Campina Grande/PB. Ponto de Observação 16 - Lat 07° 15' 36, 7' e Long 35° 56' 9, 2'. Fonte: Autora (2018).

5. 3. 6 Nível de Degradação Moderada muito Baixo

A característica desta classe de degradação foi revelada através da uniformidade da cobertura vegetal, verificam-se alguns exemplares arbóreos, o solo possui uma boa cobertura vegetal (Figuras 38 e 39), o nível de degradação moderada baixo ocorre, geralmente, em região acidentada de pouco acesso pelo homem.



Figura 38: Vegetação mais densa, exemplares arbóreos espaçados, área situada no entorno da alça sudoeste do Município de Campina Grande/PB. Ponto de Observação 4 - Lat 07° 13" 12, 4' e Long 35° 57" 08, 0'. Fonte: Autora (2018).



Figura 39: Vegetação densa, presença de xique-xique, facheiro, baixa densidade demográfica, área situada no entorno da alça sudoeste do Município de Campina Grande/PB. Ponto de Observação 9 - Lat 07°14"31, 8' e Long 35° 59" 28, 9'. Fonte: Autora (2018).

6. CONCLUSÕES

- Ao comparar as imagens do satélite Landsat-5 de 1989 e Landsat-8 de 2017, conclui-se que neste intervalo de 28 anos houve uma explosão imobiliária significativa na região.
- O tratamento digital de imagens utilizado, possibilitou o estudo dos recursos naturais, se mostrando bastante eficiente na identificação dos alvos terrestres, tal como na avaliação das classes de vegetação e dos níveis de degradação da área em estudo.
- A cobertura vegetal teve um declínio bastante acentuado, todas as classes de vegetação tiveram sua área reduzida, apenas a classe Solo exposto aumentou de 57, 57 km² em 1989 para 77, 3 km² em 2017, ou seja, 19, 73 km² representados principalmente, pela expansão urbana ao longo da alça sudoeste.
- Na degradação ambiental o índice mais preocupante é o nível de degradação grave que passou de 34, 72 km² para 89, 27 km², tendo um aumento de 54, 55 km² no período de 28 anos.

CAPÍTULO VII**7. SUGESTÕES**

- Fiscalização por parte dos Poderes Públicos, visando à adoção de medidas de segurança e ações para a mitigação dos danos ambientais.
- Investimento em saneamento e estrutura básica, sendo assim necessária uma nova rede de esgoto.
- Divulgação das leis ambientais para a população, por meio de campanhas educacionais, o que irá contribuir para a melhoria da qualidade ambiental e de vida da população em cumprimento da lei vigente.
- Incrementar programas e estímulo à agricultura sustentável, avicultura, ovinocultura, etc. como fontes de geração de renda aos moradores da zona rural.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCÁNTARA – AYALA, I. 2002. Geomorphology, natural hazards, vulnerability and prevention of natural disasters in developing countries. *Geomorphology* 47 (2002) p. 107-124.
- AMBIENTE BRASIL. Recuperação de áreas degradadas, 2007. Disponível em:< <http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./gestao/index.html&conteudo=./gestao/areas.html>>.
- ARAÚJO, A. E. de. Construção Social dos Riscos e Degradação Ambiental: Município de Sousa, um estudo de caso. Campina Grande: UFPB, 2002. 129p. (Dissertação de Mestrado).
- ASSAD, E. D.; SANO, E. E. Sistema de Informações Geográficas: Aplicações na agricultura. 2 edição. Brasília: Embrapa – SPI/Embrapa – CPAD, 1998, 434p.
- BARBOSA, M. P. Sensoriamento Remoto aplicado ao estudo dos recursos naturais e do ambiente. Apostila, Campina Grande, DEAg/UFPB. 2000. 50p.
- BARBOSA, M. P. Sensoriamento Remoto e SIG aplicados à avaliação e manejo dos perigos naturais. Campina Grande: Universidade de Manitoba, Canadá / UFPB-CCT. 1997. 47p. (Relatório de Pós-Doutorado).
- BITAR, O. Y. Avaliação da recuperação de áreas degradadas por mineração na região metropolitana de São Paulo. Tese (Doutorado em Engenharia) — Curso de Pós-Graduação em Engenharia Mineral, USP, São Paulo, 1997.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Levantamento Exploratório e de Reconhecimento dos Solos do Estado da Paraíba. Rio de Janeiro. Convênio MA/CONTA/USAID/BRASIL, 1972 (Boletins DPFS-EPE-MA, 15 – Pedologia, 8).
- BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria de Saneamento Ambiental. 2007. Disponível em:< <http://www.cidades.gov.br/index.php?option=content&task=section&id=17&menupid=215&menutp=saneamento>>
- BROWN, S.; LUGO, A. E. Rehabilitation of tropical lands: a key to sustaining developing. *Restoration Ecology*, v. 2, p. 97-111, 1994
- CÂMARA, G.; SOUZA, R. C. M.; GARRIDO, J. SPRING: integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. *Computer & Graphics*, v. 20, n. 3, p. 395 – 403, 1996.

- CASTRO, A. L. C.1998. Glossário de defesa civil: estudo de riscos e medicina de desastres. Brasília: MPO/ Departamento de Defesa Civil. 283 p.
- CASTRO, A. L. C.1999. Manual de planejamento em defesa civil. Vol.1. Brasília: Ministério da Integração Nacional/ Departamento de Defesa Civil.133 p.
- DUARTE, M. R.; BUENO, M. S. G., Fundamentos ecológicos aplicados à RAD para matas ciliares do interior paulista. Manual para recuperação de áreas degradadas do Estado de São Paulo: Matas Ciliares do Interior Paulista, Guaratinguetá, SP, 2006.
- IZOLA, D. T.; PICOLLO, P.; CATALANO, F. M. Aerofotografias de baixo custo como instrumento de monitoramento ambiental. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, DEAg/UFPB. V. 2, n. 2, p. 225-228, 1998.
- JACOBI, P. Interdisciplinaridade e meio ambiente. Debates sócio-ambiental, São Paulo, n10, p. 3-3, 1998.
- KOBIYAMA, M.; MENDONÇA, M.; MORENO, D.A.; MARCELINO, I.P.V.O; MARCELINO, E.V.; GONÇALVES, E.F.; BRAZETTI, L.L.P.; GOERL, R.F.;MOLLERI, G.S.F.; RUDORFF, F.M. 2006. Prevenção de Desastres Naturais: Conceitos Básicos. Curitiba: Ed. Organic Trading. 109 p. Disponível em: <http://www.labhidro.ufsc.br/publicacoes.html> .
- LISSESAND, T. M.; KIEFER, R. W. Remote Sensing and Image Interpretation. John Wiley e sons, New York. 1995.
- MARCELINO, E. V. 2008. Desastres Naturais e Geotecnologias: Conceitos Básicos. Caderno Didático nº 1. INPE/CRS, Santa Maria, 2008
- MASKREY, A. (ed). Los desastres no son naturales. Colômbia: LA RED/ITDG, 1989.
- MORAES NETO, J. M. de; BARBOSA, M. P.; FERNANDES, M. de F.; SILVA, M. J. da: Avaliação da degradação das terras nas regiões oeste e norte da cidade de Campina Grande, PB: um estudo de caso. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, vol. 6, n. 1, Campina Grande jan/abr 2002.
- NOVO, EVELYN M. L. de MORAES. Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações. São Paulo. Ed. Edgard Blucher Ltda, 1989, 208p.
- PINTO, S.A.F.; VALERIO FILHO, M.; GARCIA, G.I. Utilização de imagens TM/LANDSAT na análise comparativa entre dados de uso da terra e de aptidão agrícola. Revista Brasileira de Ciências do Solo, Campinas, v.13, p.101-110, 1989.

SÁNCHEZ, L. E. A diversidade dos conceitos de impacto ambiental segundo diferentes grupos profissionais. In: Conferência Regional de luappa, 5, 1994, São Paulo. SP: luappa, 1994. 12 p.

SATTLER, M. A. Edificações e comunidades sustentáveis: atividades em desenvolvimento no NORIE/UFRGS. In: IV seminário ibero-americano da rede cyted XIV.C. Rio Grande do Sul, 2006.

SCHEUREN, J.M; POLAIN, O.; BELOW, R.; GUHA-SAPIR, D.; PONSERRE, S. 2008. Annual Disaster Statistical Review – The Numbers and Trends 2007. CRED - Centre for Research on the Epidemiology of Disasters. 2008, Université Catholique de Louvain, Brussels, Belgium. Disponível em: <http://www.emdat.be/Documents/Publications>.

SILVA, E. P. Estudo Sócio-Econômico-Ambiental e dos Riscos a Desastre ENOS (El Niño Oscilação Sul) no Município de Picuí – Paraíba. Um estudo de caso. 2002. 140p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Departamento de Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, 2002.

SILVA, E. P. da. Levantamento integrado dos recursos naturais de parte da microrregião homogênea de Souza-PB, utilizando-se de técnicas de Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas. Areia-PB: CCA/UFPB, 1999. 72p. (Trabalho de Graduação em Engenharia Agrônômica).

SINDUSCON-SP. Gestão ambiental de resíduos da construção civil: a experiência do Sinduscon-SP. São Paulo, SP, 2005. Disponível em: <http://www.gerenciamento.ufba.br/downloads/manual_residuos_solidos.pdf>.

TOBIN, G. A; MONTZ, B. E. 1997. Natural hazards: explanation and integration. New York: The Guilford Press. 388 p

TOSI, F. A. Tecnologia GIS chega ao setor sucroalcooleiro. Jornal Cana. Ribeirão Preto: série II; ano VI; n.64. 1999. P.25.

UN-ISDR - International Strategy for Disaster Reduction. 2009. Terminology on Disaster Risk Reduction. Disponível em <http://www.unisdr.org>.

VENEZIANO, P.; ANJOS, C. E. dos. Metodologia de interpretação de dados de sensoriamento remoto e aplicação em geologia. INPE. São José dos Campos. 1992. 61p.