

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO - UFPE
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS - CFCH
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS GEOGRÁFICAS - DCG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA - PPGeo
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

JEISSY CONCEIÇÃO BEZERRA DA SILVA

**ANÁLISE GEOAMBIENTAL DO COMPLEXO INDUSTRIAL PORTUÁRIO DE
SUAPE - PE**



RECIFE

2016

JEISSY CONCEIÇÃO BEZERRA DA SIVA

**ANÁLISE GEOAMBIENTAL DO COMPLEXO INDUSTRIAL PORTUÁRIO DE
SUAPE - PE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós -
Graduação em Geografia da Universidade
Federal de Pernambuco como requisito para a
obtenção do grau de Mestre em 26/08/2016.

**Orientadora: Profa. Dra. Helena Paula de
Barros Silva**

RECIFE
2016

Bibliotecária: Maria Janeide Pereira da Silva, CRB4-1262

S586a Silva, Jeissy Conceição Bezerra da.
Análise geoambiental do Complexo industrial portuário de Suape - PE /
Jeissy Conceição Bezerra da Silva. – 2016.
109 f. : il. ; 30 cm.

Orientadora : Prof^a. Dr^a. Helena Paula de Barros Silva.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, CFCH.
Programa de Pós-Graduação em Geografia, Recife, 2016.
Inclui Referências.

1. Geografia. 2. Impacto ambiental – Avaliação. 3. Sensoriamento remoto. 4. Suape (PE: Microrregião). 5. Portos. 6. Análise geoambiental. I. Silva, Helena Paula de Barros (Orientadora). II. Título.

918 CDD (22. ed.)

UFPE (BCFCH2017-204)

JEISSY CONCEIÇÃO BEZERRA DA SILVA

**ANÁLISE GEOAMBIENTAL DO COMPLEXO INDUSTRIAL PORTUÁRIO DE
SUAPE – PE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestra em Geografia.

Aprovada em: 26/08/2016.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Helena Paula de Barros Silva (Orientadora – Examinadora Interna)
Universidade de Pernambuco

Prof. Dr. Osvaldo Girão da Silva (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Profa. Dra. Cristiana Coutinho Duarte (Examinadora Externa)
Universidade de Pernambuco

Para meus pequenos e sapecas Johann e Yerick.

AGRADECIMENTOS

Ao meu Deus, que sempre foi minha fonte de amor, força e coragem para seguir.

A Wellington Santos, Robéria Alves, Sandra Razanna e Paulo Henrique, pessoas a quem pude confiar meus filhos durante as disciplinas e campos.

À Prof^a. Dr^a. Helena Paula Barros da Silva, pela orientação, apoio e compreensão ao longo desses dois anos.

Ao Prof^o. Dr^o. Lucas Costa de Souza Cavalcanti, pela disponibilidade, apoio e paciência.

Aos queridos Henrique Ferreira, Ygor Cristiano, Pedro Ferreira, Viviane Gomes e Rinaldo Thomaz, pessoas a quem pude recorrer inúmeras vezes e que sempre mostraram-se atenciosas.

Ao amigo de longa data Ivamauro Ailton Silva de Sousa, por todas as dicas e palavras de apoio.

A Linaldo Santos, amigo que consegui no decorrer do curso e que sempre esteve me apoiando, tirando dúvidas e lendo meus materiais.

Ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, por acolher e fomentar o desenvolvimento deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pela concessão da bolsa do mestrado.

A todos que contribuíram direta e indiretamente a este trabalho.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização dessa pesquisa, direta ou indiretamente.

Muito Obrigada.

*Saber muito não o torna inteligente. A inteligência se traduz na forma que você recolhe,
julga, maneja e, sobretudo, onde e como aplica esta informação.*

Carl Sagan

RESUMO

Para a construção e desenvolvimento do Complexo de Suape, foi necessária uma grande mudança na configuração da sua paisagem, ocorrendo degradação do seu meio ambiente, bem como uma intensificação do fluxo migratório, sendo necessário um aumento na demanda de serviços básicos. A presente pesquisa realizou uma análise geoambiental da área do estudo, identificando as características do seu meio físico, biótico e socioeconômico para fins de caracterização e discussão dos impactos derivados dessa construção e atividades relacionadas a ela. Para isso seguiu a abordagem teórica do Geossistema, que faz correlações com os vários elementos que compõe a paisagem, levando em consideração também a ação antropogênica. Para realização dessa análise foram utilizadas técnicas de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento que foram indispensáveis para melhor obtenção de dados e visualização dos parâmetros analisados através dos produtos cartográficos que foram gerados. Verificou-se que o meio ambiente em que o complexo está inserido sofreu grandes transformações que antecederam a construção e que foram intensificadas por ela. Tais transformações aumentaram sua vulnerabilidade ambiental, principalmente a riscos relacionados a movimentos de massa e inundações, o que pode acarretar em grandes prejuízos sociais.

Palavras-Chave: Suape. Geossistemas. Sensoriamento Remoto. Análise Geoambiental.

ABSTRACT

For the construction and development of the Suape Complex, a major change in the configuration of its landscape was necessary occurring degradation of their environment, as well as an intensification of migration, requiring an increase in demand of basic services. This research conducted a geo-environmental analysis of the study area, identifying the characteristics of their physical, biotic and socio-economic purposes for characterization and discussion of the impacts derived from this building and activities related to it. To this he followed the theoretical approach geosystem, which is correlated with the various elements that make up the landscape, taking into account also the anthropogenic action. To perform this analysis were used Remote Sensing and GIS that were indispensable for better data collection and visualization of parameters analyzed using cartographic products were generated. It was found that the environment in which the complex is inserted has changed considerably leading to the construction and were strengthened by it. These changes have increased their environmental vulnerability, especially risks related to mass movements and floods, which can result in major social losses

Keywords: Suape. Geosystems. Remote Sensing. Geoenvironmental Analysis

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Perspectivas de desenvolvimento e crescimento do CIPS.....	17
Figura 2 - 2º ordem de microgeócoro.	23
Figura 3 - Esquema do método de estudo dos geossistemas proposto por Bertrand (1971)	28
Figura 4 - Sistema GTP proposto por Bertrand e Bertrand (2007, p. 299).	29
Figura 5 - Tipos de sensores.....	32
Figura 6 - Espectro eletromagnético.	33
Figura 7 - Localização do Complexo Industrial Portuário de Suape.....	44
Figura 8 - Localização estratégica de Suape.	45
Figura 9 - Imagem SRTM da área de estudo, com resolução de 30 metros.....	47
Figura 10 - Equações de chuva, utilizando a IDF.	54
Figura 11 - Isoietas Anuais Médias do Cabo de Santo Agostinho, no período de 1977 a 2006.	58
Figura 12 - Isoietas Anuais Médias de Ipojuca, no período de 1977 a 2006.	59
Figura 13 - Padrão de drenagem e Bacias Hidrográficas da Microrregião de Suape.....	60
Figura 14 - Formações Geológicas do Complexo Industrial Portuário de Suape.	63
Figura 15 - Estruturas do tipo Falha ou Fratura do Complexo Industrial Portuário de Suape.	66
Figura 16 - Unidades de Relevô do Complexo Industrial Portuário de Suape.....	69
Figura 17 - Declividade da Microrregião de Suape.....	70
Figura 18 - Distribuição das Classes de Solo do Complexo Industrial Portuário de Suape.....	73
Figura 19 - Formação Vegetal Nativa do Complexo Industrial Portuário de Suape.....	74
Figura 20 - Mapa da Cobertura Vegetal do Complexo Industrial Portuário de Suape.....	79
Figura 21 - Imagem da área portuária do CIPS na década de 1970.	81
Figura 22 - Levantamento da Cobertura da Terra do Complexo Industrial de Suape.....	84
Figura 23 - Espacialização das Unidades da Paisagem.....	87
Figura 24 - Unidades Geoambientais do Complexo Industrial Portuário de Suape.....	89
Figura 25 - Níveis de Manejo das terras do Complexo Industrial Portuário de Suape.	91

Figura 26- Potencial Agrícola do Complexo Industrial Portuário de Suape.	92
Figura 27- Suscetibilidade a Movimentos de Massa do Complexo Industrial Portuário de Suape.	98
Figura 28- Mapa de Suscetibilidade à inundação do Complexo Industrial Portuário de Suape.	103

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Subdivisão taxonômica proposta por Sochava.	23
Tabela 2- Classificação das Unidades de Fragilidade.	41
Tabela 3- Padrões de Relevo Utilizados como Parâmetros.	53
Tabela 4- Classes do relevo e sua área correspondente.	69

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Categorias utilizadas por Sochava.	25
Quadro 2- Reservatórios da bacia do rio Ipojuca	61
Quadro 3- Reservatórios da bacia GL – 2.	61

LISTA DE FLUXOGRAMA

Fluxograma 1- Etapas básicas para o zoneamento das suscetibilidade a inundações.....	56
---	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	19
2.1 O ESTUDO DOS GEOSSISTEMAS E SUA INSERÇÃO NA GEOGRAFIA BRASILEIRA.....	19
2.1.2 O ESTUDO DE GEOSSISTEMAS E A PAISAGEM	20
2.1.3 GEÔMEROS, GEÓCOROS E O MÉTODO REGIONAL - TIPOLOGICO	21
2.1.4 DIRETRIZES PARA O ESTUDO DE GEOSSISTEMAS	25
2.1.5 GEOSSISTEMAS EM GEORGES BERTRAND E O GTP.....	26
2.1.6 GEOSSISTEMAS E A GEOGRAFIA BRASILEIRA	29
2.1.7 CONSIDERAÇÕES	30
2.3 A GEOMÁTICA APLICADA A ANÁLISE AMBIENTAL	31
2.3.1 O SENSORIAMENTO REMOTO	31
2.3.2 SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS – SIG’S.....	34
2.3.3 A GEOMÁTICA	35
2.3.4 CONSIDERAÇÕES	37
2.4 DIRETRIZES PARA A ANÁLISE GEOAMBIENTAL	38
2.4.1 IMPACTOS AMBIENTAIS	38
2.4.2 FRAGILIDADE AMBIENTAL E VULNERABILIDADE: ASPECTOS CONCEITUAIS	38
3 MATERIAIS E MÉTODOS	41
3.1 ÁREA DE ESTUDO	42
3.2 ETAPAS DO TRABALHO.	46
3.3 CARACTERIZAÇÃO E MAPAS TEMÁTICOS.....	49
3.4 CARTAS DE SUSCETIBILIDADE ÀS INUNDAÇÕES E AOS MOVIMENTOS DE MASSA	51
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	57
4.1 CLIMA	58

4.2 HIDROGRAFIA.....	59
4.3 FORMAÇÃO GEOLÓGICA	62
4.4 GEOMORFOLOGIA DA ÁREA.....	66
4.5 DISTRIBUIÇÃO DAS CLASSES DE SOLOS.....	71
4.6 VEGETAÇÃO PREDOMINANTE	73
4.7 COBERTURA E USO DA TERRA.....	79
4.8 IDENTIFICAÇÃO DAS UNIDADES DE PAISAGEM E DAS UNIDADES GEOAMBIENTAIS	85
4.9 MAPA DAS UNIDADES GEOAMBIENTAIS	86
4.10 POTENCIALIDADE AGRÍCOLA.....	90
4.11 VULNERABILIDADE AMBIENTAL DO COMPLEXO INDUSTRIAL PORTUÁRIO DE SUAPE: SUSCETIBILIDADE A MOVIMENTOS DE MASSA E INUNDAÇÕES	93
4.12 SUSCETIBILIDADE A MOVIMENTOS DE MASSA DO COMPLEXO INDUSTRIAL PORTUÁRIO DE SUAPE	95
4.13 SUSCETIBILIDADE A INUNDAÇÕES DO COMPLEXO INDUSTRIAL PORTUÁRIO DE SUAPE	100
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	104
REFERÊNCIAS	105

1 INTRODUÇÃO

O complexo de Suape trouxe grande dinamicidade à microrregião em que está inserido, graças aos investimentos relacionados principalmente a refinaria, estaleiro, siderurgia e turismo. Essa dinamicidade leva a uma mudança na configuração territorial, causando impactos no meio ambiente e aumentando a necessidade de ofertas de serviços, como emprego, habitação, transportes, saúde entre outros.

A presente pesquisa realizou uma análise geoambiental, que consiste em avaliar a área de estudo a partir de uma união de vários componentes da natureza como clima, cobertura do solo, relevo, geologia, hidrologia, geomorfologia, aspectos oceanográficos, ação antrópica etc. Segundo Christofolletti (1986) “a Geografia Física não deve estudar os componentes da natureza por si mesmos, mas investigar a unidade resultante da integração e as conexões existentes nesse conjunto”. Vários outros autores sugerem uma visão sistêmica que compreenda e que considere a dinamicidade do meio, Troppmair (1985) afirma que “como geógrafos não devemos estudar o meio físico como produto final, como objetivo e único isolado em si, mas como o meio integrado e dinâmico, em que os seres vivos, entre eles e o homem vivem, se conectam e desenvolvem suas atividades. O Complexo Industrial Portuário de Suape (CIPS) é envolvido em atividades e projetos que enfatizam a questão ambiental local, como Plano de Emergência Individual (PEI); Plano de Controle de Emergência (PCE); Plano de Ajuda Mútua (PAM); Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA); Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) e Plano de contingência de saúde, além disso, possui normas e regulamentação das atividades exercidas dentro do seu território. Tais ações são direcionadas a legislação ambiental e a segurança da saúde dos seus trabalhadores. A presente pesquisa buscou consultar e analisar a efetividade das normas mencionadas acima, principalmente as que são direcionadas ao meio ambiente, na tentativa de averiguar se cumprem com suas respectivas propostas.

O Complexo Industrial Portuário de Suape é uma área que concentra grandes investimentos em vários setores da economia, o desenvolvimento das suas potencialidades exige mais mão de obra, o que ocasionará uma intensificação no fluxo migratório, esse aumento no contingente populacional necessitará de mais ofertas de serviços básicos, como habitação, transportes, infraestrutura, serviços públicos etc. (CONDEPE/FIDEM, 2008), conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1: Perspectivas de desenvolvimento e crescimento do CIPS



Fonte: CONDEPE/FIDEM, 2008.

A construção de Suape foi determinante principalmente para a economia de Pernambuco, pois atraiu interesses nacionais e certamente internacionais, graças a sua potencialidade. Tal construção recebeu grandes investimentos que alterou a configuração não só do local da área onde foi erguido o complexo, mas também das adjacências que foram impactadas indiretamente. Esses impactos são de aspectos ambientais e socioeconômicos.

As características geoambientais implicam em dinâmicas que precisam ser bem conhecidas, de modo a oferecer subsídios para ações específicas de controle. Assim, um dos pretextos para a realização da pesquisa, decorre das seguintes razões: a) a necessidade de ampliação de estudos que analisem a área em questão de forma integrada sob a ótica da Geografia; b) a expressividade Ambiental da área estudada; c) a intensidade das intervenções antrópicas; d) a necessidade de ampliação do estudo dos Geossistemas e da Análise Sistêmica.

Diante do exposto temos o cenário de um ambiente com crescente população, incentivo de serviços e infraestrutura que atendam as necessidades e que sejam atrativas a novos moradores e/ou turistas, em contrapartida, tem-se a alta complexidade ambiental que precisa ser respeitada para a conservação das suas potencialidades e fragilidades naturais. Até que ponto a construção do complexo associado às outras atividades antropogênicas relacionadas a ele interfere a dinâmica natural das fácies encontradas na área de estudo e quais processos podem vir a impactar o meio ambiente negativamente?

Nesse contexto, o objetivo geral do presente projeto é analisar e avaliar os impactos ocorridos e que podem vir a ocorrer na área de estudo, decorrentes dos impactos ocasionados

pela construção do Complexo Industrial Portuário de Suape. A presente pesquisa tem como objetivos específicos os itens abaixo:

- Estudar, analisar e correlacionar os diferentes elementos do meio físico - bióticos da paisagem, como geologia, geomorfologia, clima, entre outros;
- Identificar e analisar a cobertura do solo, bem como os principais usos, através dos produtos cartográficos gerados a partir das técnicas já mencionadas;
- Identificar causas e consequências das mudanças que ocorreram e podem ocorrer na paisagem da área de estudo;
- Ampliar os estudos voltados a Suape, bem como fornecer subsídios para um melhor estudo das mudanças ocorridas na paisagem e conservação dos ecossistemas, a partir da geração e análise de produtos cartográficos.

Como forma de organização da pesquisa foi adotada a seguinte distribuição das etapas e suas respectivas temáticas: na primeira parte é exposto o levantamento da problemática, justificativa e os objetivos (geral e específicos) do trabalho, nela é possível contemplar uma visão geral da pesquisa, bem como os principais e importantes pontos. A Fundamentação teórica é detalhada e desenvolvida na etapa seguinte, onde tais conceituações foram extremamente importantes para o desenvolvimento do estudo. Apresenta-se subdivida em três partes que abarcam as temáticas dos Estudos dos Geossistemas, A Geomática e as Diretrizes que subsidiam a análise Geomambiental em si. A terceira etapa abrange todos os procedimentos e etapas que constituíram o presente trabalho, bem como a metodologia escolhida para cada resultado obtido. A etapa 4 expõe as mudanças que ocorreram na paisagem que foram decorrentes da construção do Complexo de Suape e as mais gritantes consequências disso. A etapa 5 caracteriza e analisa o clima da região, expondo os principais anos chuvosos e os eventos relacionados a eles, bem como as condicionantes do clima que são atuantes na área em questão. A etapa 6 aborda os elementos geológicos - geomorfológicos do Complexo de Suape e analisa a influência das ações antrópicas nas feições. Na etapa 7 foi discutido a vulnerabilidade ambiental da área de estudos a processos como inundação e movimento de massa, por exemplo, que foram desencadeados ou intensificados pela ação antropogênica. O trabalho é concluído na etapa que explanou as últimas considerações e observações sobre o estudo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 O ESTUDO DOS GEOSSISTEMAS E SUA INSERÇÃO NA GEOGRAFIA BRASILEIRA

Atualmente, o estudo das paisagens realizado de forma integrada aos diferentes elementos que as compõe está em evidência, porém a importância dada ao conhecimento e diferenciação das áreas e a visão holística se mostram presentes desde a Antiguidade.

Os relatos mais antigos sobre a importância do conhecimento das áreas naturais são encontrados na Bíblia, em uma passagem de Moisés e no livro de Sun Tzu “A Arte da Guerra”, que segundo SAWYER, 2007 apud CAVALCANTI, 2013 foi escrito por volta de 2500 anos atrás. Muitas são as contribuições dos trabalhos desenvolvidos na antiguidade, como o Ptolomeu, Estrabão, Parmênides e até Homero.

Dentre essas contribuições podem ser citadas o tratamento sistemático para a diferenciação das áreas, como a proposta por Ptolomeu quando sugeriu os conceitos de *natura* (características particulares) e de *positio* (analogia, comparação e consequentemente a diferenciação entre as áreas). Escalas de observação também foram desenvolvidas por Ptolomeu são elas global (geografia), regional (corografia) e local (topografia).

O desenvolvimento da Geografia no período clássico citado acima foi sucedido principalmente por Bernard Varen durante o Renascimento da Geografia na Europa, que acabara de sair de um período de estagnação não só da Geografia, mas das ciências de um modo geral que ocorreu durante a idade média.

Segundo Cavalcanti (2013), Bernard Varen discutiu elementos que são bases para a Geografia, como seu objetivo, objeto e métodos, mostrando ter assimilado as noções de *positio* e *natura*. Para este autor o planeta Terra seria o objeto de estudo da Geografia, mas precisamente sua superfície, porém seu estudo não deveria ser realizado de maneira meramente descritiva e sim, partindo da perspectiva do Universal e do Particular. Onde a primeira é voltada para a caracterização principalmente topográfica, como tipos de rios, desertos, climas, ambientes e etc. E a segunda é voltada para a caracterização das regiões e é subdividida em: Corografia e Topografia, que se diferenciam basicamente na abrangência das áreas analisadas (VARENIUS, 1712, 1734 apud CAVALCANTI, 2013).

O conhecimento desenvolvido por Varen influenciou o Iluminismo na França, onde também houve grande desenvolvimento da ciência geográfica, principalmente como

consequência das adversidades naturais e políticas da época (século 18), onde o cenário era de fome, frio, escassez de alimentos, crescimento populacional e guerras, decorrentes da Pequena Idade do Gelo e da participação de guerras na América, Ásia e na própria Europa. Essa situação gerou a grande necessidade de se conhecer e de caracterizar os recursos disponíveis na França e em outros países europeus.

Como contribuição intelectual desse tempo podem ser citados o Dicionário Racional das Ciências, das artes e das profissões, organizada por Denis Diderot e Jean d' Alembert, 1757 e 1772, a carta mineralógica, 1746, que tem como autores Jean-Etienne Guettard e Philippe Buache. Essa carta foi um marco muito importante para as ciências de um modo geral, pois quebrou com o enciclopedismo e trouxe outra perspectiva para a produção acadêmica, voltada para a caracterização temática. Outra obra que foi extremamente marcante e importante nesse século (18) foi a *L'Histoire Naturelle, générale et particulière, avec la description Du Cabinet Du Roi*.

Posteriormente ao iluminismo e influenciada por ele surge as obras de Alexander Von Humboldt e Vasilij Vasilievich Dokuchaev, Humboldt trouxe uma nova perspectiva sobre a Geografia Física relacionando diferentes elementos como vegetação e fauna ao clima, já o segundo desenvolveu ainda mais a relação da paisagem e seus elementos com a latitude e altitude, suas pesquisas contribuíram muito para ajudar a Rússia, seu país de origem, que vivia em um período de instabilidade política e passava por uma série de secas, afetando diretamente a produção agrícola e consequentemente a população.

Produziu a Teoria das zonas naturais, onde formulou o conceito de zonas naturais que foi uma espécie de classificação de regiões naturais através da homogeneidade de seus elementos. Posteriormente o estudo dessas regiões homogêneas recebeu diferentes nomes, dentre eles o Estudo de Geossistemas.

2.1.2 O ESTUDO DE GEOSSISTEMAS E A PAISAGEM

Segundo Troppmair, foi na Biologia que ressurgiu o pensamento integrado e sistêmico, que firmou a necessidade de estudos científicos mais dinâmicos e interdisciplinares. Alexander Bogdanov foi um dos primeiros a publicar sobre os sistemas, porém foi o biólogo Ludwig Von Bertalanfy foi o primeiro a formular um arcabouço teórico sobre o tema. Para este autor, os geossistemas são uma classe peculiar de sistemas dinâmicos e abertos e hierarquicamente organizados. (1973, apud SOCHAVA, 1976).

O primeiro a usar o termo geossistema foi Viktor B. Sochava, com a publicação do seu artigo *Definição de alguns conceitos e termos da geografia física*, e definiu geossistema como “unidade natural de todas as categorias possíveis, do geossistema planetário (envelope geográfico ou ambiente geográfico em geral) ao geossistema elementar (fácies físico-geográfica)” (SOCHAVA, 1963, p. 53 apud CAVALCANTI, 2013).

Uma ‘encosta com *Anadenanthea-Pilosocereus* em solos incipientes e pedregosos’, feição muito comum nos inselbergs de Petrolina (Pernambuco) seria uma fácies na definição de Sochava. Utilizando um exemplo siberiano, dado por Semenov e Pudikh (1986) teríamos uma ‘encosta convexa com *Stipa-Artemisia* em solo castanho comumente siltoso e carbonático’.

Esta concepção difere enormemente daquela suposta por Troppmair e Galina (2006), para quem os geossistemas, na concepção de Sochava, deveriam abranger grandes áreas. Este pensamento não condiz com o modelo hierárquico apresentado pelos geógrafos russo-soviéticos.

Além disso, Sochava acreditava que o termo paisagem deveria ter um sentido mais restrito, chegando a afirmar que “A utilização da palavra ‘paisagem’ para se referir a diferentes dimensões de geossistemas deve ser recusada.” (SOCHAVA, 1978, p.294). Seguindo a definição tradicional da geografia russo-soviética, o referido autor preferia utilizar o termo “como sinônimo de mesogeócoro, que são adequadamente distritos naturais. A maior unidade taxonômica de dimensão local (topológica) e a menor de dimensão regional.” (SOCHAVA, 1978, p.294).

Esta ideia de que a paisagem é uma unidade de meso-escala sendo, ao mesmo tempo, o maior geossistema local e o menor geossistema regional já estava presente na geografia russa pelo menos desde Berg (2006), divulgada também por Solnetsev (2006) e Isachenko (1973). Neste contexto, o termo paisagem seria restrito a uma unidade da IV e V ordens de grandeza, sendo comparável em dimensões ao geossistema de Bertrand.

Neste ponto, é preciso salientar que na definição de Sochava (1963), os geossistemas abrangem dimensões que variam da fácies à toda superfície terrestre (geossistema planetário) e não se restringe apenas à IV e V ordens de grandeza, diferindo grandemente da definição de Bertrand (1968).

2.1.3 GEÔMEROS, GEÓCOROS E O MÉTODO REGIONAL - TIPOLOGICO

Sochava também percebeu que as fácies não ocorriam individualmente, mas em tipos (ex.: encosta com *Anadenanthea-Pilosocereus* em solos incipientes e pedregosos). Do mesmo modo, geossistemas de grandes dimensões poderiam ser reconhecidos, a exemplo dos desertos e terras arbustivas secas (*deserts and xeric shrublands*), que ocorrem em vários continentes.

Contudo, por mais similares que essas paisagens fossem, elas não ocorreriam isoladas, guardando qualidades integrativas a partir das trocas de matéria e energia com o entorno. Por exemplo, num vale, o fluxo de matéria e energia tenderia a se deslocar no sentido topo-talvegue, criando duas catenas em cada encosta que compõe o vale.

Considerando isto, Sochava formulou o princípio da classificação bilateral dos geossistemas. Assim, quando falar em **tipos** de geossistemas deve-se utilizar o termo **geômero** (geo = terra, mero = parte). De outro modo, quando se fizer referência à associação entre geossistemas de diferentes tipos utiliza-se o termo **geócoro** (geo = terra, choros = área, espaço).

A figura 1 apresenta um vale. Com base nas relações entre os componentes naturais (posição no relevo, litotipo e vegetação) podemos distinguir 4 fácies ou geômeros elementares (A, B, C e D). Cada uma das encostas do vale representa uma associação de fácies com o propósito de conduzir a matéria até o fundo deste vale. Essa associação funcional compõe um geócoro elementar (1ª ordem).

A planície de inundação também constitui um geócoro de 1ª ordem, associando fácies subaquosas (leito menor) e trans-acumulativas (leito maior). O vale em si integra os diferentes geócoros de 1ª ordem e é, desta forma, um geócoro de 2ª ordem, que Sochava denominou de *micro-geócoro*.

Geômero é definido por Sochava (1978, p.292) como:

A base de representação do conceito de área natural homogênea. O geômero elementar representa o menor espaço uniforme resultante das interações entre os componentes de um geossistema. O menor táxon na linha dos geômeros é a *fácies*. Em princípio a generalização de fácies particulares é feita em campo. Em seguida, elas são agrupadas em *grupos de fácies*, estas em *classes de fácies*, estas por sua vez em *geomos* e daí em diante para a classificação dos geômeros superiores.

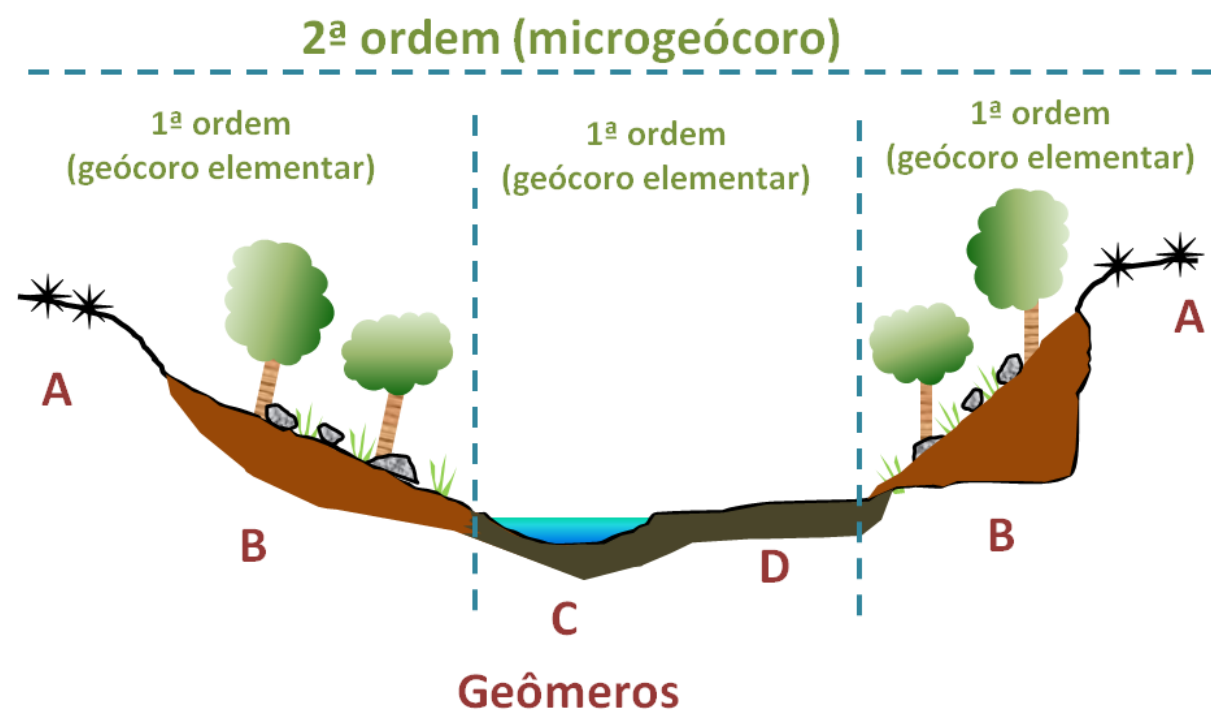
Geócoro é definido por Sochava (1978, p.293) como:

Sistema espacial heterogêneo, formado por geômeros adjacentes e diferentes uns dos outros, que juntos representam um todo estrutural-

dinâmico e funcional. Geócoros formam uma linha hierárquica (micro, meso e macrogeócoro, rayon, distrito, província e etc.).

Os geômeros são unidades de classificação (taxonômicas), enquanto os geócoros são unidades corológicas, definidas por características integrativas. A figura 2 e aFigura 3 sumariza a proposta taxo-corológica de Sochava Essa concepção é bastante importante principalmente para o conhecimento geográfico que muitas vezes foi segregado.

Figura 2: 2º ordem de microgeócoro.



Fonte: CAVALCANTI, 2013a.

Tabela 1: Subdivisão taxonômica proposta por Sochava.

Geômeros	Dimensão	Geócoros	
Geossistema Planetário			
Conjuntos de Tipos de Meios Naturais	Planetária	Cinturão físico-geográfico e Grupos de Domínios físico-geográficos	
Tipos de Meios Naturais		Subcontinentes e conjuntos de suas megaposições	
Classes de Geomas	Regional	Domínios/Regiões físico-geográficas	
Subclasses de Geomas		Com Zonalidade Latitudinal	Com Diferenciação pela Altitude
Grupos de Geomas			
Subgrupos de Geomas		Zonas Naturais	Grupos de Províncias
		Subzonas/Províncias	Províncias
Geomas	----- Local	Macrogeócoro (Associações de 5ª ordem)	
Classes de Fácies		Topogeócoro (Associações de 4ª ordem)	
Grupos de Fácies		Mesogeócoro (Associações de 3ª ordem)	
Fácies		Microgeócoros (Associações de 2ª ordem)	
Geômero elementar		Geócoro elementar (Associações de 1ª ordem)	

Fonte: CAVALCANTI, 2013a.

A grande questão que se deve colocar sobre a proposta taxo-corológica de Sochava é a mesma que Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro (cf.1976, p.) levantou (juntamente com Aziz Ab'Saber) em relação à proposta de Bertrand: será que a quantidade de unidades apresentada no modelo de Sochava é adequado à realidade brasileira?

Em 1976, Monteiro percebia que os geossistemas que Bertrand indicava como sendo da IV e V ordens de grandeza, possuíam dimensões muito superiores em nosso país, assim como relatado por seu colega Ab'Saber. Será que para o Brasil poderemos encontrar a quantidade exata de geômeros e geócoros propostos por Sochava?

Muitas críticas têm sido feitas sobre modelos rígidos, com níveis pré-definidos, para representar a hierarquia do ambiente natural (KHOROSHEV; MEREKALOVA; ALESCHENKO, 2007; CAVALCANTI, CORRÊA, 2013; CAVALCANTI, 2014). De qualquer modo, só teremos esta reposta a partir do mapeamento sistemático em escalas grandes (1:25.000 e maiores) abrangendo vastas áreas a ponto de testar os diferentes modelos ou mesmo propor um novo, adequado à realidade brasileira.

Um dos métodos que dão suporte ao estudo e cartografia dos geossistemas é o método regional-tipológico. Este foi proposto por Sochava no instituto de Geografia da Sibéria do Extremo Oriente, tratando-se de uma proposta de cartografia das paisagens. Esse método ampliou o acervo das unidades físico-geográficas e se baseou nos conceitos de Geômeros e Geócoros.

O Método Regional-Tipológico é uma representação cartográfica dos geócoros (associação espacial-funcional, de caráter único ou individual) e dos geômeros (tipos de geossistemas, que ocorrem em vários lugares do mundo). Foi baseada em outras já existentes, como a de Ramenski, Solntsev e Isachenko (CAVALCANTI, 2013), conforme figura Figura 4.

Quadro 1: Categorias utilizadas por Sochava.

Termo em Solntsev (1948) e Isachenko (1966)	Correspondente em Sochava (1978)
Paisagem ou Distrito físico-geográfico	Macrogeócoro
Rayon	Topogeócoro
Localidade, Grupos de tratos	Mesogeócoro
Trato	Microgeócoro
Subtrato	Geócoro Elementar

Fonte: CAVALCANTI, 2014.

Essa proposta sofreu algumas modificações após a morte de Sochava, as principais mudanças foram a alteração do geômero elementar, que antes era a biogeocenose, e passou a ser a fácies e a ampliação das categorias de geômeros locais, os grupos de fácies foram subdivididos em tipos e subtipos (CAVALCANTI, 2013).

2.1.4 DIRETRIZES PARA O ESTUDO DE GEOSSISTEMAS

O estudo dos geossistemas nos obriga a correlacionar os diferentes elementos que configuram a paisagem, onde o importante não é estudar os elementos isoladamente e sim a conexão entre eles, que segundo Sochava (1976, p. 2) “Essas conexões se introduzem numa complicada rede de organização, cujas malhas se estendem até as esferas econômica e social”.

Para este autor o geossistema é um fenômeno natural, mas os fatores econômicos e sociais influenciam sua estrutura e suas peculiaridades espaciais. Essa dinâmica do geossistema é configurada por elementos que possuem níveis diferentes de mutabilidade,

onde os que mudam mais rapidamente são os que sofrem mais intensamente com as ações antrópicas e ao mesmo tempo em que são áreas homogêneas se diferenciam umas das outras.

Sochava (1976, p.3) formulou alguns problemas e tarefas a serem resolvidos pela geografia física ao aplicar o estudo dos geossistemas, são eles:

- Modelização de geossistemas à base de sua dinâmica espontânea e antropogênica e do regime natural a ela correspondente;
- Análise de axiomas e outros princípios de uma teoria especial dos geossistemas como parte da teoria geral dos sistemas;
- Investigação de métodos racionais para a avaliação quantitativa de geossistemas e processos formadores da paisagem, particularmente do aparato matemático adequado à sua descrição;
- Análise sistêmicas de conexões espaciais no âmbito geográfico, a níveis planetário, regional ou topológico;
- Pesquisas sobre a condição espacial-temporal dos geossistemas e a montagem de seus modelos geográficos, principalmente dos mapas dos ambientes em conexão com os problemas de sua conservação e otimização;
- Estudo da influência dos fatores socioeconômicos no ambiente natural e prognose dos geossistemas futuros;
- Exame geográfico dos projetos para o complexo utilização-conservação do ambiente geográfico;
- Seleção, processamento e sistematização das informações referentes à paisagem natural para fins educacionais ou de pesquisa.

Como pode ser observado nos itens acima, o autor buscou não somente a descrição dos geossistemas, mas também com a sistematização das informações adquiridas e deu um importante enfoque às ações antropogênicas, unindo as informações, que antes se encontravam “divorciadas”. Preocupou-se também com a difusão dessas informações, seja por meio da geografia como disciplina escolar, seja como no meio acadêmico em forma de pesquisas.

2.1.5 GEOSSISTEMAS EM GEORGES BERTRAND E O GTP

George Bertrand nas suas pesquisas e estudos sobre os geossistemas buscou desenvolver as lacunas que ele achou nos trabalhos de Sochava. Dentre elas podem ser citadas: a delimitação, que é responsabilidade do pesquisador, já que não se pode encontra-la

naturalmente nos geossistemas, onde as geofácies ganham a dimensão de alguns quilômetros quadrados e os geotopos de alguns metros quadrados.

Ele também reafirma a importância da conexão entre as unidades da paisagem, definida por ele como “o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução” (Bertrand, 2004, p. 141).

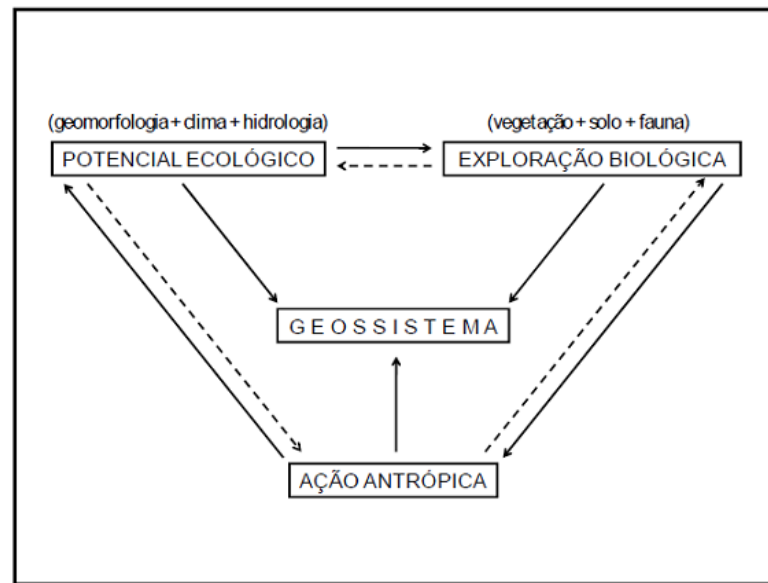
Este autor salientou a necessidade da interdisciplinaridade, e um dos pontos mais importantes desenvolvidos por este autor foi a questão da escala, onde mesmo que na natureza não aja delimitação, há manifestações iniciais e de extinção, e são nessas manifestações que podemos associar à escala.

Bertrand (2004, p.146) ainda menciona a importância de identificar os geossistemas nas escalas de 4º e 5º grandeza proposta por Tricart e Cailleux (1956). A esquematização taxonômica para o estudo dos geossistemas pode ser observado na figura 3.

Posteriormente Bertrand propõe uma nova sistematização metodológica, ao observar a grande complexidade das paisagens. O autor reconsidera sua definição sobre geossistema, que antes era definida apenas como uma ordem de grandeza, bem caracterizada espacial e temporalmente. E reafirma a definição proposta por Sochava anos antes.

Em 1964-1965, nós havíamos definido o geossistema como uma unidade taxorológica entre outras (geótopo – geofácie – geossistema – região natural – domínio geográfico – zona). O geossistema representava um espaço natural homogêneo dividido em geofácies. (...) Num esforço de uniformização conceitual e de simplificação da linguagem, nós entretanto estamos de acordo, com a definição mais lógica de V.B. Sochava, que faz do geossistema, como do ecossistema, uma abstração e um conceito. (BEROUTCHACHVILI; BERTRAND, 1978, p. 168. *Apud* CAVALCANTI, 2013).

Figura 3: Esquema do método de estudo dos geossistemas proposto por Bertrand (1971)

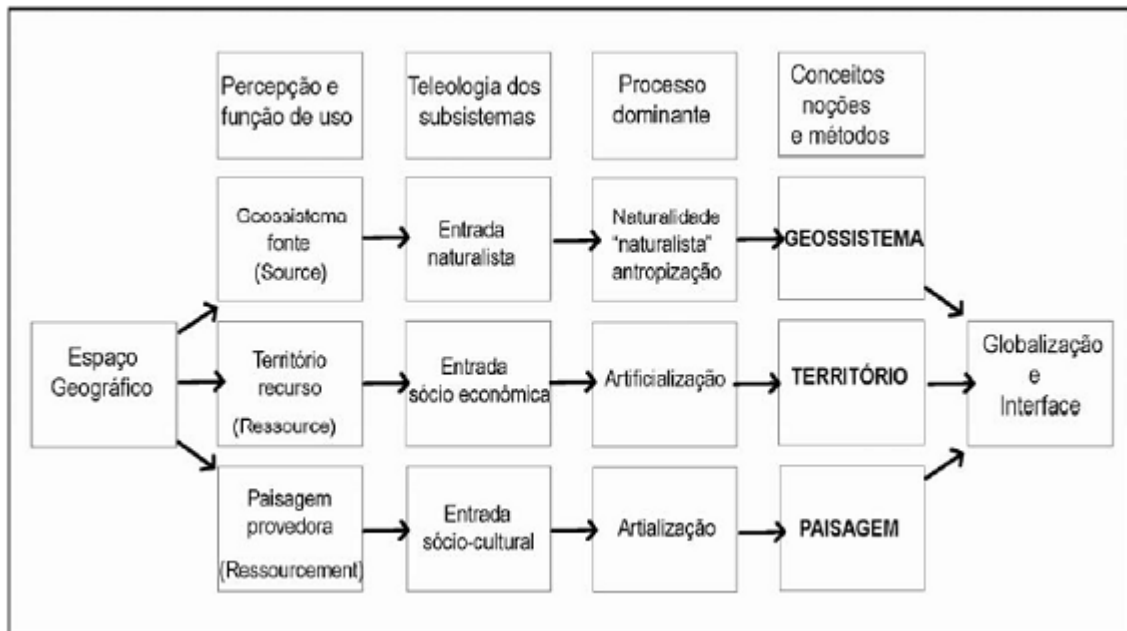


Fonte: Bertrand, 2004, p. 146.

Na nova proposta elaborada por Bertrand de modelo de análise integrada das relações entre a Sociedade e a Natureza, a partir de sua interação entre geossistemas, o território e a paisagem (GTP), conforme a Figura 4.

Como pode ser observado nesse novo modelo, a dinamicidade, interdisciplinaridade e as conexões são bem mais evidentes e caracterizadas do que no primeiro modelo. Onde o principal objetivo é a reaproximação desses três conceitos (geossistemas, território e paisagem). Esse modelo ainda favorece a delimitação e o mapeamento, bem como a identificação da fragilidade ou potencialidade do recorte espacial, se essas situações estão relacionadas com as ações antropogênicas e qual nível de envolvimento e impacto dessas ações sobre o ambiente.

Figura 4: Sistema GTP proposto por Bertrand e Bertrand (2007, p. 299).



Fonte: Pissanati, 2009.

Várias outras propostas de subdivisões taxonômicas foram desenvolvidas concomitante as de Sochava e Bertrand, como a de Isachenko (1991) e Vladimir A. Nikolaev (1979), porém esta etapa da pesquisa buscou delimitar sua discussão nas propostas dos autores mencionados.

2.1.6 GEOSSISTEMAS E A GEOGRAFIA BRASILEIRA

Um dos primeiros e principais difusores brasileiros dos estudos dos geossistemas foi o geógrafo Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro, que em sua obra *geossistemas: a história de uma procura* (2000) explicita sua trajetória como geógrafo e sua experiência com os estudos dos geossistemas, onde suas vivências institucionais serviram como apoio à sua aplicação, complementação e adaptação para a realidade do território brasileiro.

A literatura básica sobre os geossistemas que foi disponibilizada no Brasil limita-se a dois textos de Sochava traduzido em português, alguns textos de Beruchashvili (que não foram publicados em português), ainda tem-se Bertrand, que influenciou muito a geografia brasileira e Maria Bolós.

Segundo Cavalcanti (2010), no Brasil essa visão integrada dos sistemas proposta pela teoria dos geossistemas foi bastante difundida e aceita entre os geógrafos (MONTEIRO, 2000; RODRIGUES, 2001; CHRISTOFOLETTI, 2004; SALES, 2004; CORRÊA, 2006;

ROSS, 2006; GUERRA & MARÇAL, 2006; TROPPEMAIR & GALINA, 2006; SUERTEGARAY, 2009, entre outros).

Porém alguns autores acabam utilizando o termo geossistema de forma errônea, muitas vezes apenas agrupando várias informações temáticas, mas sem diálogos entre si ou por estudar Sochava pela ótica de Bertrand. Isso decorre da mínima quantidade de obras do Sochava em português, já que como foi mencionado anteriormente, apenas dois textos desse autor foram traduzidos no português, e seu último que recebeu o título Introdução a Teoria do Geossistema, nunca foi traduzido para o português e nem para o inglês, deixando uma grande lacuna na geografia brasileira no que concerne o estudo dos geossistemas (Cavalcanti, 2010)

2.1.7 CONSIDERAÇÕES

O desenvolvimento dos estudos dos geossistemas foi extremamente importante para a geografia, não só a geografia física, mas a Humana, a Agrária, a Biogeografia, a Urbana e a Cultural, pois busca um diálogo/conexão entre os componentes da paisagem e para isso utiliza-se da interdisciplinaridade. Houve disparidades na aplicação deste termo, pois ele foi formulado para análise de grandes áreas como a antiga URSS, porém essas “grandes áreas” não foi quantificado o que fez gerar muitas dúvidas na sua aplicabilidade extra URSS.

O próprio termo geossistema, gerou muitas divergências, principalmente por ser confundido com metodologia, o que na verdade é um erro. Segundo Cavalcanti (2012), a teoria dos geossistemas é uma interpretação teórica que segue a metodologia de uma análise sistêmica.

Não se deve estudar Sochava a partir das obras de Bertrand, pois mesmo utilizando o mesmo termo, os significados atribuídos a ele são diferentes, se faz necessário compreender essas diferenças e suas respectivas contribuições para o desenvolvimento do tema.

Para estudar os geossistemas e visualizar os componentes da paisagem, nomeadas por Sochava como variáveis e invariantes o mapeamento é fundamental, e para fazê-lo é necessário o conhecimento sobre o Sensoriamento Remoto (importante para aquisição de dados) e os SIGs (Sistema de Informação Geográfica), importantes para o processamento dos dados adquiridos previamente. Associado a essas técnicas, a realização do trabalho de campo é outro ponto fundamental, pois há elementos extremamente relevantes e que não são visíveis em imagens de satélite como, por exemplo, as espécies vegetais e as classes de solos.

Houve muitas críticas sobre os trabalhos de Sochava, onde é difundido que em sua concepção sobre geossistemas as ações antropogênicas não são inseridas no contexto de

conexões que ocorrem no mesmo. Isso não ocorreu de fato, pois em um dos seus textos traduzidos para português, em vários trechos há menções sobre a importância das ações antrópicas e outros fatores sociais.

2.3 A GEOMÁTICA APLICADA A ANÁLISE AMBIENTAL

Desde os tempos mais remotos existe a necessidade de conhecer o espaço em que se vive e também os outros espaços ocupados por outros grupos. Com as grandes navegações e o desejo de conhecer e explorar novas terras precisou-se que as técnicas de mapeamento acompanhasse o ritmo, associado a isso se tem os conflitos e as guerras, onde se torna ainda mais importante conhecer o território, ainda mais o do inimigo. A coleta dessas informações está associada ao desenvolvimento humano, já que podem ser aplicadas aos estudos relacionados à fauna, flora, solo, áreas urbanas, áreas rurais, recursos minerais e etc.

De acordo com Rosa (2011 p. 276), Só conhecendo o espaço e percebendo as relações existentes entre os vários fenômenos no nível espacial se torna possível agir sobre esse espaço. Onde o mesmo autor afirma que conhecer as informações espaciais não são importantes apenas para compreender o mundo e os conflitos que já ocorrem, mas sim usa-la para situações corriqueiras, a nível local, para solucionar problemas que qualquer cidadão possa vir a ter. O estudo espacial está diretamente ligado à Geografia, que o espaço e os fenômenos que nele ocorre é seu objeto de estudo, mas o desenvolvimento da coleta, aquisição, processamento, distribuição e análise das informações espaciais teve a contribuição de outras ciências e técnicas, como o Sensoriamento Remoto, Geoprocessamento, Cartografia, Sistema de Informação Geográfica e a Geomática. A seguir exponho alguns conceitos se confundem por serem bastante semelhantes.

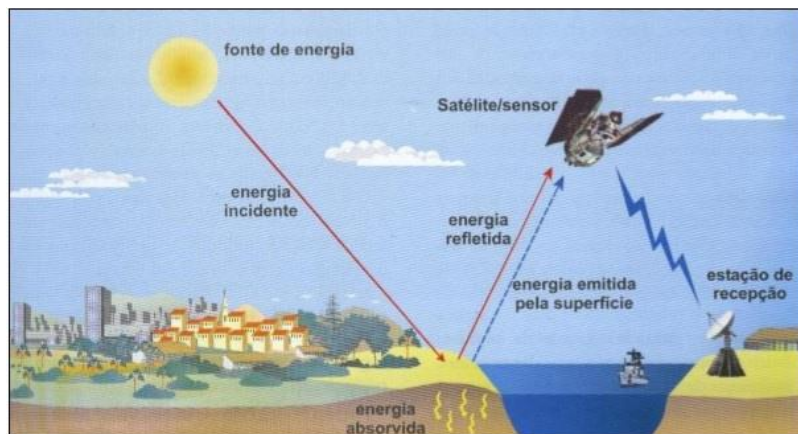
2.3.1 O SENSORIAMENTO REMOTO

O Sensoriamento Remoto (SR), segundo Sausen (2005, p. 4) é a técnica utilizada para se adquirir informações sobre a superfície da Terra através da energia refletida ou emitida, que posteriormente será processada e transformada em dados, como mapas, gráficos e tabelas (Figura 7). A obtenção dessas informações é feita remotamente, ou seja, sem contato físico entre o sensor e a superfície terrestre. O tipo de sensor utilizado é de extrema importância, pois cada sensor atua em uma ou mais região do espectro eletromagnético.

Os sensores remotos foram definidos por Florenzano (2006 p. 5) como, equipamentos que captam e registram a energia refletida ou emitida pelos elementos da superfície terrestre.

O olho humano é um exemplo de um sensor, porém limitado ao espectro do visível, representada por um arco-íris na figura 6, para enxergar as outras regiões espectrais, o ser humano precisa de outros sensores. Alguns sensores não precisam de fonte de energia externa, pois atuam na região de micro-ondas, como o radar, que emite sua própria energia e é baseado no radar natural que os morcegos possuem, que na verdade contam com a ajuda de um sonar, que emite ondas e registram os resultados da emissão, podendo assim localizar objetos. Dependendo da sua capacidade eles podem ser instalados em plataformas aéreas, terrestres e orbitais.

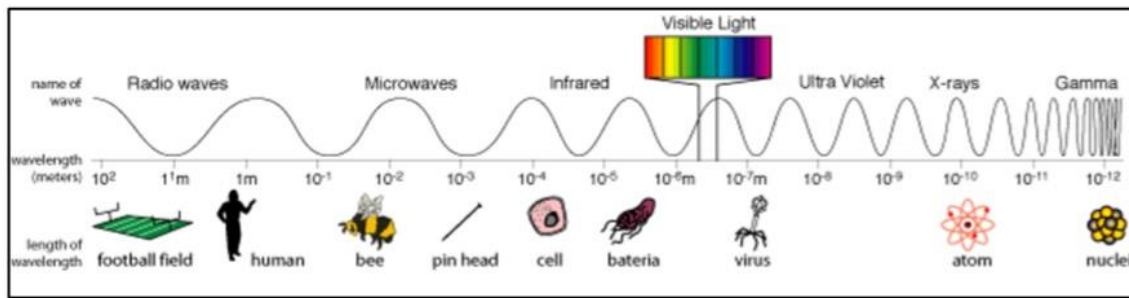
Figura 5: Tipos de sensores.



Fonte: Florenzano, 2006.

A radiação eletromagnética é a forma de energia que se movimenta em forma de ondas ou partículas eletromagnéticas, ela se move na velocidade da luz (300.000 km/s), é medida em frequência (Hertz - Hz), o comprimento de sua onda é medida em metros (m) e não precisa de um meio para se propagar. A principal fonte de radiação eletromagnética é o Sol, onde parte é refletida, absorvida ou emitida. Cada material reflete, absorve e transmite a radiação eletromagnética de acordo com suas propriedades bio-físico-químicas, por isso cada objetivo possui determinado comportamento espectral, que mostra como a radiação eletromagnética foi refletida, conforme figura 8.

Figura 6: Espectro eletromagnético.



Fonte: NASA, 2010.

SR se tornou uma grande ferramenta principalmente para as geociências, pois seu uso é abrangente podendo ser aplicados, dependendo da técnica às mais diversas áreas do conhecimento. Por isso é bastante importante compreender seu desenvolvimento como técnica e seu funcionamento. Os primeiros usos do SR estão ligados a práticas militares, com o objetivo de adquirir informações sobre a Geografia e infraestrutura dos rivais. Para isso pequenas máquinas fotográficas eram penduradas em pombos correios que sobrevoavam as áreas inimigas ao mesmo tempo em que as máquinas fotografavam tais áreas, gerando assim um banco de dados de grande importância para as estratégias militares. (FLORENZANO, 2011).

Posteriormente os pombos foram substituídos por balões, que foram substituídos por aviões na década de 1960. Esses aviões serviam como espiões, possuíam vários tipos de sensores e voavam em altitudes elevadas, o que dificultava a captura por parte do inimigo, o que era comum quando se utilizava pombos e balões. (ibidem).

O grande destaque e mudança para o SR foi o lançamento do primeiro satélite em 1970, que ampliou a utilização do mesmo. Segundo Figueiredo (2005 p. 3) a evolução do Sensoriamento Remoto foi dependente do processo evolutivo de outros segmentos tecnológicos, são eles: *Os sensores; O Sistema de telemetria; O Sistema de processamento e os Lançadores*. Portanto precisou-se também que as tecnologias necessárias para o envio do satélite para a órbita da Terra, nos receptores das informações obtidas, na transmissão das mesmas e no processamento das imagens e outros dados para a geração de produtos cartográficos através dos vários tipos *softwares*. Os principais fatos que marcaram a evolução do SR foram:

1672 - Desenvolvimento da teoria da luz; - Newton : decomposição da luz branca;

1822 - Utilização de uma câmara primitiva; - Niepa: geração da primeira imagem fotográfica fazendo uso de uma câmara primitiva e papel quimicamente sensibilizado à luz.
1839 - Desenvolvimento de equipamentos ópticos; - Pesquisas de novas substâncias fotossensíveis;
1859 - Utilização de câmaras fotográficas a bordo de balões;
1903 - Utilização de fotografias aéreas para fins cartográficos; 1909 - Tomadas de fotografias aéreas por aviões;
1930 - Coberturas sistemáticas do território para fins de levantamento de recursos naturais;
1940 - Desenvolvimento de equipamentos para radiometria sensíveis à radiação infravermelha; - Utilização de filmes infravermelhos na II Guerra, para detecção de camuflagem;
1944 - Primeiros experimentos para utilizar câmaras multiespectrais;
1954 - Desenvolvimento de radiômetros de microondas; - Testes iniciais visando a construção de radares de visada lateral;
1961 - Desenvolvimento de processamentos ópticos e digitais; - Primeiros radares de visada lateral;
1962 - Desenvolvimento de veículos espaciais tripulados e não tripulados; - Lançamentos de satélites meteorológicos; - Primeira fotografia orbital MA-4-Mercury;
• 1972 - Fotografias orbitais tiradas pelo programa Gemini; - Surgem outros programas espaciais envolvendo satélite de recursos naturais: SEASAT, SPOT, ERS, LANDSAT;
1983 - Lançamento do Landsat 4, SIR-A, SIR-B, MOMS;
1991 - Lançamento de ERS-1.
E mais recentemente em 2013, houve o lançamento do LANDSAT 8

Fonte: Adaptado de Figueiredo 2005.

2.3.2 SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS – SIG'S

Segundo Felgueiras (1993 p. 2) os sistemas de informações geográficas (SIGs) são banco de dados georeferenciados que permitem a integração de dados: de sensoriamento remoto, temáticos, cadastrais, tabulares e de modelagem digital de terreno. De acordo com Mendes (2000 *apud* Conceição 2004 p. 16) os SIGs se inserem como uma ferramenta que tem a capacidade de manipular as funções que representam os processos ambientais, em diversas regiões de uma forma simples e eficiente, permitindo uma economia de recursos e tempo.

Os SIG's podem apresentar o formato vetorial, composto por linhas, polígonos e pontos, que são representados por coordenadas geográficas ou métricas e podem apresentar

também o formato matricial ou raster, onde existe uma matriz de células que recebem o nome de pixel que são representadas por coordenadas em forma de linhas e colunas. Segundo Câmara, Davis e Monteiro (2001, p.42 *apud* Bernado, 2013, p.41), há pelo menos três grandes maneiras de usar o SIG: como ferramenta para produzir mapas, como suporte para análise de fenômenos e como banco de dados geográficos, com funções de armazenamento e recuperação de informação espacial. Segundo o INPE (2009) há pelo menos três grandes maneiras de utilizar um SIG:

- como ferramenta para produção de mapas;
- como suporte para análise espacial de fenômenos;
- como um banco de dados geográficos, com funções de armazenamento e recuperação de informação espacial.

Portanto os SIGs reúnem várias ferramentas que auxiliam no processamento, visualização e geração de produtos a partir da coleta feita através do sensoriamento remoto, agregando assim informações espaciais às informações alfanuméricas no mesmo ambiente. A associação dessas informações permite uma série de análises complexas aplicados às áreas urbanas, áreas rurais, planejamento territorial, monitoramento de áreas de riscos, análise e estudos geoambientais, uso do solo, vegetação, eventos climáticos, oceanografia e etc.

2.3.3 A GEOMÁTICA

Segundo o Ministério da Educação (2000 p. 9), a Geomática é um campo de atividades que, usando uma abordagem sistemática, integra todos os meios utilizados para a aquisição e gerenciamento de dados espaciais necessários como parte de operações científicas, administrativas, legais e técnicas envolvidas no processo de produção e gerenciamento de informação espacial. Ainda segundo esse mesmo autor, As aplicações são bastante variadas, incluindo os levantamentos topográficos, a cartografia, a geodésia, o mapeamento digital, os sistemas de informações geográficas, a fotogrametria, o sensoriamento remoto, os estudos ambientais, o planejamento, a engenharia, o turismo, enfim, todas as atividades que empregam dados espacialmente relacionados.

Segundo Rosa (2011, p. 277), ciência que se utiliza de técnicas matemáticas e computacionais para a análise de informações geográficas, ou seja, informações temáticas

“amarradas” à superfície terrestre, através de um sistema de coordenadas. O Geoprocessamento é um termo bastante comum aqui no Brasil e segundo esse mesmo autor é de uso quase exclusivo em nosso país, provavelmente devido a rivalidades intelectuais entre correntes de pensamento e denota o mesmo conceito da Geomática, como pode ser observado na definição Barcelos (1992 *apud* Conceição, 2004 p. 18), “O geoprocessamento trata informações alfanuméricas, associando-as a uma localização geográfica. Caracteriza-se como uma área multidisciplinar, envolvendo: ciência da computação, gerenciamento da informação, comunicação de dados, cartografia, sensoriamento remoto, fotogrametria, geografia, geodésica, estatística, etc.”.

Outro termo bastante comum é a Geotecnologia, onde Rosa (2011 p. 276) afirma que embora cada termo apresente um conceito diferente, abordam mais ou menos a mesma temática.

Assim sendo, a Geomática é a ciência e a tecnologia para a obtenção, análise, interpretação, distribuição e uso da informação espacial. Já os Sistemas de Informações Geográficas e o Sensoriamento Remoto são considerados ciências multidisciplinares, uma vez que envolveram e envolvem, em seu processo evolutivo, avanços em diversas áreas do conhecimento, como: Física, Química, Físico-Química, Biociências, Geociências, Ciências da Computação, Gerenciamento das Informações, Cartografia, Geodésia, Fotogrametria, Topografia, Processamento Digital de Imagens, Ciências Biológicas, Oceanografia, Engenharia Florestal, Engenharia Civil, entre outras. (MORAIS E SANTOS, Org. 2007, p. 17)

Sendo assim, pode-se concluir que a Geomática abrange tanto o Sensoriamento Remoto quanto os Sistemas de Informações Geográficas, e que o termo Geoprocessamento é um sinônimo do termo Geomática, já que ambo possuem basicamente a mesma definição. Sendo assim, a Geomática pode ser aplicada a qualquer ramo do conhecimento que necessite das informações e atributos espaciais.

O presente trabalho aplica a Geomática aos estudos ambientais, que é exigido em qualquer ação de planejamento, monitoramento ou ordenação do espaço, e deve incluir a ação humana inter-relacionando com os componentes do meio físico-biótico. A utilização das geotecnologias objetivará exibir em mapas temáticos a atual configuração espacial da área de estudo e sua evolução nas últimas décadas, focando nos impactos sobre o meio ambiente, decorrentes das ações humanas. De acordo com o INPE (2001, Pg. 2.), na perspectiva

moderna de gestão do território, toda ação de planejamento, gestão e tomadas de decisão necessitam de estudo prévio da área em questão, visando conhecer suas potencialidades e limitações. O conceito de desenvolvimento sustentado, consagrado na Rio-92, estabelece que as ações de ocupação do território devem ser precedidas de uma análise abrangente de seus impactos no ambiente, a curto, médio e longo prazo, afirmando posteriormente que os projetos de avaliação de impacto ambiental envolvem o monitoramento dos resultados da intervenção humana sobre o ambiente

A utilização do Sensoriamento Remoto e o Geoprocessamento nesta pesquisa foram baseados em Crepani (2011) e em Oliveira (2011, p. 138) seu uso está articulado com todas as fases de desenvolvimento da pesquisa e a conclusão dos seus respectivos objetivos. Foi subdividida em três etapas: Aquisição de dados; processamento dos dados, análise dos resultados (após a produção dos mapas temáticos).

2.3.4 CONSIDERAÇÕES

A Geomática caracterizada por abranger todos os meios de aquisição e processamento dos dados espaciais tornou-se uma ferramenta essencial para os estudos que utilizem os atributos naturais as ações antrópicas, pois reúne uma série de possibilidades metodológicas que varia de acordo com os objetivos da pesquisa e sua área de estudo.

Obviamente que ao representar a natureza no computador, o pesquisador pode se deparar com algumas dificuldades principalmente ao limitar-se apenas a delimitação da área de estudo, como afirma Medeiros (2001, pág. 3). Por tanto é importante associar técnicas complementares ou até mesmo idas a campo, onde é possível observar elementos que dependendo da escala adotada pode ser imperceptível na imagem de satélite, por exemplo.

No mais o sensoriamento remoto e o geoprocessamento, foram extremamente úteis e fundamentais para o desenvolvimento e conclusão dessa pesquisa, a facilidade e gratuidade dos *softwares* e dados como, fotografias aéreas, imagem de satélites, temperatura, chuvas etc. contribuem para a difusão do conhecimento científico.

2.4 DIRETRIZES PARA A ANÁLISE GEOAMBIENTAL

2.4.1 IMPACTOS AMBIENTAIS

O termo Impacto Ambiental (IA) se consolidou durante a década de 1970, antes disso era muito confundido com poluição, termo específico designado para substâncias nocivas. Sánchez (2013) afirma que definir bem o Meio Ambiente é extremamente importante para compreender e aplicar o que se deseja, seja os estudos voltados a ele, ou Avaliação de Impactos Ambientais, seja Degradação Ambiental e que essa conceituação é muito abrangente e possui vários termos correlacionados em diferentes disciplinas. Para esse autor o conceito de Impacto Ambiental é quase sempre associado a danos que atingiram a natureza, o que é em parte verdade. Uma definição bastante interessante exposta por esse autor é a proposta por Wathern que define Impacto Ambiental sendo: “A mudança em um parâmetro, num determinado período e numa determinada área, que resulta de uma dada atividade, comparada com uma situação que ocorreria se essa atividade não tivesse sido iniciada”. (Wather, 1988, p.7. apud Sánchez, 2013).

Nesse contexto vale ressaltar que os IAs são alterações da qualidade ambiental decorrentes de ações antropogênica que afeta processos naturais ou sociais. Esses impactos podem ser negativos ou positivos e que atuam nos aspectos ambientais, definidos por Sánchez (2013) como “mecanismo através do qual uma ação humana causa impacto ambiental”.

2.4.2 FRAGILIDADE AMBIENTAL E VULNERABILIDADE: ASPECTOS CONCEITUAIS

A compreensão do conceito de vulnerabilidade está associada a definição de risco, já que está diretamente ligada a este último. O risco sempre foi associado às questões naturais, porém com o passar dos séculos essa concepção foi sendo ampliada, adequando-se às novas configurações socioambientais. De acordo com Esteves (2011, p. 67), foi bastante relevante a contribuição da rede internacional sobre desastres naturais (natural hazards), criada na década de 1970 e liderada pelo geógrafo Gilbert F. White, no interior da Comissão sobre o Homem e o Meio Ambiente, da União Geográfica Internacional (UGI). Esse mesmo autor apresenta as três categorias de hazard propostas por (MARANDOLA JR.; HOGAN, 2004a, p. 99), são elas:

- a) environmental hazards, que operam via ambiente físico e biótico;
- b) technological hazards (que provêm das estruturas, processos e produtos tecnológicos) e social hazards (decorrentes do comportamento humano);

c) hazards híbridos e quase-naturais, muito mais complexos que aqueles estudados inicialmente.

A exposição aos riscos sejam eles operantes no meio físico ou social, torna vulnerável parte da população. O conceito de vulnerabilidade ambiental adotado por Tagliani (2003 apud Oliveira 2011, p. 45) significa a maior ou menor susceptibilidade de um ambiente a um impacto potencial provocado por um uso antrópico qualquer. Para Alcântara et al. (2013 p.560) “para cada arranjo espacial de uso e ocupação de uma determinada área há certo grau de vulnerabilidade ambiental associado, cabendo ao pesquisador identificar o conjunto específico de problemas ambientais”.

No que se refere ao termo fragilidade, Kawakubo (et. al. 2005, p. 2204) afirma que “é denominado de fragilidade potencial a vulnerabilidade natural do ambiente e de fragilidade ambiental a vulnerabilidade natural associada aos graus de proteção que os diferentes tipos de uso e cobertura vegetal exercem”. Fragilidade ambiental está relacionada à resistência de um determinado sistema natural, onde de acordo com Ross (1995, p. 73) “a identificação dos ambientes naturais e suas fragilidades potenciais e emergentes permite melhor definição de diretrizes e ações a serem implementadas no espaço físico-territorial”.

A análise da paisagem de forma holística sempre foi presente na história da Geografia e ciências afins, a difusão da Teoria dos Geossistemas retomou essa discussão, salientando e contribuindo de para o arcabouço teórico-metodológico da visão integrada. Analisar a paisagem de forma integrada é enxerga-la como um conjunto de elementos que interagem e se correlacionam, sendo, portanto, uma marca do momento histórico da sociedade que ali vivi e consequentemente é também, um elemento dessa paisagem.

Outra importante contribuição para a análise integrada da paisagem foi o surgimento e a conceituação da Teoria da Ecodinâmica, proposta por Jean Tricart (1977). Essa teoria sugere uma classificação para as unidades morfodinâmicas, levando em consideração fatores bióticos, abióticos e socioeconômicos. Tricart (1977, p. 32) as definiu como “integradas ao conceito de ecossistemas. Baseia-se no instrumento lógico de sistema, e enfoca as relações mútuas entre os diversos componentes da dinâmica e os fluxos de energia/matéria no meio ambiente”. Ainda neste autor, deve-se se considerar a classificação dos ambientes na visão ecodinâmica, feita pelo mesmo, onde os meios morfodinâmicos foram organizados em três grandes grupos:

- **Estáveis:** Nesse modelo os processos mecânicos atuam pouco e lento, assim como o modelado que evolui lentamente. Para que a unidade seja considerada estável é necessária uma série de fatores nesse ambiente, como: cobertura vegetal presente e densa; vertentes com lenta evolução, com dissecação moderada; ausência de aspectos catastróficos, como vulcanismo.
- **Intergrades:** As unidades classificadas como intergrades estão em uma transição, de acordo com Tricart (1977, p. 47) o que caracteriza esse tipo de meio é a interferência permanente de morfogênese e pedogênese, como algum processo que afeta a superfície do solo, mas não seus horizontes. Os meios de transição biogeográficos são exemplos de intergrades, onde segundo esse mesmo autor, são áreas delicadas e suscetíveis a ampliação dessa interferência, levando-o a se tornar instáveis.
- **Fortemente Instáveis:** Nos meios fortemente instáveis predomina processos morfogenéticos. Esses meios podem ocorrer a partir da própria dinâmica da Terra, como o vulcanismo, que pode dar origem a uma série de eventos que podem destruir a vegetação e construir diferentes tipos de relevo, alterando consequentemente os elementos que compõem a paisagem, sua estrutura, organização e equilíbrio no que concerne a morfogênese e pedogênese.

O autor dá um grande enfoque a importância da vegetação, onde sua retirada implica no desencadeamento de processos, como intensificação do escoamento superficial, levando a ravinamentos e voçorocamentos. As condições naturais podem ser intensificadas pelas atividades antropogênicas e consequentemente ocasionar a degradação.

Ross et al. (2008) acorda a dificuldade da aplicação da classificação proposta por Tricart, principalmente quando aplicadas às áreas urbanizadas, onde a complexidade dos sistemas é ainda maior. Segundo esse mesmo autor, três classes, mesmo que importantes e dando grande base para os estudos integrados, não são suficientes. Por isso, Ross ampliou a classificação proposta anteriormente por Tricart, para cinco classes, variando de muito fraca - muito forte. Ele desconsiderou os meios intergrades visto a imprecisão dessa classe. Na nova classificação, Ross adotou novos critérios e nomenclatura, onde as novas classes são: Unidades de Fragilidade Potencial, correspondentes aos ambientes estáveis e consequentemente com menos interferência das atividades antropogênicas e Unidades de Fragilidade Emergente, correspondentes aos ambientes instáveis, onde o equilíbrio dinâmico

não caracteriza esse tipo de ambiente, que sofre bastante interferência decorrente da dinâmica da Terra ou de atividades antropogênicas. Na tabela 1 pode ser observada a classificação das unidades de fragilidade proposta por Ross.

Tabela 2: Classificação das Unidades de Fragilidade.

UNIDADES DE FRAGILIDADE	CLASSIFICAÇÃO DOS NÍVEIS DE INTENSIDADE DA FRAGILIDADE	
	QUALITATIVA	NUMÉRICA
Fragilidade Potencial	Muito baixa	1
	Baixa	2
	Média	3
	Forte	4
	Muito forte	5
Fragilidade Emergente	Muito baixa	1
	Baixa	2
	Média	3
	Forte	4
	Muito forte	5

Fonte: Ross (1994 *apud* Santos, 2012).

Conforme Santos (2012, pg. 128), “a configuração atual do cenário urbano-ambiental das cidades do Brasil se caracteriza por uma desordem entre os elementos naturais e introduzidos pelo homem, o que desencadeou uma série de problemas socioambientais, um dos principais fatores causadores foi a urbanização tardia e sem o devido planejamento que ocorreu em nosso país entre os anos de 1940 e 1980, mudando de 25.73 % (pop. urbana) para 67,69% (pop. urbana) respectivamente”. O desenfreado crescimento urbano intensificou a interferência e os impactos decorrentes das ações antropogênicas nos sistemas naturais. Para esse mesmo autor, é necessário que haja um levantamento de dados e sua análise dos vários componentes da paisagem, como solos, clima, rocha, minerais, estrutura entre outras, e que sua avaliação ocorra de forma integrada.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A realização da análise geoambiental foi feita através da interpretação teórica do Geossistema, onde vários aspectos ou variáveis da natureza são levados em consideração, a partir de uma visão sistêmica, aliada ao uso do Sensoriamento Remoto (SR) e Geoprocessamento, que serão aplicados para fins de obtenção e análise dos dados, caracterização da área, mapeamento da área a partir das variáveis a serem analisadas e a análise dos resultados obtidos. Onde os produtos cartográficos gerados associados aos

trabalhos de campo servirão para a conclusão da análise geoambiental da área de estudo e para ações de planejamento territorial, conservação e monitoramentos dos ecossistemas, que segundo Tansley (1934) o ecossistema é o conjunto de seres vivos mutuamente dependentes uns dos outros e do meio ambiente no qual eles vivem.

Foi utilizado como banco de dados, principalmente os SIGs fornecidos pela Empresa Brasileira de Agropecuária - EMBRAPA e pelo Serviço Geológico do Brasil, conhecido por sua razão social Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais - CPRM, graças a eles, foi possível identificar recortar, caracterizar e identificar as unidades, suscetibilidade, feições erosivas, drenagem e outros elementos importantes para a realização da análise. Além destes, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, o Serviço Geológico dos Estados Unidos - USGS e o Instituto Nacional de Meteorologia - INMET contribuíram excepcionalmente para a realização dessa pesquisa.

Após a correlação dos produtos gerados a partir dos bancos de dados fornecidos acima, foi possível identificar e realizar a devida análise e consequentemente visualizar as mudanças ocorridas desde a construção do CIPS e os impactos das mesmas no seu território. Vale ressaltar que o intuito desta pesquisa não é subtrair a importância do complexo, bem menos associar uma imagem negativa ao CIPS. Porém partiu-se do pressuposto que as ações antropogênicas possuem grande capacidade de atuação no meio, e que tal atuação pode ser positiva ou negativa ao ambiente, por isso analisar a intensidade dessas ações é de extrema importância, não apenas para fins diagnósticos, mas também para trazer a reflexão da problemática e propostas de possíveis minimizações dos impactos e ações reparadoras.

3.1 ÁREA DE ESTUDO

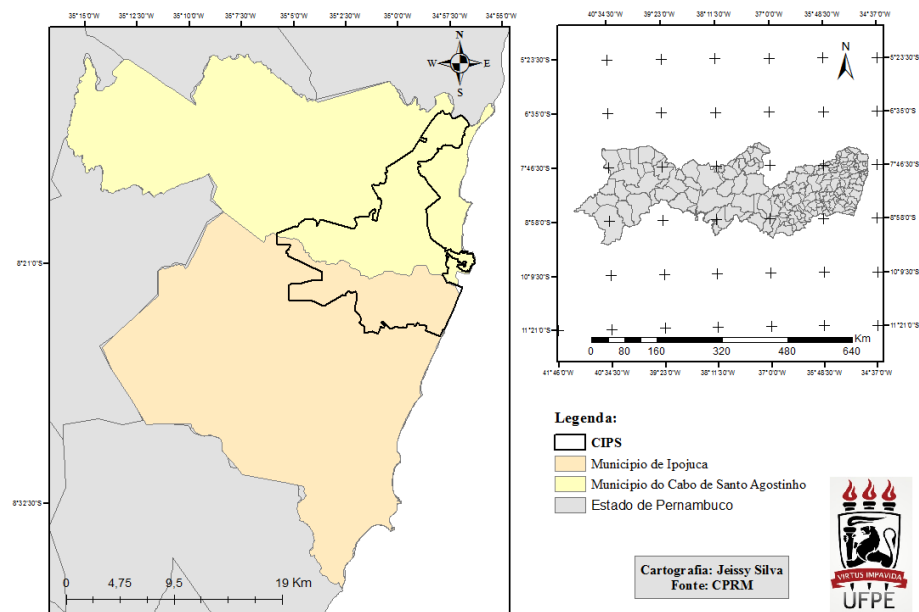
A lei Estadual nº 7.763 deu origem a Suape como instituição pública, criando assim o CIPS – Complexo Industrial Portuário de Suape empresa que é responsável pela implantação e administração desse distrito industrial e todas as atividades relacionadas a ele. Contudo o nome Suape já existia desde o início da colonização do Brasil, era assim que os índios chamavam o rio Massangana devido a sua trajetória incerta, esse é o significado de Suape, em tupi “caminho incerto”. O Cabo de Santo Agostinho é utilizado para fins portuários desde o período de Capitânias Hereditárias (a partir de 1532), pois suas características geográficas, como proximidade com Portugal favorecendo a atividade econômica da época, o cultivo da cana-de-açúcar.

Vale ressaltar que essa região possui uma relação forte com a história de Pernambuco, pois de acordo com Alves (2011), era no porto de Santo Agostinho que Portugal recebia mercadorias e escravos, teve um papel fundamental para o recebimento de armas durante a invasão holandesa, na Insurreição Pernambucana, que durou até 1654. Até meados do século XIX, esse porto estava obstruído por rochas a mando de Vidal de Negreiros, permitindo assim, apenas a passagem de barcos de pequeno porte. Posteriormente o Porto de Santo Agostinho perdeu importância para o Porto de Recife, mas continuou recebendo alguns investimentos em usinas, o que mostrava que sua importância não havia sido esquecida, porém apenas quando o porto da capital demonstrou-se insuficiente para a demanda, é que as atenções voltaram-se novamente para a região do Cabo de Santo Agostinho, fundamentados em estudos históricos e geográficos (CUNHA E LUCENA, 2006; VAINSENER, 2006; ALCÂNTARA, 1977 *apud* ALVES, 2011.).

Foi na década de 60 que surgiram ideais e planejamentos para a instalação de um porto diferenciado, que segundo a empresa Suape, criasse novas demandas e não apenas suprisse as necessidades das demandas existentes. O planejamento do CIPS foi baseado em outros portos considerados modernos pela integração porto-indústria, sendo eles o de Marseille-Fos, na França e o de Kashima, no Japão. A década seguinte, a de 1970 foi extremamente importante e decisiva graças aos eventos que contribuíram para o desenvolvimento da implantação da CIPS, como o início da elaboração do Plano Diretor, em 1973. Foi realizado um estudo por o grupo interministerial responsável pela análise técnica, econômica e financeira, com término em 1977, onde iniciou o processo de desapropriação e as primeiras obras de infraestrutura portuária, como abastecimento de água, telecomunicações, energia elétrica e sistema viário interno. (SUAPE, 2015). Por fim, em 1978 foi criada a lei estadual nº 7.763 mencionada no parágrafo anterior.

Localiza-se entre os municípios de Ipojuca e Cabo de Santo Agostinho, como pode ser observado na figura 7, distante 40 km da capital pernambucana, situado no litoral Sul entre a foz dos rios Massangana e Ipojuca, sendo cortado ainda pelo rio Tatuoca. Sua latitude e longitude são respectivamente 08°24' S e 34°57' W. O acesso se dá pelos meios rodoviários, através da BR -101 e PE-28 e PE-060, ferroviários, através da EF-101, estações do Cabo e Ponte dos Carvalhos, dutoviários, para transportes de cargas em casos específicos e marítimos, através do Porto Interno e Porto Externo.

Figura 7: Localização do Complexo Industrial Portuário de Suape.



Fonte: CPRM. Organizado pela autora.

A escolha da região em se localizaria o CIPS não foi decidida ao acaso, pois essa área possui atributos naturais que foram decisivos na sua escolha, como águas profundas na linha de costa com 17 metros aproximadamente, 1,2 quilômetros de cordão de arrecifes, quebra-mar natural decorrente da existência dos arrecifes, extensa área plana, o que facilita a construção do parque industrial e distância da RMR, além de ser um dos pontos mais próximos nas Américas em relação à Europa e os mais importantes portos importantes dos cinco continentes conforme figura 8. (SUAPE, 2015. ALVES, 2011).

A área de estudo foi organizada em zonas, de acordo com o seu planejamento previsto até o ano de 2030, onde ajustou-se não só aos objetivos privados de desenvolvimento e faturamento, mas também o que exigiu os órgãos ambientais competentes.

Figura 8: Localização estratégica de Suape.



Fonte: Suape Global

A configuração atual da estrutura portuária se caracteriza pelo Porto Interno: que possui cinco berços, onde o Cais 1 é público, as operações predominantes são relacionadas ao minério de ferro, coque, escória e clínquer. Esse cais possui 275 metros de extensão aproximadamente, já os Cais 2 e 3 somam 660 metros e seus berços são privados. Os cais 4 e 5 foram inaugurados em 2007 e 2009 e possuem 330 metros e 335 metros respectivamente.

Já o Porto Externo possui 3000 metros de extensão, sendo constituídos de dois píeres de graneis líquidos (PGL), eles são operados por empresas regulamentadas e escolhidas pela ANP (Agência Nacional de Petróleo). O Primeiro tem a capacidade de comportar navios com até 190 metros de comprimento e o segundo para navios de até 270 metros de comprimento e sua capacidade de atracação varia entre 14 a 14,5 metros de profundidade.

A área portuária conta também com um terminal marítimo (Terminal de múltiplos usos), configurado por 320m de extensão, 39m de comprimento e sua capacidade de atracação de 15m de profundidade, além de possuir ponte de acesso a outros berços. Segundo a empresa Suape, os principais produtos movimentados são: Granéis líquidos (derivados de petróleo, produtos químicos, álcoois, óleos vegetais etc), granéis sólidos, carga geral e contêineres. Os principais equipamentos utilizados nessa área do complexo foram listados pela Empresa como: Empilhadeiras; guindastes, portêineres, transtêineres e outros. Atualmente calcula-se

que 15 mil funcionários entre eles efetivos e temporários que atuam nas mais diversas áreas dentro do complexo. Vale ressaltar que a área de estudo já recebeu vários prêmios referentes à sua capacidade e potencialidade, como: o melhor porto público do País (COPPEAD/ UFRJ em 2007); a Segunda Melhor Gestão Ambiental entre os Portos Brasileiros (estudo da Agência Nacional de Transportes Aquaviários - Antaq); o Melhor Porto Brasileiro (Instituto de Logística e Supply Chain - Ilos).

3.2 ETAPAS DO TRABALHO.

A pesquisa teve como metodologia inicial o levantamento bibliográfico sobre a área de estudo de uma forma geral, analisando sob a ótica de várias vertentes, posteriormente o levantamento bibliográfico foi direcionado aos estudos dos geossistemas e paralelamente os estudos geoambientais. A Geração de produtos cartográficos básicos através da aquisição de dados fornecidos pelos órgãos: IBGE, INPE, EMBRAPA, CPRM e USGS (serviço geológico dos Estados Unidos da América), onde adquiriu-se imagens de Satélite Landsat 5 TM, Landsat 8, imagens topográficas como a SRTM, dados climáticos, geológicos, hidrográficos, litológicos etc. fornecendo e enriquecendo a base de dados referente a área de estudo subsidiando a análise posterior.

A execução do trabalho envolveu várias etapas e ações, que estão descritas de forma mais detalhada a seguir:

Etapa I – Revisão Bibliográfica:

A primeira parte da revisão bibliográfica consistiu em consultar os documentos e informações oficiais divulgados principalmente pela empresa Suape. Tais documentos foram extremamente importantes para a compreensão da construção organização e zoneamento do complexo, bem como dos seus projetos para as décadas seguintes, suas atividades internas e externas (no que concerne à inserção da população do entorno e publico em geral) e seu posicionamento com o meio ambiente em que está inserido. Além dos documentos oficiais, foram consultados também Teses de doutorado que contribuíram bastante para a realização do estado da arte no que diz respeito aos estudos relacionados ao CIPS.

A segunda parte da revisão foi direcionada fundamentação teórica, baseada principalmente na Teoria Geral dos Sistemas e o Estudo dos Geossistemas e a sua inserção na Geografia brasileira. Os temas envolvendo a Análise Geoambiental também fizeram parte

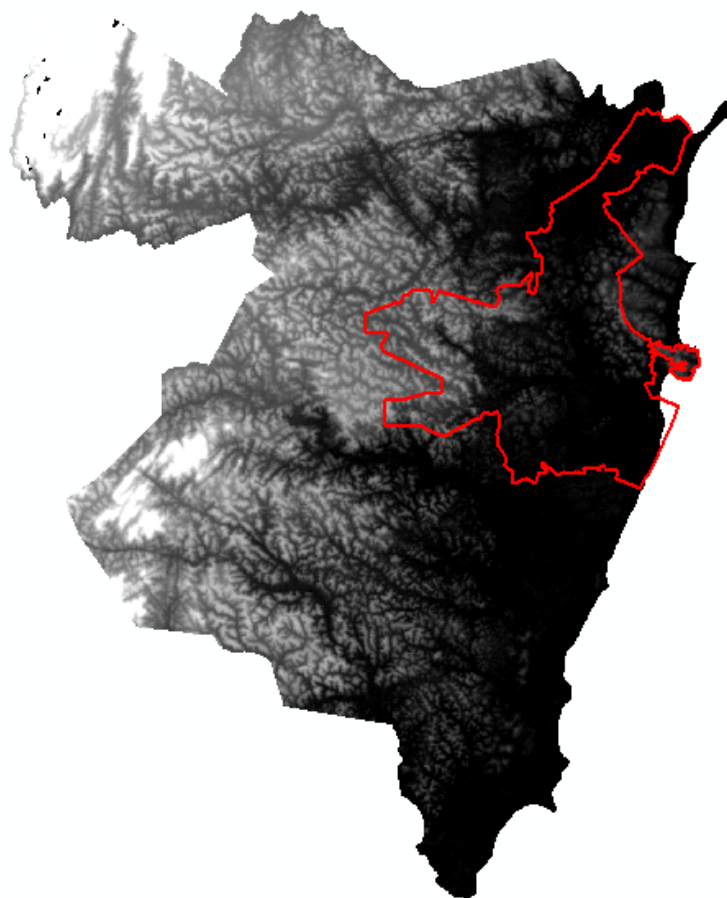
dessa etapa, onde foi necessária a conceituação de Impactos Ambientais, Vulnerabilidade Ambiental, Fragilidade Ambiental e sua aplicabilidade na área de estudo.

Foi necessário uma atualização sobre a Geomática e suas aplicações, principalmente envolvendo estudos geoambientais em áreas costeiras, bem como as principais e confiáveis fontes de aquisição de dados e sua utilidade para o trabalho. Vale ressaltar que a Geomática envolveu várias etapas desse trabalho que serão descritas de forma mais detalhada conforme a ordem de organização adotada. Por último a definição dos objetivos e suas possibilidades foram realizadas durante esta etapa.

Etapa II – Aquisição de Dados:

A utilização do Sensoriamento Remoto e o Geoprocessamento nesta pesquisa foram baseados em Crepani (2011) e em Oliveira (2011, p. 138) seu uso foi articulado com todas as fases de desenvolvimento da pesquisa e a conclusão dos seus respectivos objetivos. Foi subdividida em três etapas: Aquisição de dados; processamento dos dados, análise dos resultados (após a produção dos mapas temáticos). Essa etapa foi bastante importante para a obtenção dos resultados e consistiu em adquirir uma série de dados que fossem úteis para a análise da área de estudo. O principal órgão consultado foi a CPRM. Outra fonte de dados importante foi o Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS) da América que fornece uma série de dados, mapas e publicações que auxiliam pesquisas de forma gratuita em todo o mundo. Da USGS foi adquirida a imagem SRTM com resolução de 30 metros, que podem ser observadas na figura 9.

Figura 9: Imagem SRTM da área de estudo, com resolução de 30 metros.



Foram utilizados também dados e produtos cartográficos da CPRH, INMET e da EMBRAPA Solos, onde este último forneceu o banco de dados ZAPE (Zoneamento Agroecológico de Pernambuco), este documento integra um conjunto de informações, como aptidão pedoclimática, solos, clima, recursos hídricos, socioeconômica, potencial de terras para irrigação e por cultura de todo o estado de Pernambuco, possuindo várias aplicações, como Orientar políticas de desenvolvimento rural sustentável; Subsidiar planos diretores dos municípios; Subsidiar ações em educação e preservação ambiental.

Vale ressaltar que a indicação para o uso do ZAPE abrange as escalas estaduais e municipais (escala 1: 100.000), por isso foi preciso realizar um refinamento dessas informações para que se adequassem à área de estudo.

Etapas III - Integração dos dados: O conjunto de dados adquiridos foi integrado em *softwares* de SIGs (Sistema de Informações Geográficas) onde foi possível refinar alguns dados iniciais e adequá-los à área de estudo, bem como gerar produtos cartográficos e organizar tais informações no intuito de subsidiar a análise.

Etapa IV - Análise: Essa fase foi destinada à produção de mapas temáticos, caracterização Geoambiental (análise das variáveis e invariáveis na concepção de Sochava), início dos tratamentos dos dados (através do sensoriamento remoto e Geoprocessamento).

Etapa V - Síntese: Essa etapa inclui a análise integrada, identificação de impactos, eventos extremos, potencialidades e aptidão, correlações entre as variáveis e invariáveis.

3.3 Caracterização e Mapas temáticos

Para gerar o mapa de localização utilizado na caracterização da área, usou-se a base de dados do Zoneamento Agroecológico do Estado de Pernambuco - ZAPE, que foi configurada na escala de 1:100.000. O ZAPE contempla uma série de informações no formato de documento digital, como solos, clima, aptidão, limites etc. Tais informações podem ser consultadas tanto para todo o estado de Pernambuco, como individualmente por município. O CIPS se localiza entre os municípios do Cabo de Santo Agostinho e de Ipojuca, por isso destacou-se inicialmente os respectivos municípios e posteriormente o complexo. Esse produto foi gerado na plataforma SIG do Arcgis 10.2.2.

Modelo Digital de Elevação - MDE

De acordo com a Embrapa, o modelo digital de elevação é uma representação matemática, que de forma contínua expõe a distribuição espacial das variações da altitude de determinada área. Para gerar o modelo digital de elevação, material importante para a obtenção da declividade e o aspecto da área de estudo (o MDE é fonte para outros produtos também) podem ser utilizados como base o ASTER, O SRTM e o TOPODATA.

Na presente pesquisa a base escolhida foi a da Shuttle Radar Topographic Mission - SRTM, disponibilizada no site do *Earth Explorer*, administrado pelo *United States Geological Survey* - USGS. As imagens SRTM da USGS possuem o diferencial de ter 30m de resolução o que dá mais qualidade aos produtos gerados, e são gratuitas e públicas desde 2014. O mapa de declividade foi gerado na plataforma do *software* Arcgis 10.2.2, onde, e acordo com Sousa (2008 pag.3) é necessário identificar e corrigir inconsistências e erros além de realizar ajustes necessários para que a análise fosse realizada de modo satisfatório e eficaz.

A partir do MDE foi possível gerar o mapa de declividade na plataforma SIG do *software* Arcgis. 10.2.2 utilizando as ferramentas do ArcToolbox - *Spatial Analyst Tools* - *Surface* - *Slope*. O mapa de declividades pode ser gerado com os valores em graus ou em

porcentagem, o do presente trabalho apresenta-se com valores em porcentagem e classificado de acordo com a proposta da EMBRAPA.

Unidades Geoambientais

O mapa das unidades geoambientais do complexo Industrial e Portuário de Suape foi produzido através das informações fornecidas pelo ZAPE, disponibilizado no site da Embrapa. Por possuir uma escala que não é apropriada para a área de estudo, foi necessário realizar um refinamento dessas informações, no intuito de corrigir possíveis erros.

Mapa das Unidades do Relevo

O mapa referente às unidades do relevo da área de estudo foi feito através dos dados disponibilizados pela CPRM. Tais dados compõem o SIG de Cartas de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações, onde foi reunida uma série de dados na escala de 1: 25.000 referentes à hipsometria, declividade, padrões de relevo, dados hidrológicos e litologia. Essa base serviu para os outros produtos cartográficos gerados, como:

- Mapa Litológico do CIPS;
- Mapa da Suscetibilidade às Inundações;
- Mapa da Suscetibilidade a Movimentos de Massa;
- Mapa da Área Urbana Edificada;
- Mapa de Drenagem;
- Mapa do Uso e Cobertura da Terra;
- Mapa da Vegetação Pretérita;
- Mapa da Vegetação atual;
- Mapa da Drenagem e Bacias Hidrográficas;
- Mapa de Potencial Agroecológico;
- Mapa das Unidades de Paisagem;
- Mapa das Unidades Geoambientais;

- Índice de Manejo.

Dados Climatológicos

Os dados climatológicos foram consultados e extraídos do Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos - CEPTEC, vinculado ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE e do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET. A partir da obtenção dos dados mencionados acima, foi possível compreender o clima do Complexo de Suape, bem como associar o índice pluviométrico a suscetibilidade ou não a alguns eventos, como movimento de massa e/ou inundações que ocorreram na área de estudo. Foram analisados os dados pluviométricos do período de 1985 a 2015 e também as isoietas produzidas pela CPRM.

3.4 CARTAS DE SUSCETIBILIDADE ÀS INUNDAÇÕES E AOS MOVIMENTOS DE MASSA

Para a produção das cartas de suscetibilidade às inundações e aos movimentos de massa foi utilizado o SIG dos municípios de Ipojuca e Cabo de Santo Agostinho disponibilizado pelo Serviço Geológico do Brasil - CPRM, que utiliza a escala 1:25.000. O SIG seguiu diretrizes da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC), estabelecida pela Lei Federal 12.608/2012 (CPRM, 2013 pg. 1), a proposta desse mapeamento é identificar e avaliar as áreas suscetíveis a processos como deslizamentos, corridas de massa, inundações e enxurradas, pois entende-se que o conhecimento sobre a vulnerabilidade ambiental associada ao crescimento urbano e aos impactos gerados por ele, é decisivo ao planejamento e as tomadas de decisões e portanto diminuindo a probabilidade de desastres.

Para geração das cartas e da base de dados, a CPRM atuou conjuntamente com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo - IPT, iniciando com 75 municípios pertencentes aos estados de São Paulo, Espírito Santo e Santa Catarina, e posteriormente contemplando outros municípios brasileiros. Foram analisados vários processos relacionados aos movimentos gravitacionais e processos hidrológicos, como deslizamentos, tombamentos, deslocamentos e enxurradas, contudo ao término da pesquisa, preferiu-se focar nos processos suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações por serem mais comuns. Foram utilizados como parâmetro referências nacionais e internacionais, como foi destacado abaixo:

Consideram-se, em particular, os princípios gerais apresentados no guia para zoneamento de suscetibilidade, perigo e risco a deslizamento

(FELL et al., 2008), elaborado pelo Comitê Técnico de Deslizamentos e Taludes Construídos (Joint Technical Committee on Landslides and Engineered Slopes - JTC-1), formado pelas associações técnico-científicas internacionais das áreas de geologia de engenharia e ambiental e de engenharia geotécnica (International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering - ISSMGE; International Association for Engineering Geology and the Environment – IAEG; e International Society for Rock Mechanics – ISRM). O referido guia foi traduzido para o português pela Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental (ABGE) e Associação Brasileira de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica (ABMS), conforme Macedo e Bressani (2013). (CPRM, 2013 pg. 8).

De acordo com os objetivos adotados pela proposta tanto do mapeamento quanto da atual pesquisa, foi identificado que a escala e a metodologia adotada atende de forma satisfatória a área de estudo em questão, pois a escala de 1:25.000 é indicada para o zoneamento local, sendo utilizada para identificação de suscetibilidades, perigos e riscos nos níveis básico, intermediário e avançado. Especificamente sobre o banco de dado, constatou que a CPRM utilizou a fotointerpretação e técnicas de geoprocessamento associadas aos processos físicos. Foi compilada, organizada e sistematizada uma série de informações espaciais e não espaciais configurados inicialmente no sistema de projeção Universal Transversa de Mercator - UTM e *datum* WSG - 1984 e posteriormente reconfiguradas para o sistema SIRGAS 2000, que é mais indicado atualmente. A estrutura da base de dados é composta por: Altimetria, Hidrografia, Limites, Ortofotos e Viário, já os produtos em maior número, são formados por: Declividade, MDE, Relevo Sombreado, Padrões de Relevo, Feições, Geologia, Pedologia, Isoeitas, Hietogramas, Equações IDF, Fotos de Campo, Suscetibilidade, Áreas de Risco Cadastradas e Pontos Seleccionados.

Ressalta-se que para alguns produtos foi adotada uma abordagem específica, os produtos utilizados no presente trabalho que necessitaram de uma abordagem específica serão detalhados a seguir.

- Padrões de Relevo

A metodologia adotada para definir as feições de cada município mapeado, foi descrita pela CPRM (2013 pg. 12) como "obedecendo aos critérios e parâmetros de classificação de IPT/Emplasa (1990) e, complementarmente, os de Ponçano et al. (1981) e Ross (1992), a partir da conjugação de fatores morfométricos básicos, como amplitude e declividade." Essa

identificação foi realizada utilizando ortofotos e as informações extraídas delas, como amplitude e declividade. A tabela abaixo mostra as feições de relevo utilizadas como parâmetros.

Tabela 3: Padrões de Relevo Utilizados como Parâmetros.

Padrão de relevo	Amplitude predominante (m)	Declividade predominante	
		(Graus)	(%)
Planícies e terraços fluviais	< 20	< 5	< 8
Planícies e terraços fluviais e marinhos	< 20	< 5	< 8
Planícies fluviomarinhas (mangues)	< 5	< 2	< 5
Campos de dunas	< 40	< 5	< 8
Tabuleiros costeiros	40 a 70	< 11,3	< 20
Colinas	40 a 70	< 11,3	< 20
Morrotes baixos	40 a 50	> 16,7	> 30
Morrotes	60 a 90	11,3	20
Morros baixos	90 a 110	16,7	30
Morrotes altos	60 a 90	16,7 a 21,8	30 a 40
Morros altos	140 a 200	> 16,7	> 30
Serras	> 300	> 16,7	> 30
Escarpas	100	31	60

Fonte: CPRM.

- Área Urbana Edificada

Para identificação da área urbana foram utilizadas ortofotos de alta resolução, que serviram para interpretações e vetorizações realizadas com na plataforma do *software* ArcGis 9.2. Para designação da área urbana buscou-se identificar construções do tipo, residencial, industrial, assentamentos e etc, e que se localizam de forma contínua, sendo interrompidos por áreas configuradas com outros usos.

- Isoietas

As informações referentes à pluviosidade foram extraídas do Atlas Pluviométrico da CPRM (Pinto et al. 2011 *apud* CPRM, 2013 PG. 13). Essas informações apresentam-se no

SIG, como isoietas, hietogramas e equações de chuvas (dadas pelas relações denominadas IDF - Intensidade-Duração- Frequência). A figura abaixo detalha a equação de chuvas.

Figura 10: Equações de chuva, utilizando a IDF.

EQUAÇÕES DE CHUVAS

Equações Intensidade-Duração-Frequência (IDF) adotadas para Mairiporã a partir dos dados da Estação Pluviométrica Franco da Rocha - Hosp. Juqueri (Código DAEE 02346021):
 $5 \text{ min} \leq t \leq 1 \text{ h}$

$$i = \frac{[(5,7233 \ln(T) + 13,3243) \cdot \ln(t + (4/60))] + 14,3169 \ln(T) + 33,2975}{t}$$

 $1 \text{ h} < t \leq 24 \text{ h}$

$$i = \frac{[(3,1351 \ln(T) + 7,3102) \cdot \ln(t + (-19/60))] + 15,8790 \ln(T) + 36,9679}{t}$$

 Onde:
 i é a intensidade da chuva (mm/h)
 T é o tempo de retorno (anos)
 t é a duração da precipitação (horas)
 As equações acima são válidas para tempos de retorno até 100 anos.

Fonte: CPRM

- Identificação das áreas de suscetibilidade

Para identificação e caracterização das áreas suscetíveis a CPRM utilizou diretrizes inclusas nos trabalhos de Fell et al. (2008) e Julião et al. (2009). Para cada suscetibilidade foram utilizados critérios distintos, pois é necessário identificar não apenas os comportamentos homogêneos, mas também os vários fatores específicos condicionantes. CPRM (2013 pg. 14).

- Movimentos de Massa - Deslizamentos

Foram utilizadas ortofotos de alta qualidade como base para esse mapeamento, delas foram extraídas os lineamentos estruturais, o método adotado foi a modelagem estatística, que enfatizou três condicionantes, sendo elas: declividade, curvatura da encosta e densidade dos lineamentos. Outro critério importante foi a determinação de áreas com cicatrizes de deslizamentos, posteriormente cada condicionante juntamente com as cicatrizes foram calculados e a partir deles foi estabelecido o Índice de Suscetibilidade a Deslizamentos - ISD, o produto gerado foi refinado para determinar as classes de suscetibilidades.

A definição das classes de suscetibilidade (alta, média e baixa) a representar na carta, visando elaborar o zoneamento, busca-se incluir o maior número de deslizamentos nas classes mais altas, em uma área mínima (FELL et al., 2008). Para tanto, são elaboradas curvas que

relacionam a área de ocorrência de deslizamentos com cada área piloto, segundo sua suscetibilidade. (CPRM, 2013 pg. 16).

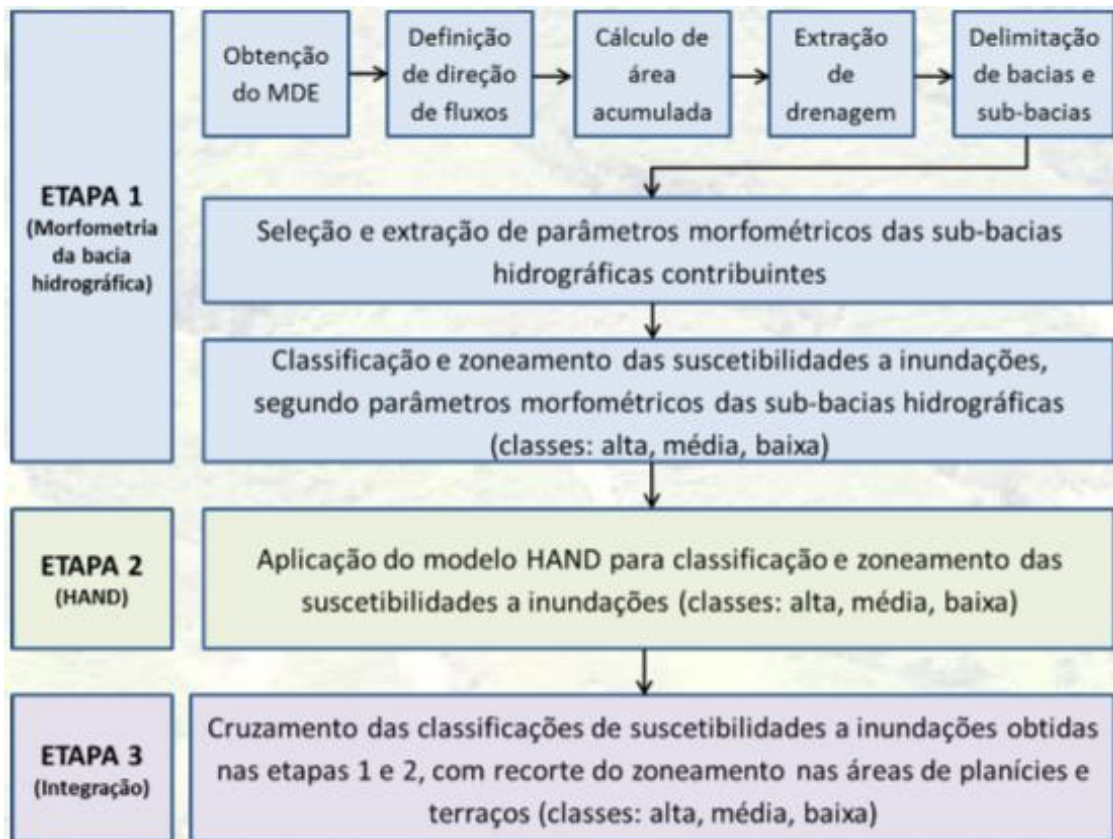
O Modelo Digital de Elevação - MDE e a identificação de áreas homogêneas são extremamente importantes à determinação das classes de suscetibilidade a deslizamentos, que foram zoneadas em três classes: Baixa, Média e Alta.

- Inundações

Para identificação e determinação deste tipo de suscetibilidade foram utilizadas duas abordagens, a primeira seguiu os critérios da engenharia, como os conceitos de hidráulica e da hidrologia, baseando-se em modelagens da chuva- vazão em relação ao canal ou a planície de inundação, a segunda é baseada na perspectiva mais geográfica, analisando de forma descritiva - qualitativa. O fluxograma (NÚMERO) mostra as etapas e procedimentos utilizados para caracterização da suscetibilidade a inundações.

A abordagem adotada para o mapeamento de áreas suscetíveis a inundações apoia-se nos fatores permanentes, ou seja, nas condições predisponentes dos terrenos, principalmente nas características geológicas, topográficas e morfológicas das bacias que tendem a favorecer o transbordamento do nível d'água, por ocasião de chuvas intensas. A rigor, a consideração dos períodos de retorno das chuvas, associados aos graus de alta, média e baixa ocorrência, seria compatível com a elaboração de mapas de perigo e não de suscetibilidade e, desse modo, não são tratados no presente mapeamento. Busca-se possibilitar a compreensão da dinâmica hidrológico-geomorfológica de forma padronizada e prática, classificando a suscetibilidade a inundações em bacias de drenagem que podem abranger vários municípios. (CPRM, 2013 pg. 18).

Fluxograma 1: Etapas básicas para o zoneamento das suscetibilidade a inundações.



Fonte: CPRM.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

CARACTERIZAÇÃO GEOAMBIENTAL

De acordo com Cavalcanti (2015 pg. 5), a Análise Geoambiental tem a finalidade de compreender e identificar os componentes do ambiente natural (solo, clima, geologia, geomorfologia, vegetação etc.) e suas relações entre si, bem como interpretar suas potencialidades e limitações.

A proposta desse capítulo é caracterizar os componentes inseridos no Complexo Industrial Portuário de Suape (CIPS) e compreender sua atual situação ambiental. O CIPS se localiza entre os municípios do Cabo de Santo Agostinho e Ipojuca, conforme mencionado anteriormente, seus elementos possuem características de ambos os municípios, que serão descritos nos tópicos abaixo.

Vale ressaltar que a área de estudo possui grande complexidade na sua classificação quanto área urbana ou rural. Tal classificação é de extrema importância, pois direciona os estudos de acordo com a perspectiva. Segundo Correia (1989, pg. 53), o espaço urbano se caracteriza por diferentes tipos de uso da terra que são justapostos entre si, como áreas residenciais, industriais, de lazer, atividades comerciais, além daquelas que servirão para expansões futuras etc. Segundo esse mesmo autor, o espaço urbano, ao mesmo tempo em que é fragmentado é articulado, onde todas as partes se relacionam com as demais, mesmo que a intensidade seja variável.

Correia (idem) classifica as áreas industriais como núcleos industriais e núcleos secundários, caracterizadas por serem áreas periféricas que tiveram origem no século XIX decorrentes da industrialização, envolvendo áreas periféricas, mas não tão distante dos grandes centros. Um dos principais motivos para o crescimento dos núcleos secundários foi a força do trabalho que exigiu infraestrutura para servi-la, transformando o que apenas era indústria em também residência, incorporando esse espaço a cidade, fazendo parte dela.

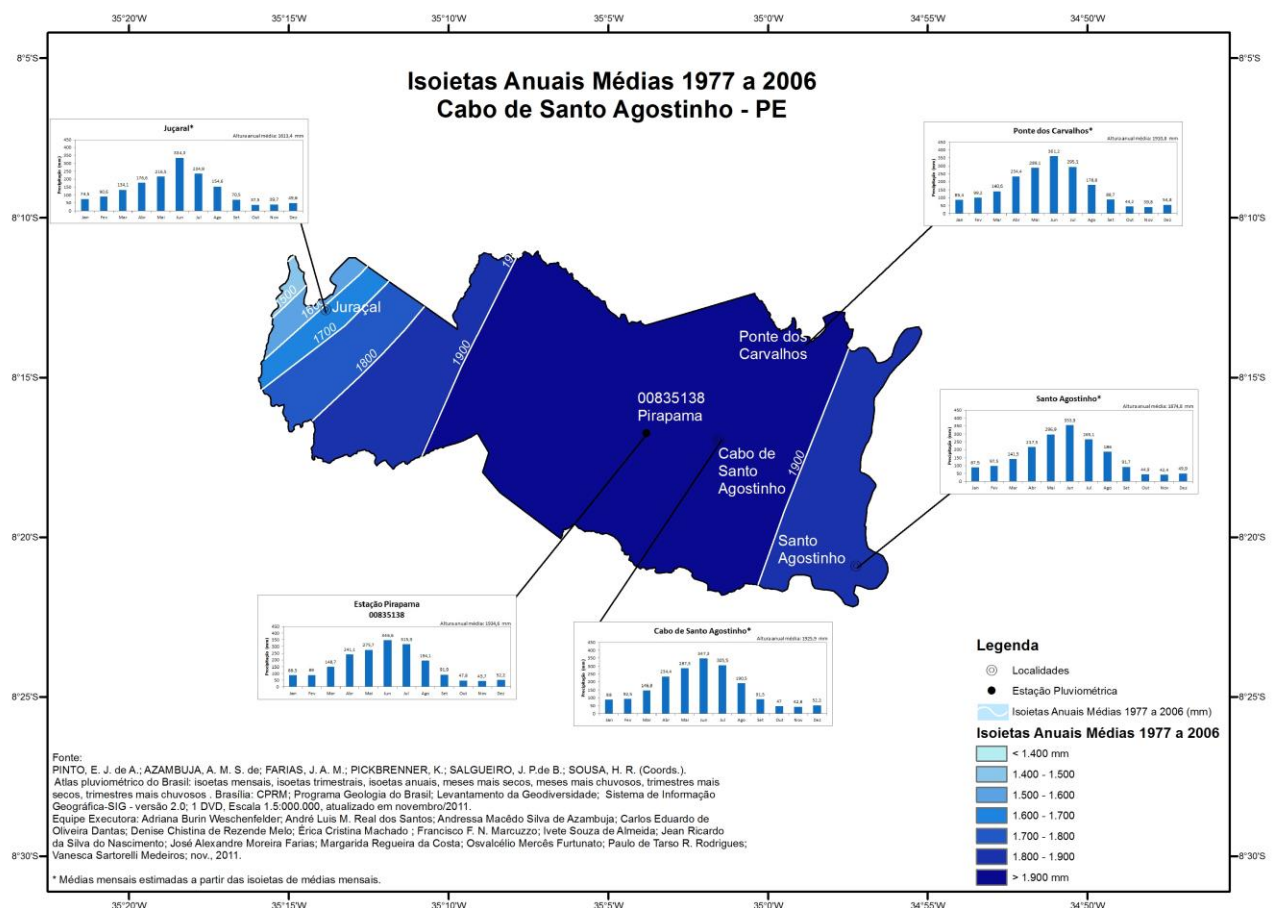
Semelhante ao que afirma Correia (1989) a área do CIPS exigiu mais mão de obra, mais infraestrutura para suportar e atender a população crescente e a intensificação das atividades industriais e portuárias, ocasionando, por conseguinte maior interferência no meio. Neste capítulo será discutida a influência dessa interferência nos processos geomorfológicos

da área de estudo bem como os elementos geológicos e geomorfológicos que caracterizam o complexo.

4.1 CLIMA

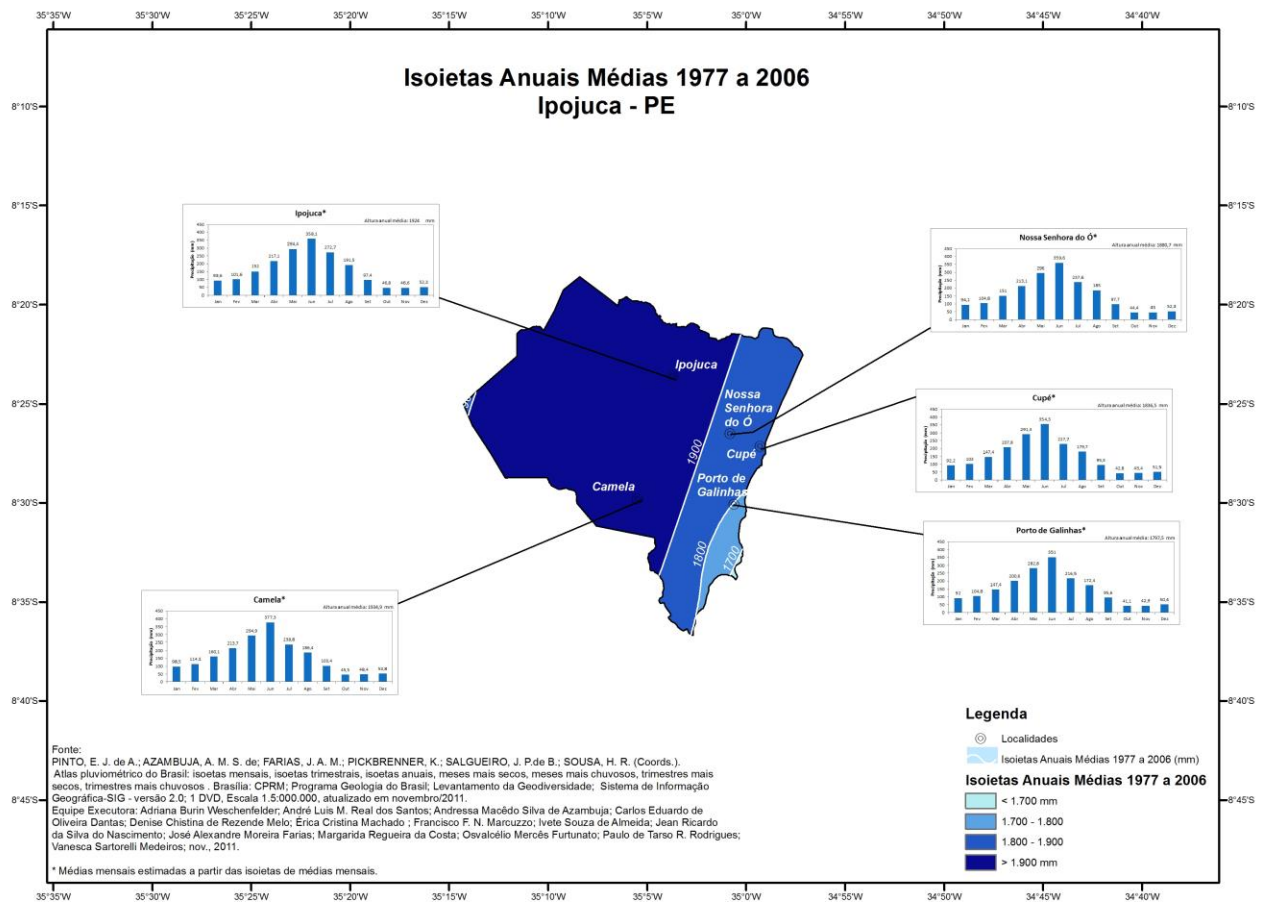
De acordo com o estudo da CPRM (2013 pg. 651) o clima da microrregião de Suape segundo a classificação de Köppen é As', assim como quase toda a parte sul da região metropolitana do Recife. O clima As' é caracterizado como sendo quente e úmido com chuvas antecipadas no outono, a precipitação média é de 1800mm aproximadamente, sua temperatura média é de 26°C , podendo ter a variação de 4°C, decorrente da amplitude térmica anual. As figuras 11 e 12 identificam as médias de temperatura nos municípios do Cabo de Santo Agostinho e Ipojuca.

Figura 11: Isoietas Anuais Médias do Cabo de Santo Agostinho, no período de 1977 a 2006.



Fonte: CPRM.

Figura 12: Isoietas Anuais Médias de Ipojuca, no período de 1977 a 2006.



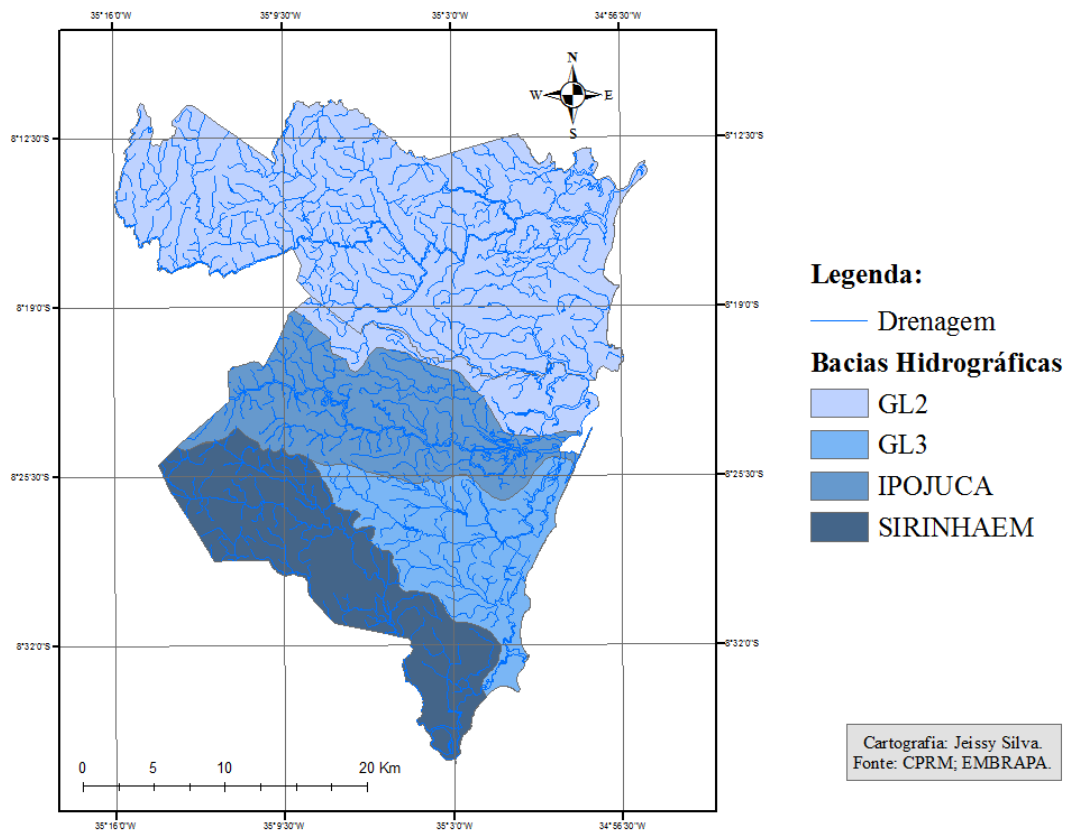
Fonte: CPRM.

4.2 HIDROGRAFIA

A microrregião de Suape é composta por 4 bacias hidrográficas, como pode ser observado na figura 15, juntamente com o padrão de drenagem que é predominantemente dentrítico. Contudo, apenas duas estão inseridas no CIPS, a GL - 2 e a bacia do rio Ipojuca.

Outra forma de classificação dos recursos hídricos utilizada em Pernambuco foi estabelecida pelo Plano Estadual de Recursos Hídricos (1998), esse planejamento dividiu em 29 unidades (UP). Essas unidades estão inseridas na divisão de bacias hidrográficas estadual, composta por 13 bacias.

Figura 13: Padrão de drenagem e Bacias Hidrográficas da Microrregião de Suape.



Fonte: CPRM, EMBRAPA. Organizado pela autora.

A bacia do rio Ipojuca é identificada pela Unidade de Planejamento UP3, limita-se ao norte, com a bacia do rio Capibaribe (UP2) e com o estado da Paraíba ao sul, com as bacias dos rios Una (UP3) e Sirinhaém (UP4); a leste, com os grupos de bacias de pequenos rios litorâneos 2 e 3 - GL2 (UP15) e GL3 (UP16) e o Oceano Atlântico; e, a oeste, com as bacias dos rios Ipanema (UP7) e Moxotó (UP8) e o Estado da Paraíba, conforme APAC (2016).

Seu percurso totaliza 320 km e cobre a área de 3.433,58 km², correspondendo a 3,49 % do estado de Pernambuco. Possui orientação sentido oeste - leste, seu regime é intermitente, 60% dessa bacia é localizada no Polígono das Secas e a medida que se aproxima do município de Caruaru (APAC) torna-se perene.

Essa bacia possui 66 açudes, como pode ser observado no quadro 2, onde o principal uso é para o abastecimento.

Quadro 2: Reservatórios da bacia do rio Ipojuca

Açude	Capacidade (m³)	Finalidade
Pão de Açúcar	54.696.500	Abastecimento / Irrigação
Pedro Moura Júnior	30.000.000	Abastecimento
Eng. Severino Guerra (Bitury)	17.776.470	Abastecimento
Manuino	2.021.000	Abastecimento
Brejão	1.625.000	Abastecimento
Taquara	1.100.000	Abastecimento
Guilherme de Azevedo	786.000	Abastecimento
Serra dos Cavalos	761.000	Abastecimento
Jaime Nejaim	600.000	Abastecimento
Antônio Menino	538.740	Abastecimento

Fonte: CONDEPE/FIDEM. *apud* Gouveia, 2010.

A GL - 2 corresponde ao grupo de bacias de pequenos rios litorâneos, conhecido como Unidade de Planejamento UP15, é formada por rios que desembocam no Oceano Atlântico e compreende os rios Joaboatão e Pirapama, possui 1.264,94 km² de extensão, correspondendo a 1, 29% do estado de Pernambuco, abrange 9 municípios e está inserida completamente em território pernambucano.

Seus afluentes principais são os estuários dos rios Tejiptó e dos rios Massangana e Tatuoca. O rio Jaboatão é bastante importante por sua localização dentro da RMR, possui 72 km de extensão e drenagem densa, suas ramificações são típicas de planície fluvial. Assim como a bacia do rio Ipojuca, essa bacia também apresenta reservatório que são utilizados principalmente para o abastecimento, como pode ser observado no quadro 3.

Quadro 3: Reservatórios da bacia GL – 2.

Reservatório	Capacidade Máxima (m³)	Localização
Bitá	2.270.000	Ipojuca
Duas Unas	23.548.500	Jaboatão dos Guararapes
Gurjaú	3.200.00	Cabo de Santo Agostinho
Pirapama	60.937.000	Cabo de Santo Agostinho
Sicupema	3.200.000	Cabo de Santo Agostinho/Jaboatão dos Guararapes
Utinga	10.27.000	Ipojuca

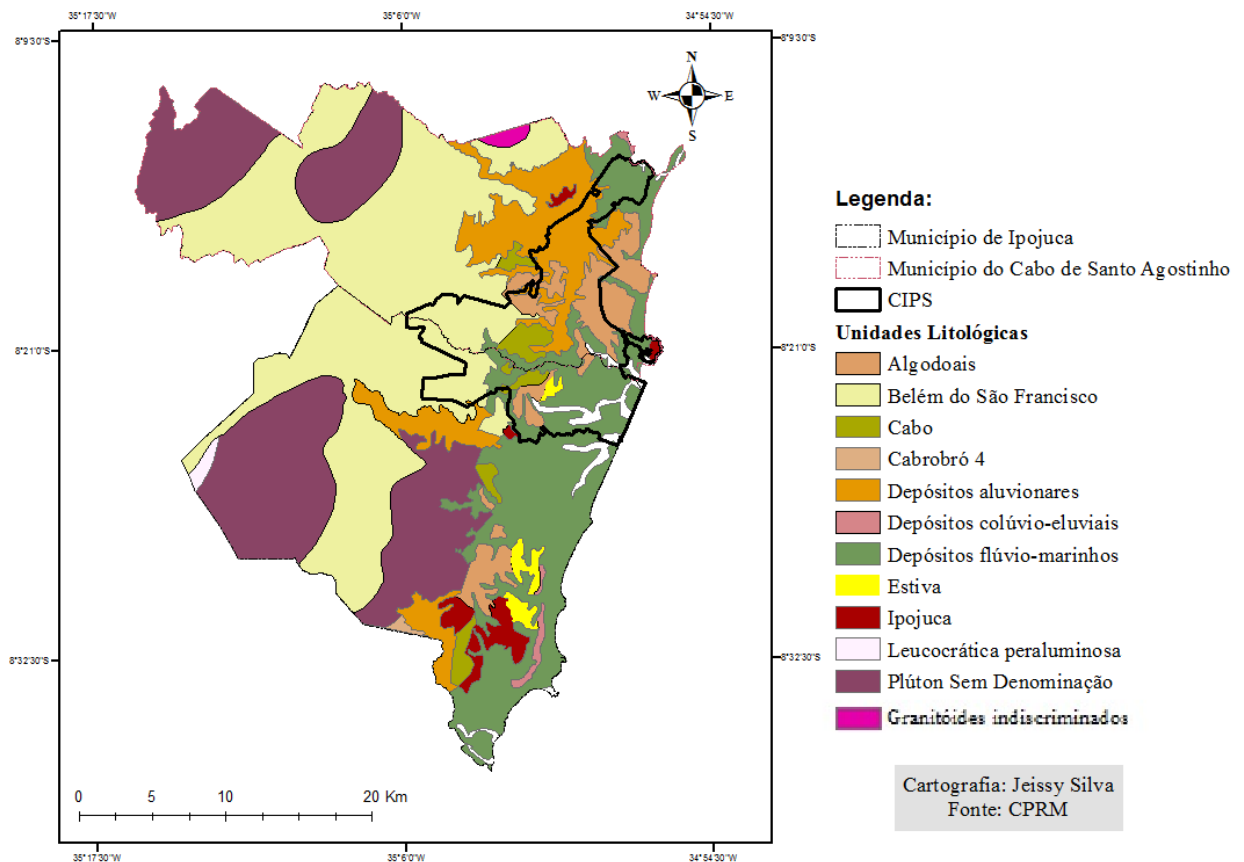
Fonte: Adaptado do Atlas das Bacias Hidrográficas de PE, 2006. *apud* Gouveia, 2010.

4.3 FORMAÇÃO GEOLÓGICA

De acordo com a CPRM (2001 pg. 7) o subsolo do Estado de Pernambuco é configurado por rochas de idade pré-cambriana, ocupando aproximadamente 90 % do território pernambucano e são recobertas por bacias sedimentares, de idade paleo/mesozoica e por bacias litorâneas meso/cenozoica. Na literatura que abrange a Geologia de Pernambuco há várias proposições para a estratigrafia desse Estado, por isso, dependendo da fonte consultada, pode haver alguma dissemelhança no que tange a nomenclatura.

O Litoral Sul de Pernambuco é constituído principalmente pela Bacia do Cabo, que de acordo com a CPRM (2001 pg. 33), se formou durante processos tectônicos, processos estes que resultaram na separação de dois continentes: O Sul-americano e o africano. Essa bacia é embasada em estrutura pré-cambriana que é ocupada pelos seguintes conjuntos litológicos: rochas sedimentares que possuem idades que variam do Aptiano ao Quaternário, e rochas vulcânicas, onde o vulcanismo se mostrou presente entre o Albiano ao Turoriano. As principais unidades litoestratigráficas menores que compõem a Bacia Pernambuco, foram identificadas como sendo as formações: Cabo, Ipojuca e Estivas, porém Lima Filho *et al.* (*apud* CPRM, 2001 pg. 33) identificaram outra unidade que posteriormente foi denominada de Formação Algoduais. Na Figura abaixo se pode observar as formações geológicas que compõem a área de estudo.

Figura 14: Formações Geológicas do Complexo Industrial Portuário de Suape.



Fonte: CPRM. Organizado pela autora.

- A Suíte Magmática ou Formação Ipojuca

Essa unidade foi nomeada por Amaral & Menor (1979 *apud* CPRM 2001 pg. 34) Datada do Cretáceo Inferior, essa unidade é caracterizada por rochas vulcânicas do litoral de Pernambuco, como os basaltos, andesitos, traquitos e riolitos, onde de acordo com Assis (1990 *apud* Gerra 1998) os basaltos são mais antigos enquanto os riolitos são mais jovens. Segundo Lima e Filho (1998 pg. 22), as rochas vulcânicas encontradas foram distintas em dois seguimentos: o Riolito, encontrado em Algodoads e Suape e os Traquitos, observados em Ipojuca, Engenho Rosário, Mirador, Pontas de Pedras etc.

Os riolitos são apresentados em menor quantidade, com cor rósea, ocorrendo sob forma de diques e plugs, textura porfirítica, onde os fenocristais de quartzo, sanidina e biotita podem atingir até 2 mm. Além disso, podem se encontrados também cristais de plagioclásio, piroxênio, anfibólio, apatita, zircão, opacos e minerais de argila. (CPRM, 2001 pg. 34). Os Traquitos se apresentam em maior extensão e geralmente ocorrem sob a forma de

derrames ou diques, sua textura varia de muito fina, porfirítica e amigdaloida, apresenta cristais ripiformes de feldspato potásicos, além de quartzo, albita, piroxênio, anfibólio e óxido de ferro (ibidem). Além disso, a Formação Ipojuca apresenta duas unidades derivadas de processos vulcânicos, sendo elas: o Granito do Cabo e o Granito de Algodóais. Vale ressaltar que a composição mineralógica e química, se aproximam bastante da dos riolitos, o que sugere familiaridade no material formador.

- Formação Cabo

Possui a mesma cronologia da suíte Ipojuca, de acordo com a Secretaria de recursos hídricos e Energéticos, compreende conglomerados de grande porte até arenito feldspático, de cor creme, com intercalações de camadas de argila vermelha a esverdeada. Foi definida, segundo a CPRM (2001 pg.33) por Cobra (1960), como o conjunto de rochas brechóides, conglomeráticas e arcoseanas que estão relacionadas à reativação de antigas falhas (As estruturas do tipo falha ou fratura da área de estudo, podem ser observadas na figura 19).

Rocha *apud* CPRM (2001 pg. 33) Observou duas unidades litológicas relacionadas a leques terrígenos e deltaicos, com idade Neocomiana, são eles: Conglomerado desorganizado, interdigitado com arenitos conglomeráticos, do tipo grão-suportado, e arcósios conglomeráticos pouco consolidados, com coloração que varia do acizentado ao esverdeado, com granulometria grossa, possui aspecto maciço, incluindo grãos de quartzos e feldspato. Vale ressaltar que foi encontrado nessa formação um macrofóssil, do tipo que ocorre em folhelhos e foi chamado de *Dyplomysthus longicostatus*.

- Formação Estivas

Essa formação mesmo sendo classificada cronologicamente como pertencente ao Cretáceo, Barbosa (2008 pg. 45) afirma que sua idade ainda é motivo de debate. A Formação Estivas abarca depósitos carbonáticos, que possuem três pulsos transgressivos que foram descritos por Barbosa (ibidem): calcários cinzentos esbranquiçados; carbonatos marinhos com forte influência terrígena (calcários margosos para calcários com siliciclastos) e calcários encontrados em poços. Suas principais características foram descritas por Lima Filho (1998 pg.29), como cor cinza, aspecto maciço e as vezes apresentando intercalações argilosas fossilíferas. Ressalta-se que nessa formação foram encontrados fósseis de invertebrados pertencentes às espécies gastrópodes e bivalia.

- Formação Algodoads

Inicialmente após sua identificação, essa formação foi associada como pertencente a formação Cabo, posteriormente, com o melhor detalhamento das suas características químicas e mineralógicas, é que foi possível conhecer a origem dos processos que a gerou. Segundo Lima Filho (1998 pg 22.), a Formação cabo teve sua origem através de eventos tectônicos que ocasionaram fluxos gravitacionais, resultando em três fácies de leque aluvial, são elas: proximal, mediana e distal.

- Complexo Belém de São Francisco

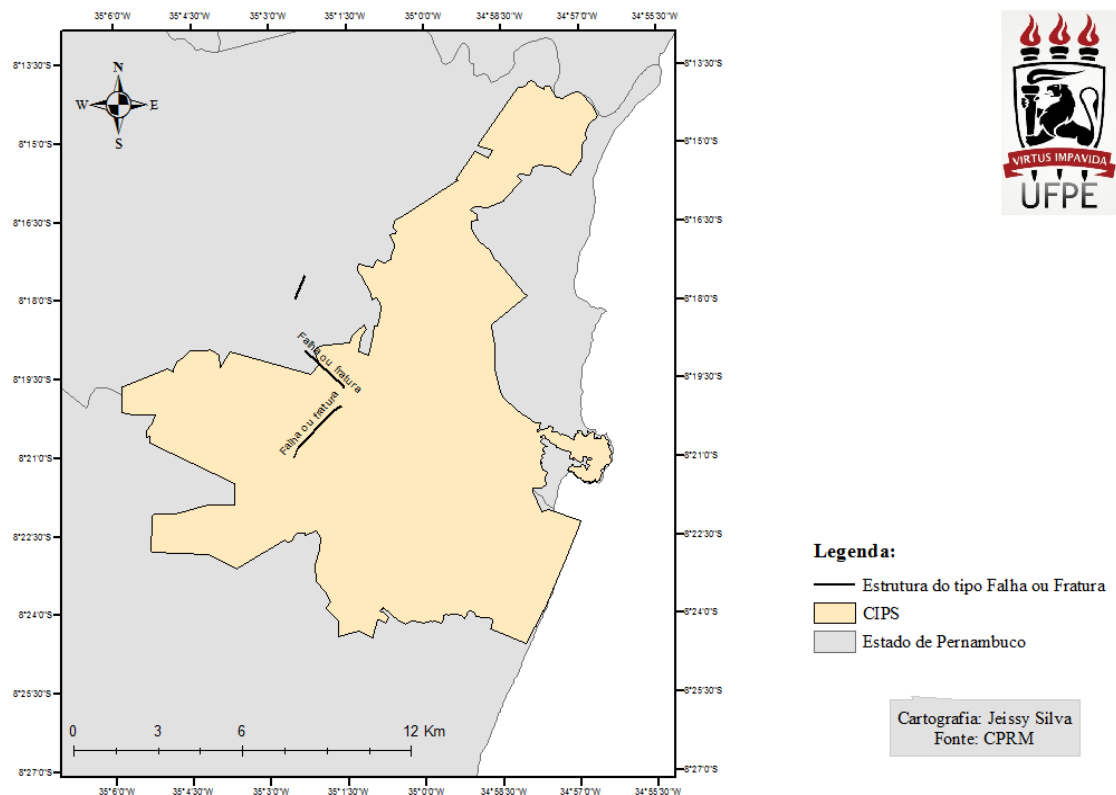
É constituído por Ortognaisse tonalítico, Migmatito, Metadiorito, Ortognaisse granodiorítico, Ortognaisse granítico.

- Depósitos Sedimentares do Quaternário

Esse domínio abrange sedimentos recentes, como manguezais, aluviões, sedimento de praias, recifes de arenito. Correspondem a áreas de baixa declividade e áreas de acumulação (deposicionais). Vale ressaltar que grande parte dos sedimentos tiveram origem no Holoceno com exceção dos terraços marinhos, com origem no Pleistoceno.

O Termo Quaternário aplica-se ao período mais recente da Terra, está contido na Era Cenozoica, juntamente com o Terciário. Esse período, subdividido em Pleistoceno (1,6 a 2 milhões de anos a.p.) e o Holoceno, que corresponde aos últimos 10 mil anos da história do nosso Planeta. A grande característica do Quaternário são as glaciações e os períodos interglaciais e os depósitos relacionados sedimentares contendo restos de fauna e flora viventes, e o surgimento do homem. (Silva, 2011. pg. 105).

Figura 15: Estruturas do tipo Falha ou Fratura do Complexo Industrial Portuário de Suape.



Fonte: CPRM. Organizado pela Autora.

4.4 GEOMORFOLOGIA DA ÁREA

Por muito tempo a geomorfologia foi estudada desvinculada das ações antropogênicas não levando em consideração a interferência que a mesma causa no meio. Guerra (2011 p. 117) afirma que o homem muitas vezes foi observado como apenas um agente nivelador, não possuindo participação significativa na dinâmica morfológica. No entanto obras antecessoras como as de Sochava (1977); Tricart (1977); Chorley (1971) e Bertrand (1971), já abordavam a interação do homem na dinâmica natural, bem como a importância de analisá-lo, porém o grande erro observado por Guerra foi a descontinuidade nos estudos e a metodologia adotada por esses autores que não se mostraram eficazes. Guerra (idem) aborda a ausência de trabalhos teóricos e conceituais na Geografia brasileira sobre o assunto, apesar de reconhecer a temática nos trabalhos de Ab'Sáber (1957) e Christofolletti (1967).

Atualmente é de reconhecimento da comunidade científica a capacidade do homem através das suas atividades, produzir efeitos geológicos e geomorfológicos no meio, tais

efeitos se acumulam tanto quantitativamente quanto qualitativamente, deixando sua marca na paisagem. A capacidade de transformação do homem sob o meio em que está inserido é tão grande que muitos pesquisadores propõem um novo período geológico que caracterize bem esse momento. Essa nova proposta é conhecida como Quinário ou Tecnógeno, estudada por muitos autores, como Peloggia (1998) e Suertegaray (1997), o consenso entre eles é justamente a inserção do homem como agente geomorfológico que está no mesmo nível de importância de qualquer outro. Contudo o termo mais difundido pelos cientistas é o Antropoceno, aplicado para caracterizar o atual momento configurado pela forte atuação dos processos antropogênicos.

Unidades Geomorfológicas

O Compartimento Geomorfológico do Complexo de Suape é constituído por duas grandes unidades: Planície Costeira e pelo Domínio de Patamares. Essas duas unidades são constituídas por padrões de relevo que serão descritos no decorrer do texto e podem ser observados na Figura 16.

- Planície Costeira

É configurada por uma área plana ou suavemente ondulada que se estende da orla até o interior do continente. Formam-se graças à deposição de sedimentos provenientes da ação da água (rio, mar, chuvas) e do vento.

O Domínio da Planície Costeira compreende um conjunto de ambientes deposicionais de origens fluvial e marinha, cujos padrões de relevo são as planícies flúvio-marinhas, apresentando extensos manguezais em estuários afogados formando rias, as planícies costeiras propriamente ditas, formadas pelas praias arenosas e terraços marinhos holocênicos e pleistocênicos, e os recifes de arenito de praia ou, subordinadamente, coralinos, que são uma característica marcante do litoral pernambucano (Serviço Geológico do Brasil, volume 1)

O Compartimento da Planície Costeira no recorte da área de estudo destacado na Figura 16 é subdividido em padrões distintos de relevo, são eles:

- Planícies Fluviomarinhas (brejos e mangues):

São relevos que envolvem processos de aggradação, em zonas deposicionais, se localizam na faixa de transição mar-continente, geralmente são influenciados pela ação das

marés, sua altitude é no nível do mar. Esse padrão também abarca a Planície Lagunar ou FluvioLagunar, que corresponde a uma área extremamente importante e sensível do ponto de vista ambiental, já que comporta a vegetação de mangue e os manguezais são áreas usadas como berçário para peixes e crustáceos.

- Planície e Terraços Fluviais:

Os terraços fluviais representam planícies de inundações pretéritas que por razão de mudanças climáticas ou tectônica, por exemplo, foram abandonadas. São constituídos por materiais aluvionar, ou seja, materiais pertencentes à antiga planície que pode ter origem fluvial ou lacustre e idade Quaternária.

- Patamares Orientais da Borborema

De acordo com a CPRM (pg.653) nesse domínio são formadas predominantemente sobre o embasamento cristalino. Nesse domínio estão inclusas as Colinas, que apresentam formas convexas, que são associadas a rochas do tipo ígneas - metamórficas e possuem idades Paleoproterozoicas e Neoproterozoicas. Dentre os padrões de relevo encontrados nesse domínio e que podem ser observados na figura abaixo são os: Morrotes; Morros altos; Morros baixos e as Colinas que já foram citadas.

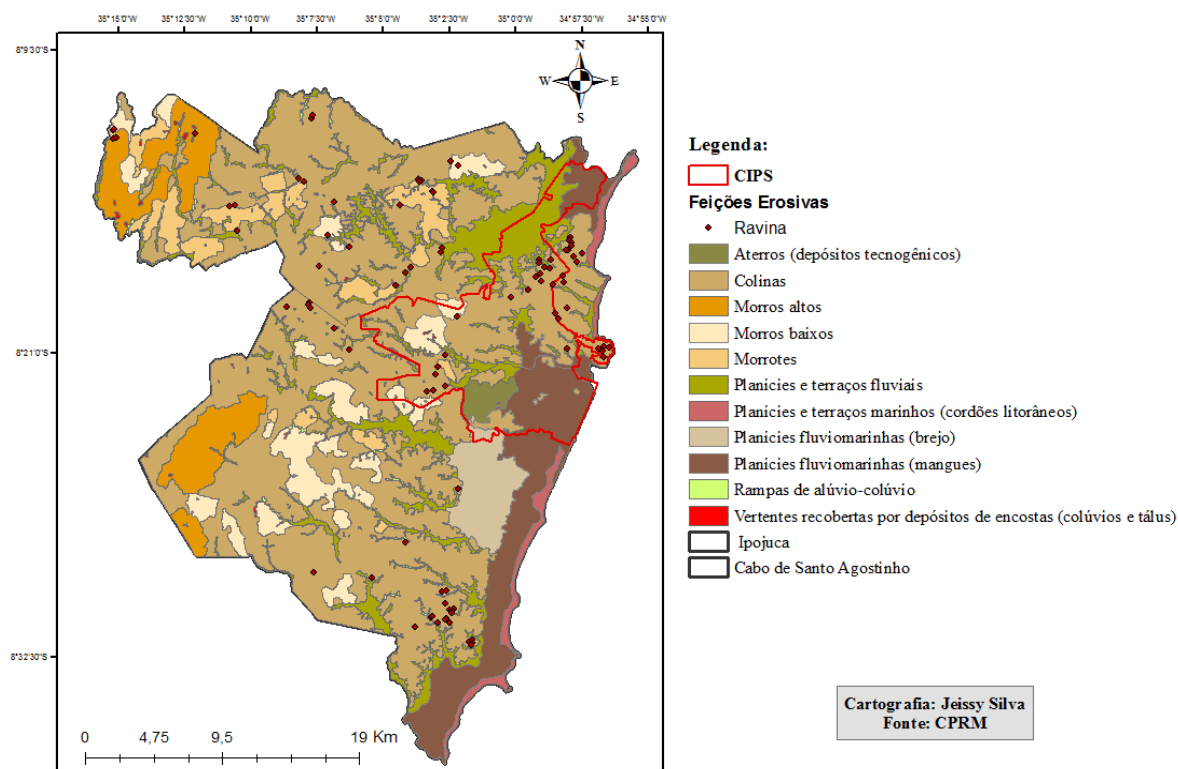
O Domínio dos Patamares estão embasados em rochas ígneas e metamórficas pertencentes a Província da Borborema e datam do Paleoproterozoico ao Neoproterozoico, porém alguns padrões são formados por rochas sedimentares e ígneas pertencentes a Bacia de Pernambuco e com idade Cretácea (ibidem).

- Aterros

Os aterros são depósitos de resíduos de origem antropogênica, estão identificadas na figura 18, porém não correspondem a um padrão de relevo. Contudo, os depósitos tecnogênicos, correspondem a materiais originados pela técnica, definido por Peloggia (1997 pg. 258) como:

Testemunhos da interferência do homem no solo, no que concerne a formação e destruição do mesmo. Depósitos formados (como os aterros) e depósitos induzidos (como corpos aluvionares como consequência de processos erosivos, decorrentes do uso do solo).

Figura 16: Unidades de Relevo do Complexo Industrial Portuário de Suape.



Fonte: CPRM. Organizado pela autora.

Em relação à declividade do terreno constatou-se que varia entre Plano e Ondulado, de acordo com a Classificação de Declividade proposta pela Embrapa. (1979). A Figura 17 identifica as classes de declividade que são encontradas na microrregião de Suape. De acordo com o que foi observado, foi possível listar as classes encontradas conjuntamente com suas respectivas porcentagens na área de estudo, elas podem ser observadas na tabela abaixo:

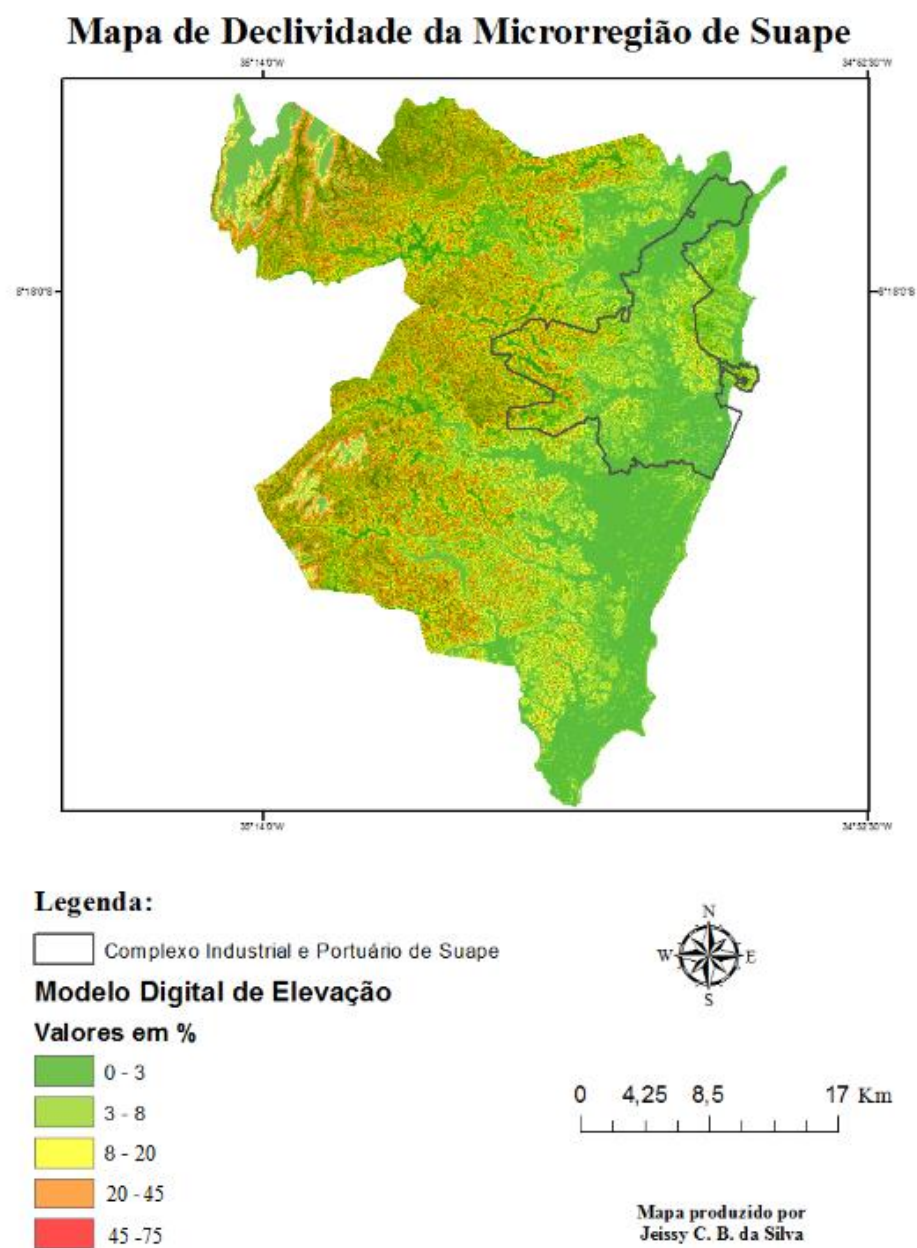
Tabela 4: Classes do relevo e sua área correspondente.

Declividade (%)	Relevo	Área (%)
0 - 3	Plano	33,2

3 - 8	Suave-Ondulado	36,6
8 - 20	Ondulado	23,14
20 - 45	Forte-Ondulado	6,95
45 - 75	Montanhoso	0,0

Fonte: Embrapa. Organizado pela Autora.

Figura 17: Declividade da Microrregião de Suape.



Fonte: USGS. Organizado pela Autora.

4.5 DISTRIBUIÇÃO DAS CLASSES DE SOLOS

No Complexo Industrial Portuário de Suape predomina nove tipos de classes de solos (algumas com mais de uma subdivisão). A distribuição das classes de solo pode ser observada na figura 18 e estão descritas abaixo como:

- AQ - Areia Quartzosa

De acordo com a Embrapa, esse perfil também denominado de Neossolo Quartzarênico (NQ) corresponde a solos originados em depósitos arenosos, são constituídos basicamente grãos de quartzos e por isso destituído de minerais primários. Essa classe pode apresentar cor amarela ou vermelha e apresentam baixa aptidão agrícola, pois são rapidamente degradáveis, perdem água por infiltração rapidamente, são, portanto suscetíveis à erosão e dependendo da sua localização ocasionar processos como lixiviação e voçorocamento.

- AM - Areias Quartzosas Marinhas + Podzol Hidromórfico

De acordo com o Plano de Manejo da APA de Conceição da Barra (2014 pg. 39) esse tipo de solo possui várias características da classe descrita anteriormente, como baixa retenção de água, com textura arenosa, são demasiadamente drenados e possui seu uso bastante restrito. É associado a terrenos de idade Quaternária.

- G - Gleissolos

Os Gleissolos se caracterizam por serem saturados por água de forma permanente ou periodicamente, comumente passam pelo processo de gleização (processo relacionado ao excesso de água, onde forma o horizonte glei de cores cinza, azul ou verde). Seu horizonte superficial apresenta cores que variam do cinza a preta. Esse tipo de solo ocorre próximos aos corpos hídricos e é associado a ambientes fluviomarinhas, lacustres e onde a declividade do terreno favorece o afloramento de águas subterrâneas (SANTOS & ZARONI; 2016).

- HP - Podzólico Hidromórfico

Os podzólicos hidromórficos foram caracterizados pela Embrapa (2002 pg. 9) como sendo também de textura arenosa, com capacidade de fertilidade de média a baixa e dependente da vegetação nativa do ambiente em que está inserido. Os podzólicos podem se apresentar como eutróficos, distróficos e álicos.

- LA - Latossolo Amarelo

Segundo a Embrapa (2016) os latossolos são relacionados principalmente à Formação Barreira, sua ocorrência fora desse ambiente depende dos requisitos de cor definidos pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SiBCS. Apresentam-se com boa permeabilidade e retenção de água, são usados em Pernambuco para cultivo da cana-de-açúcar (principalmente), não favorece a erosão, mas dependendo do manejo pode haver problemas com a compactação, são bastante homogêneos em relação a sua cor e sua textura varia entre argilosa e muito agilosa. Ressalta-se que sua predominância é associada comumente a relevos suavemente ondulados, contudo quando se apresenta em bases do cristalino podem ocorrer em altitudes maiores.

- PA- Podzólico Amarelo

São solos com a drenagem satisfatória, com baixo teor de ferro, profundos e comuns em áreas litorâneas (SANTOS et al., 2014 pg. 10).

- PV- Podzólico Vermelho - Amarelo

Conforme a FUMECE (2016) os solos desse subtipo são ácidos e possuem baixa fertilidade natural, apresentam o horizonte B estrutural, os minerais que se destacam na sua composição são os sesquióxidos, argilas do grupo 1:1 (caulinitas) e quartzo que agregam a essa classe resistência ao intemperismo. A declividade superior a 8% pode indicar dificuldade no controle da erosão, que são geralmente associadas a grandes diferenças entre as texturas dos horizontes A e B.

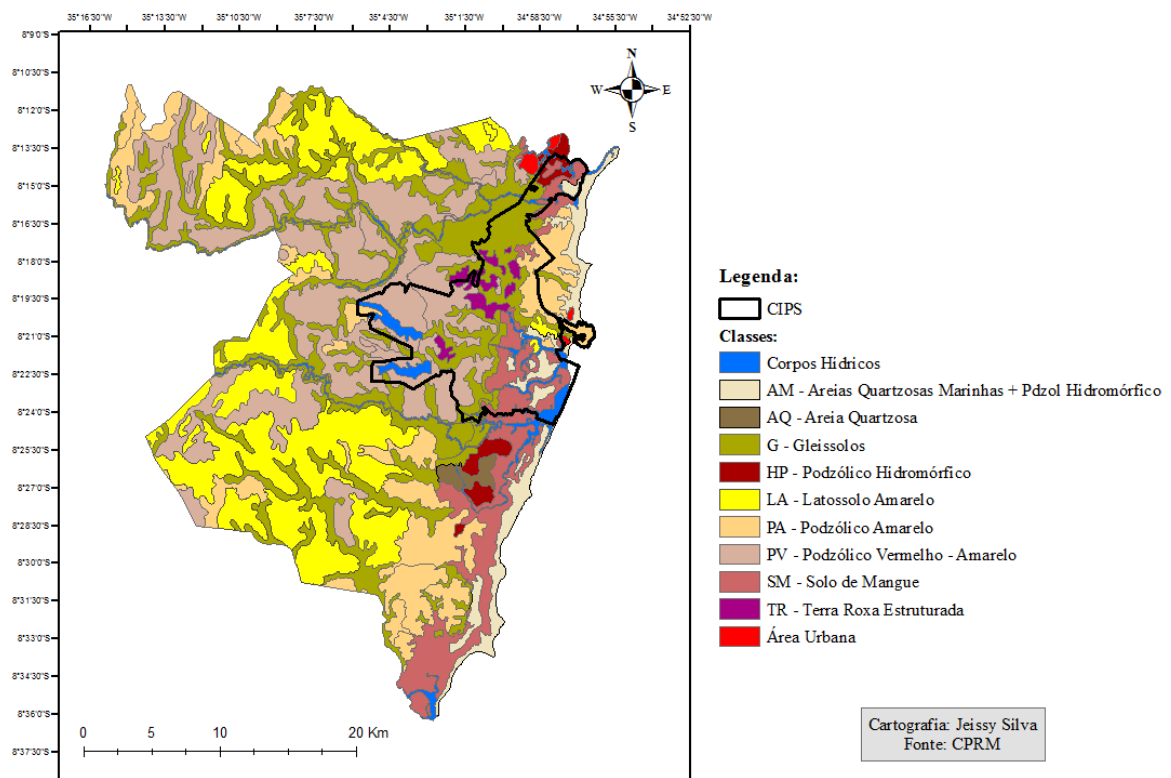
- SM - Solo de Manguê

De acordo com Neto e Silva (2016) os solos indiscriminados de manguê ocorrem a partir de sedimentos de origem fluviomarinha, são pouco desenvolvidos, com textura que se assemelha a lama e de cor escura. São associados às áreas onde convergem águas fluviais e marinhas e como não apresentam horizontes não são considerados solos, por isso são classificados como Tipo de Terreno. Sua área de ocorrência é bastante produtiva biologicamente, pois atua como berçário de reprodução de várias espécies e possuem grande importância socioeconômica.

- TR- Terra Roxa Estruturada

Também conhecido como Nitossolo Vermelho (NV), esse solo possui alta fertilidade, apresentam cor vermelho-escura se aproximando do roxo. Sua origem decorre o intemperismo de rochas básicas e ultrabásicas, que são ricas em minerais com teor expressivo de ferro e magnésio (por isso são atraídos por imãs). Possuem alto potencial produtivo, mesmo suscetível à erosão quando se apresentam em relevos ondulados (SOUZA & LOBATO, 2016).

Figura 18: Distribuição das Classes de Solo do Complexo Industrial Portuário de Suape.



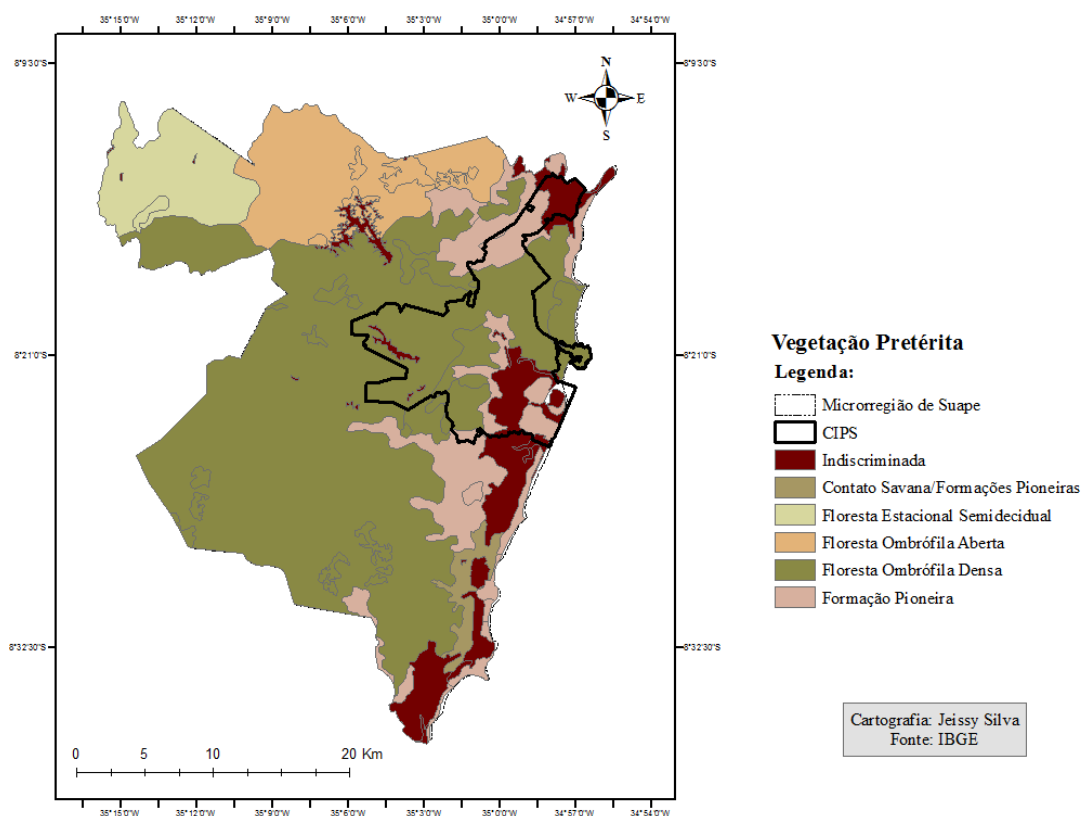
Fonte: EMBRAPA. Organizado pela autora.

4.6 VEGETAÇÃO PREDOMINANTE

A vegetação da área de estudo é caracterizada pela CPRM (pg.651) pelo bioma da Floresta Tropical Atlântica e pela vegetação de mangue. A Mata Atlântica chegou a abranger 13, 04% do território brasileiro e 18% do território pernambucano, se localiza ao longo da costa, se ocupando parte dos estados do Espírito Santo, Rio de Janeiro e Santa Catarina, e parte do território do estado de Alagoas, Bahia, Goiás, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraíba, Paraná, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Rio Grande do Sul, São Paulo e Sergipe, segundo o Instituto Brasileiro de Florestas - IBF (site).

A figura 19 identifica as principais formações vegetais nativas que antecederam não só a construção do complexo industrial, mas também a intervenção antrópica de modo geral. A área indiscriminada é referente à vegetação do mangue e aos corpos hídricos, que provavelmente por causa da escala não foram reconhecidos. Outra ressalva bastante importante é a extensão da Floresta Ombrófila Densa, que foi largamente substituída pela agropecuária e ainda poderia ser visto a formação pioneira que segundo o Manual Técnico de Vegetação Brasileira (IBGE, 2012 pg. 160), essa formação corresponde à vegetação com influência marinha, conhecidas como restingas.

Figura 19 : Formação Vegetal Nativa do Complexo Industrial Portuário de Suape.



Fonte: IBGE. Organizado pela autora.

Por se localizar predominantemente na zona costeira, explorada historicamente desde o período colonial, esse bioma encontra-se bastante degradado. O período colonial deixou grandes marcas no território brasileiro, inclusive na sua própria formação, porém desde a chegada dos portugueses a exploração da mata atlântica tornou-se uma das atividades mais lucrativas, sendo alvo de extração e exportação. A principal espécie explorada foi a do pau-brasil, graças à qualidade da sua madeira e a sua cor intensa usada para tingir as roupas dos

nobres, além do pau-brasil, as espécies de jacarandá, pequi, jenipaparana, peroba, urucurana entre outras, também foram bastante usadas comercialmente. Após o período de comercialização do pau-brasil, a atividade econômica mais lucrativa foi o cultivo da cana-de-açúcar, que foi bastante intenso na região Nordeste e ainda é encontrado na atualidade, Conforme o Ministério do Meio Ambiente - MMA (site).

A Mata Atlântica é composta por vários ecossistemas que foram definidos pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA em 1992, e caracterizadas pela EMBRAPA (site). São eles:

- Floresta Ombrófila Densa

Conhecida também pelo sua antiga nomenclatura floresta subperenefólia, esse ecossistema é abrangente na região da mata sul pernambucana e está associado ao cultivo da cana-de-açúcar e aos latossolos vermelhos, por isso encontra-se bastante devastada.

- Floresta Ombrófila Aberta

Possui características semelhantes as da floresta ombrófila densa, porém apresenta-se como zona de transição entre a Floresta Amazônica e áreas externas.

- Floresta Ombrófila Mista

A floresta ombrófila mista recebeu essa nomenclatura por possuir espécies em comum com outras formações vegetais, principalmente as coníferas, como pinheiro-do-Paraná (*Araucaria angustifolia*). Ainda há algumas variações dessa formação: Floresta Ombrófila Mista Submontana; Floresta Ombrófila Mista Montana; Floresta Ombrófila Mista Alto-Montana e Floresta Ombrófila Mista Aluvial.

- Floresta Estacional Decidual

Conhecidas também como floresta tropical caducifólia apresentam-se em áreas com estações climáticas bem definidas, uma chuvosa e outra seca. Em consequência da variação do volume e chuvas, suas folhas caem na estação mais seca. E assim como a floresta ombrófila, essa formação também possui variações, são elas: Floresta Estacional Decidual aluvial; Floresta Estacional Decidual Terras Baixas; Floresta Estacional Decidual Submontana e Floresta Estacional Decidual Montana, onde um dos fatores mais determinantes das variações é a altitude.

- Floresta Estacional Semidecidual

A nomenclatura atual dessa formação vegetal substituiu a Floresta Subcaducifólia, ocorrem em áreas de transição entre áreas costeiras e áreas semiáridas. É uma subtipo da floresta estacional decidual por também perder as folhas durante a estação do ano mais seca, porém com menos intensidade que a primeira.

- Mangues

Corresponde a um ecossistema diferenciado graças à sua complexidade e importância. Apresenta-se nas áreas de transição entre os ambientes marinhos e continentais das regiões tropicais e subtropicais e são consequência de eventos relacionados à transgressão marinha, que ocorreram por volta de 5 mil anos atrás e conhecidas como áreas estuarinas. A vegetação típica desse ecossistema é a vegetação de mangue, caracterizada por grande tolerância ao sal (halófita) e adaptadas a ambientes de inundação, geralmente associados ao regime das marés (Caricchio, 2016. zonacosteira.bio.ufba.br/).

O mangue se instala em áreas de sedimentos lamosos não consolidados, com pouca declividade, e em geral associados a baías, lagunas, estuários e deltas. O substrato do manguezal apesar de ser rico em matéria orgânica e nutriente, é hipersalino e hipóxico, com isso o mangue desenvolveu adaptações para esse ambiente; como as lenticelas que possibilitam trocas gasosas diretamente com o ar, raízes radiais e de suporte para dar sustentabilidade no sedimento lamoso, viviparidade para assegurar o sucesso reprodutivo e adaptações fisiológicas para suportar a grande variação de salinidade. (ibidem).

No Brasil a vegetação de mangue apresenta três subdivisões: Mangue - vermelho (*Rhizophora mangle*); Mangue - Branco (*Laguncularia racemosa*) e Mangue - preto (*Avicennia schaueriana*). Os principais elementos que influenciam as características de cada grupo citado acima são principalmente o tipo de solo, altitude e regime das marés, por exemplo. De acordo com Walsh (1974 *apud* Braga 1989 pg.11) os manguezais são dependentes de cinco condições, descritas abaixo:

- 1 - Temperaturas elevadas típica de ambientes tropicais;
- 2 - Substratos provenientes de antigas planícies fluviais (aluvial), abundância de matéria orgânica;

3 - Distância de ondas fortes, pois necessitam que os processos deposicionais sejam dominantes;

4 - Salinidade da água variando entre 5 e 30 %;

5 - Baixa declividade e grande amplitude das marés, o que facilita a abrangência da influência da salinidade das marés.

Braga (1989 pg. 12) realizou um importante estudo sobre os impactos da construção do complexo industrial sobre os manguezais da área de Suape. Ele identificou cinco espécies principais, sendo elas: *Rhizophora mangle* L. , *Laguncularia racemosa* Gaertn., *Avicennia germinans* (L.) Stearn., *Avicennia schaueriana* Stapf. ~ *Leechman* e *Conocarpus erectus* L. Seu estudo avaliou os anos entre 1974 e 1989, e verificou que houve diminuição da área antes recoberta por vegetação de mangue, ele quantificou os valores de 2.874 hectares de manguezal existentes no ano de 1974, 625 hectares se mostraram degradados ou em processo de degradação, desses 625, 598 encontraram-se totalmente degradados e 27 em processo de degradação. Esses dados referem-se às áreas de mangue do rio Tatuoca e parcialmente nos rios Massangana e Ipojuca, contudo as áreas desses ecossistemas no recorte do rio Merepe o processo foi diferente, áreas que antes estava em processo de degradação (no ano de 1974) encontravam-se em regeneração no ano de 1989. As principais atividades relacionadas à construção do complexo responsáveis pela degradação das áreas de mangue foram listadas pelo autor, como: com aterros, dragagens e inundações das áreas anteriormente preservadas.

Estudos mais recentes, como o de Ferreira et al. (2013 pg.367) continuam destacando a diminuição das áreas de vegetação decorrentes da construção do CIPS, onde mesmo havendo proteção, zoneamento e regeneração, os mangues continuam perdendo áreas e seu vigor para as áreas urbanas e as atividades econômicas relacionadas ao complexo ou ao turismo local.

O ecossistema de mangue possui grande importância ecológica e social, pois serve como berçário para várias espécies além de está relacionado ao transporte de sedimentos e matéria orgânica provenientes da interface em que está inserido, e ainda concentra várias atividades econômicas que geralmente envolvem as comunidades adjacentes que são dependentes da sua exploração. Contudo, ressalta-se que mesmo sendo Área de Proteção Permanente - APP desde 1995 no código florestal, essas áreas sofrem bastante com a exploração desenfreada, por causa da crescente população em áreas urbanas que

consequentemente acabam impactando o meio ambiente, principalmente os da zona costeira, já que comportam grande parte da população urbana do país e por causa do crescimento de outras atividades econômicas que também causam impactos nesses ambientais frágeis.

- Restingas

As restingas constituem o conjunto de formações vegetais que possuem características distintas, mas que coabitam o mesmo ambiente de influência marinha e fluviomarinha. A vegetação de restinga é mais dependente do substrato do que do clima, e pode apresentar as seguintes variações de acordo com o terreno: vegetação de praias e dunas, vegetação sobre cordões arenosos, vegetação associada às depressões, floresta de transição restinga-encosta (Instituto de Biociências - USP/ ib.usp.br acesso em 23 de maio de 2016).

A grande expressão da vegetação do Complexo Industrial Portuário de Suape é a vegetação de mangue e os resquícios de mata atlântica, que se encontra bastante degradada em decorrência principalmente da cultura da cana-de-açúcar que antecede o CIPS. Mesmo havendo unidade de conservação os impactos do uso da terra do estado afetaram esse bioma. Já os mangues com presença ainda bem marcante no território do complexo, perdeu área para sua construção e como ainda há planos para expansão das suas atividades, essa vegetação pode se encontrar em situação de ameaça.

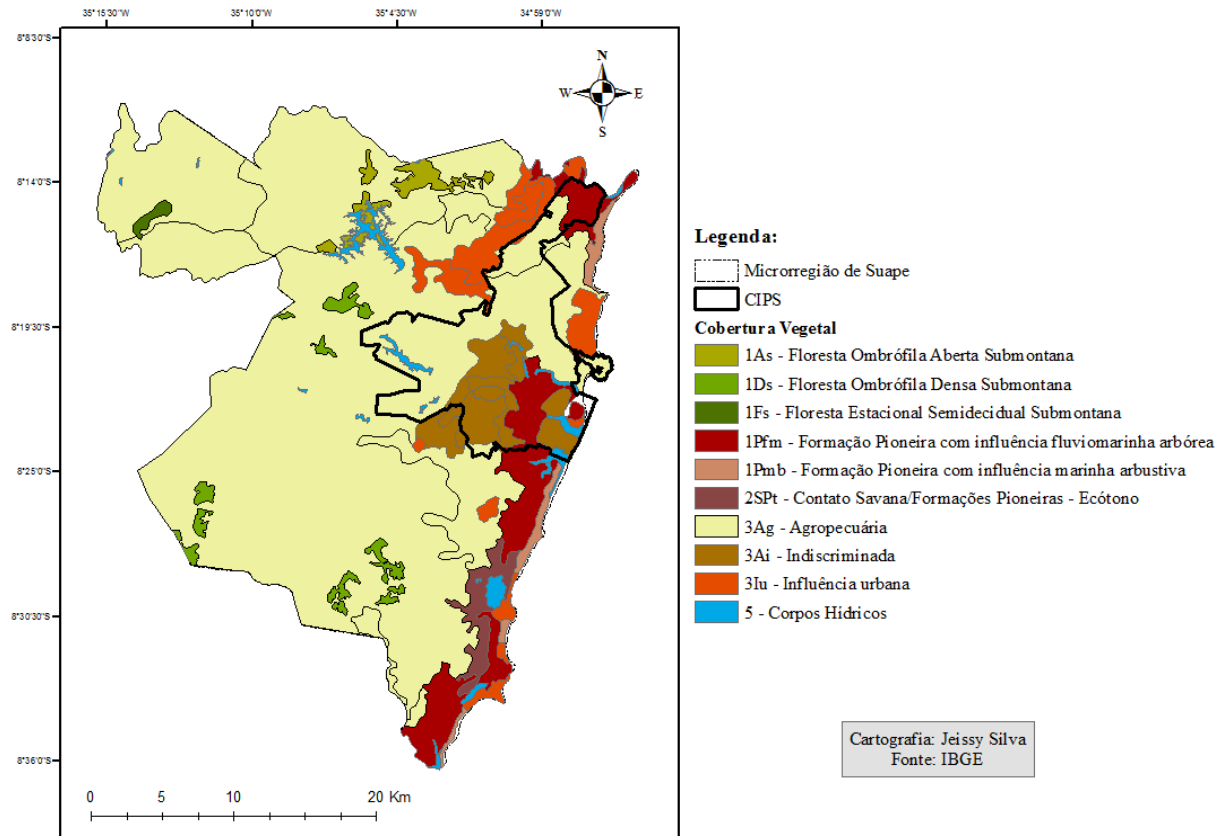
Na imagem abaixo pode-se observar o quanto a configuração da vegetação da área de estudo foi modificada. O que preteritamente era Floresta Ombrófila Densa, tornou-se agropecuária, as restingas antes facilmente identificadas, talvez possam estar inseridas nas áreas Indiscriminadas, definidas pelo IBGE (2012 pg. 163), como:

Áreas de mineração, industriais, loteamentos, condomínios, chácaras, sítios, portos, salinas, vegetação herbácea de áreas florestais desmatadas e que não são pastagens como nas ilhas, áreas de declividade acentuada, e outras, desde que não conurbadas ou adjacentes às de influência urbana.

De acordo com a definição das áreas indiscriminadas, as áreas de influência urbana tornam-se confusas, já que as primeiras, também podem ser entendidas como tal. Conforme o conhecimento sobre a área de estudo, pode afirmar que grande parte da área no mapa classificada como “Indiscriminada” corresponde à área do Complexo Industrial Portuário de Suape. A grande transformação decorrente das atividades antropogênicas, sejam decorrentes da construção do CIPS, ou anteriores a elas podem ser capaz de impactar o equilíbrio do meio

em que está inserido, tornando-o instável e suscetível a determinados eventos que serão posteriormente descritos.

Figura 20: Mapa da Cobertura Vegetal do Complexo Industrial Portuário de Suape.



Fonte: IBGE. Organizado pela autora.

4.7 COBERTURA E USO DA TERRA

O uso inadequado do solo pode desencadear vários processos relacionados à degradação dos recursos minerais, bem como a de problemas sociais, como pontua Beek et al (1996) *apud* Alves et al. (2003 pg.2). O IBGE (2013, pg. 36) aponta que o Levantamento da Cobertura e Uso da Terra indica a distribuição geográfica das tipologias de uso, tais tipologias são identificadas através das diferentes coberturas terrestres. Ressalta-se que há bastante diferença entre o conceito de Cobertura e Uso da terra, a primeira está relacionada aos atributos do meio físico da área de estudo, limitando-se a analisar o seu estado, e sua importância e aplicabilidade está mais diretamente ligada aos estudos de sistemas ambientais, como o hidrológico ou o climático. Já o uso da terra, é diretamente ligado às atividades antropogênicas, e são definidas como a forma e o propósito em que os elementos do meio

físico são utilizados, ou seja como a cobertura da terra é modificada, são extremamente necessário às tomadas de ações, planejamento, zoneamento, gestão etc. De acordo com o INPE (2003, pg. 11).

Ambos os conceitos se confundem, um dos principais motivos é que se trata de um estudo relativamente recente, já que segundo o INPE (2003 pg. 25), antes da década de 1960 havia poucos mapas sobre a cobertura da terra, assim como os classificadores que passaram a ser automáticos e por isso influenciavam as legendas, já que as imagens de satélites e sua classificação em *softwares* possui um custo-benefício muito bom. A cobertura é algo estático, ou seja em determinado local e tempo, é um fenômeno único, ao contrário do uso que pode ter várias manifestações simultâneas e/ou alternadas objetivando algum produto ou lucro. Metodologicamente, a cobertura do solo pode ser obtida de forma direta, seja por observações em campo ou através de dados obtidos com o sensoriamento remoto, porém o uso exige uma série de informações complementares, vista a sua complexidade de identificação. Por isso é importante que no mapeamento, as informações referentes a cada conceito sejam desmembradas, pois podem levar a ambiguidades, erros e diminuição da consistência dos dados, de acordo com o que foi exposto pelo INPE (ibidem).

O Complexo Industrial Portuário de Suape começou a ser construído na década de 1970, porém desde a década anterior que estudos para sua implantação já eram realizados, porém apenas em 1983 é que o porto começou a operar, e nos anos seguintes continuaram o desenvolvimento das obras. Na figura 21, pode ser observada a área que atualmente se localiza a área portuária do complexo.

Figura 21: Imagem da área portuária do CIPS na década de 1970.



Fonte: Suape Global.

O seu planejamento que tem o alcance até o ano de 2030, visa aproveitar todas as áreas do complexo, buscando realizar suas atividades com uma infraestrutura satisfatória bem como inserir a população e preservar o meio ambiente. Os principais usos identificados na área de estudo, foram apontados pela CPRH (2011, pg. 3) e são descritas a seguir:

- Zona Industrial

Tem como principais gêneros: Química; Mecânica; Produção Alimentares; Têxtil; Transformação de Minerais não Metálicos; Metalúrgica; Material Elétrico e de Comunicações; Bebidas; Produtos de Materiais Plásticos; Papel e Papelão; Mobiliários e diversos. Tais atividades podem ocasionar uma série de problemas ambientais como poluição dos recursos hídricos, ocupação de áreas com maior potencial agrícola, a proximidade com os núcleos urbanos vizinhos podem ocasionar acidentes, aterros de manguezais para ampliação das atividades portuárias e etc.

- Núcleos Urbanos

O CIPS se localiza próximo a grandes centros urbanos pertencentes aos municípios do Cabo de Santo Agostinho e Ipojuca e possui dentro de sua área zonas urbanas, compostas principalmente pelos trabalhadores e os moradores que tiveram de ser realocados. Essa população (crescente) necessita de uma maior oferta de serviços, como saneamento básico, saúde e moradia por isso há grandes ocorrências de habitações em áreas de riscos; ocupação em áreas de utilização pública como praias e consequentemente destruição das restingas; problemas relacionados à produção excessiva de lixo; desemprego sazonal, principalmente das comunidades dependentes de determinadas culturas, como cana-de-açúcar; expansão do setor informal; aterros em áreas de manguezais, como no caso de maceió; e problemas sociais relacionados à pobreza.

-Extração Mineral

Essa atividade ocorre tanto na forma artesanal quanto a partir de empresas de médio e grande porte. Produz principalmente materiais para construção civil e infraestrutura, como britas, areias, argilas e materiais para revestimento. Tem como principais impactos: assoreamento de canais e trechos dos rios; poluição atmosférica e visual; risco de escorregamento e movimento de massa, que pode soterrar habitações e até levar moradores a óbito.

- Policultura

Tem como principais culturas a mandioca, milho, macaxeira, feijão, batata-doce, inhame, cana-de-açúcar hortaliças e diversas frutas, como manga, banana, coco e jaca. Esse tipo de atividade tem característica de subsistência, e envolve a criação de animais de pequeno, médio e grande porte, como galinhas, cavalos, porcos, cabra e vaca, em pequenas quantidades. Os moradores assentados em grande parte recebem incentivos de projetos do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária - INCRA, porém como demonstram-se insuficientes, os assentados precisam complementar a renda com trabalhos nos engenhos do entorno.

Os principais problemas ambientais relacionados a essas atividades são: destruição da cobertura vegetal nativa principalmente para a extração de madeira, para o plantio e para a caça de animais endêmicos; poluição dos solos; e uma série de problemas sociais, como baixa escolaridade dos produtores, falta do devido financiamento, falta de serviços básicos (saúde, transporte e saneamento básico, por exemplo).

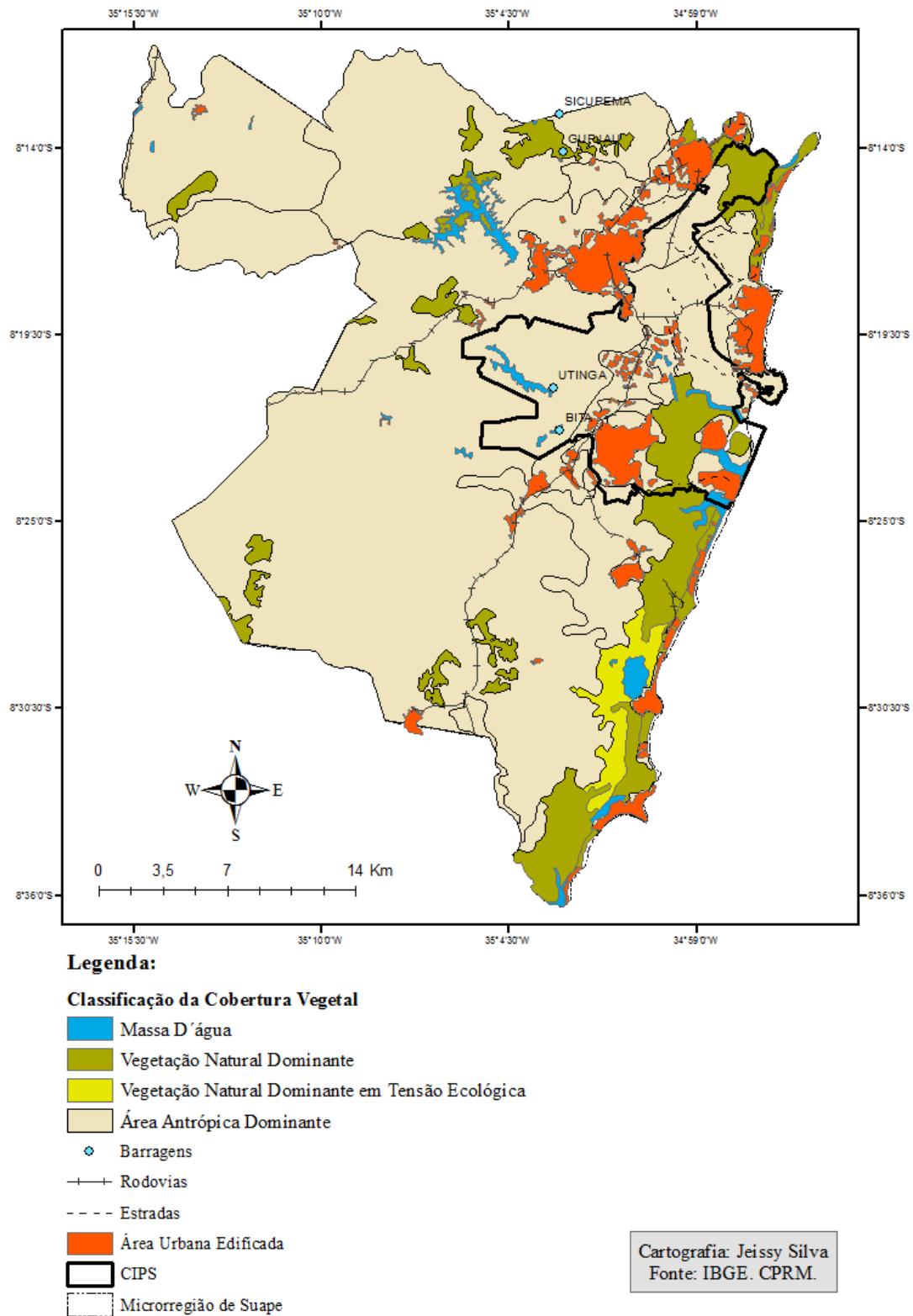
- Plantio da Cana-de-Açúcar

Em grande parte corresponde aos cultivos de subsistência, ocupam áreas de solos com baixa fertilidade que não foram devidamente corrigidos, geralmente são utilizados adubos e herbicidas. O corte da cana é predominantemente realizado no sistema de “mutirão” onde a população conjuntamente colhe e repassa para as usinas e destilarias. Os principais problemas relacionados a essa atividade são: poluição dos solos e dos recursos hídricos, principalmente por causa dos usos de produtos como herbicidas e agrotóxicos; produção em área de restrição agrícola; e problemas sociais relacionados a serviços como investimento, infraestrutura das estradas e vias de acesso, e falta de assistência

Dentro da área do complexo é possível identificar os corpos hídricos de origem continental e marinha, as áreas urbanas que correspondem às edificações realizadas no interior do CIPS, a área de dominação antrópica, que mesmo correspondendo na prática a todo o complexo, deve ter se referido principalmente ao uso agropecuário que foi identificado no mapa de vegetação anteriormente. A área de vegetação natural dominante corresponde à vegetação de mangue, caracterizada anteriormente. Ainda é possível identificar as estradas e rodovias que fazem parte da paisagem da área de estudo, bem como as barragens de Utinga e Bitá.

O mapeamento da cobertura da terra no recorte da área de estudo pode ser observado na figura 22. Foi possível identificar como o meio físico do CIPS está atualmente configurado e após o reconhecimento dos diferentes tipos de cobertura que correm no seu território é possível associá-la a atividade, de forma separada, como sugere o INPE (2003 pg. 25).

Figura 22: Levantamento da Cobertura da Terra do Complexo Industrial de Suape.



Fonte: IBGE. CPRM. Organizado pela autora.

Pode-se observar que houve grandes mudanças da cobertura não só na área do complexo, mas também em toda sua Microrregião. A área urbana edificada e a

área dominada por ação antrópica abrange grande parte do CIPS, o que intensifica os problemas relacionados à crescente população, como aumento da necessidade de serviços (saúde, emprego, moradia etc.) aumento da quantidade de esgotos, impermeabilização do solo, retirada da vegetação nativa, ampliação dos aterros, pressão sob as áreas de mangues etc.

ANÁLISE GEOAMBIENTAL

4.8 IDENTIFICAÇÃO DAS UNIDADES DE PAISAGEM E DAS UNIDADES GEOAMBIENTAIS

O Zoneamento Geoambiental é uma ferramenta extremamente importante que compõe o diagnóstico ambiental (físico - biótico), o zoneamento é caracterizado por classificar em áreas homólogas, sendo bastante útil ao planejamento e as tomadas de decisões (CPRM, 2001).

Ross (1994 pg. 66) pontua que as análises ambientais sempre fizeram parte das preocupações da Geografia enquanto ciência, mesmo que não usassem tal nomenclatura. Para o autor, a natureza é vista como um recurso e dele tiramos as matérias-primas necessárias para manter o consumo da sociedade, bem como satisfazer nossas necessidades de manter um padrão sociocultural. Pensamos a natureza como um depósito de bens que estão dispostos a nos satisfazer, enquanto população crescente, com necessidades que também crescem de maneira desproporcional.

De acordo com Amorim (2008 pg. 178), as análises ambientais apoiadas em estudos setoriais ou que integrem os atributos físicos, econômicos e sociais de determinado local, podem em identificações e avaliações de impactos e vulnerabilidades geoambientais, além do conhecimento sobre a suscetibilidade à ocorrência de eventos naturais que podem causar sérios danos, principalmente em ambientes urbanos, que concentram populações maiores e consequentemente maiores prejuízos.

Segundo a CPRM (ibidem) os impactos ocorrentes em determinada área dependem das características dos elementos do meio natural e também das atividades antropogênicas que ocorrem em determinado local, pois indicam desajuste internos na paisagem e que quando se acumulam provocam degradação não só do meio físico, mas também da biodiversidade e da qualidade de vida da população habitante.

A pesquisa ambiental na abordagem geográfica é fundamental para atingir adequados diagnósticos a partir dos quais torna-se possível

elaborar prognósticos. A pesquisa ambiental na Geografia tem como objetivo entender as relações das sociedades e da natureza dentro de uma perspectiva absolutamente dinâmica nos aspectos culturais, sociais, econômicos e naturais (Ross, 1994. pg. 66).

4.9 MAPA DAS UNIDADES GEOAMBIENTAIS

As unidades Geoambientais foram identificadas no intuito de colaborar não só para um maior entendimento da organização, características naturais da área de estudo, mas também para apoiar ações que visem à orientação para uma melhor utilização dos seus recursos, sem por em risco as dinâmicas naturais nem a população direta e indiretamente a ela atrelada. Neste sentido, o mapa da espacialização das unidades de paisagem e das unidades geoambientais não dispensam estudos mais aprofundados, detalhados e específicos a depender do objetivo.

Segundo Filho (2012 pg. 200) não há um critério específico para atender a delimitar as unidades dos geoambientes existentes na grande diversidade do nosso país, a delimitação varia de acordo com a necessidade do cenário local e da inter-relação dos seus atributos físicos-bióticos. A escala adotada foi a de 1: 100.000 de acordo com a base de dados adotada (Zoneamento Agroecológico de Pernambuco - ZAPE), a melhor aplicação para essa escala seria a nível municipal, por isso para tentar minimizar possíveis erros, primeiro foi confeccionado o mapa da Microrregião de Suape, composta como mencionado anteriormente pelos municípios de Cabo de Santo Agostinho e Ipojuca, para posteriormente identificar apenas as unidades observadas dentro do complexo industrial.

Foram especializadas , conforme o Zoneamento Agroecológico de Pernambuco - ZAPE (Embrapa) 2 Unidades da Paisagem na área de estudos como podem ser observadas na Figura 23, e descritas a seguir: UP-1

Planaltos Rebaixados Litorâneos correspondem às áreas colinosas, morros altos e baixos e as várzeas e terraços aluviais, este último foi definido como:

Acumulação fluvial de forma plana, levemente inclinada, apresentando ruptura de declive em relação ao leito do rio e às várzeas recentes situadas em nível inferior, entalhada devido às mudanças de condições de escoamento e consequente retomada de erosão. Ocorre nos vales contendo aluviões finas a grosseiras, pleistocênicas e holocênicas. (IBGE, 2009 pg. 32).

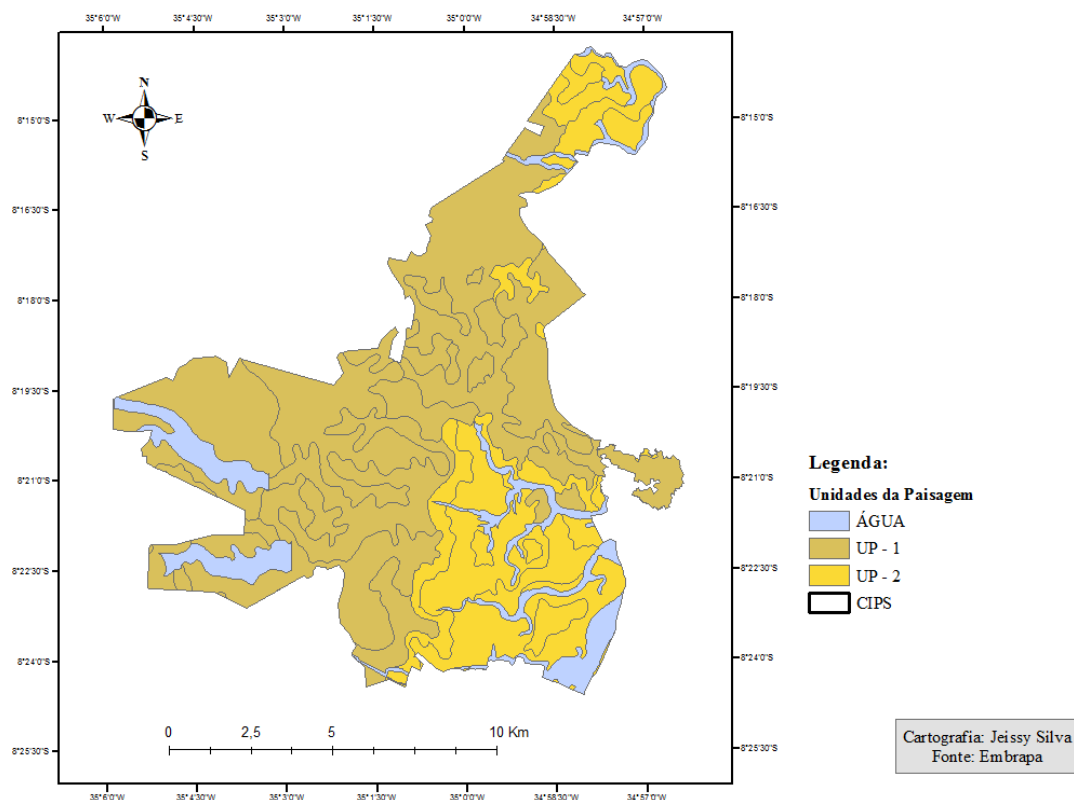
Essa unidade abrange áreas suscetíveis a movimentos de massa e às inundações que serão discutidas no decorrer do capítulo. Predomina principalmente atividades relacionadas à agropecuária, onde seu potencial agrícola varia entre regular e restrito, como pode ser observado na Figura 26.

- UP - 2

Planície Litorânea: Caracterizada por ser uma grande área de deposição de sedimentos com altitudes nulas ou muito baixas e que comportam uma série de feições que variam de acordo com a configuração geológica local. Por se localizar numa zona costeira, recebe influência tanto dos dois ambientes (continente e mar).

Vale ressaltar que a planície costeira do complexo industrial portuário de Suape é uma área ainda mais dinâmica por causa das atividades relacionadas ao porto ocorridas ali.

Figura 23: Espacialização das Unidades da Paisagem



Fonte: Embrapa. Organizado pela Autora.

Em relação às Unidades Geoambientais, o Zoneamento Agroecológico de Pernambuco - ZAPE (Embrapa) destaca 4 tipos, são elas:

UG-1: Planícies Aluviais -

Correspondem às áreas deposicionais planas próximas aos corpos hídricos, principalmente de rios. Os depósitos relacionados a essa unidade, formam materiais como argila, silte e areia e que possuem valor econômico, conforme Lewis (*apud* Moraes, 2008 pg. 2). Corresponde a menor unidade Geoambiental identificada na área de estudo, fortemente influenciada pelas atividades antropogênicas, pois se localiza próximo a edificações que substituiu a vegetação de restinga.

- UG -2: Planícies Marinhas e Fluviomarinhas

Por ser uma área de influência continental e marinha, o complexo de Suape possui planícies típicas desses dois ambientais. Conforme mencionado anteriormente, as planícies de forma geral constituem áreas planas com baixa declividade, e por estarem próxima a corpos hídricos estão sujeitas as inundações, associando o fator natural potencializado pela ação antrópica tem-se uma maior suscetibilidade a ocorrência desses eventos. Nessa unidade são encontradas a vegetação de mangue, que possuem proteção permanente, por isso mesmo se localizando em zona portuária e diminuído sua extensão estão relativamente preservados.

- UG - 3: Superfícies Remobilizadas

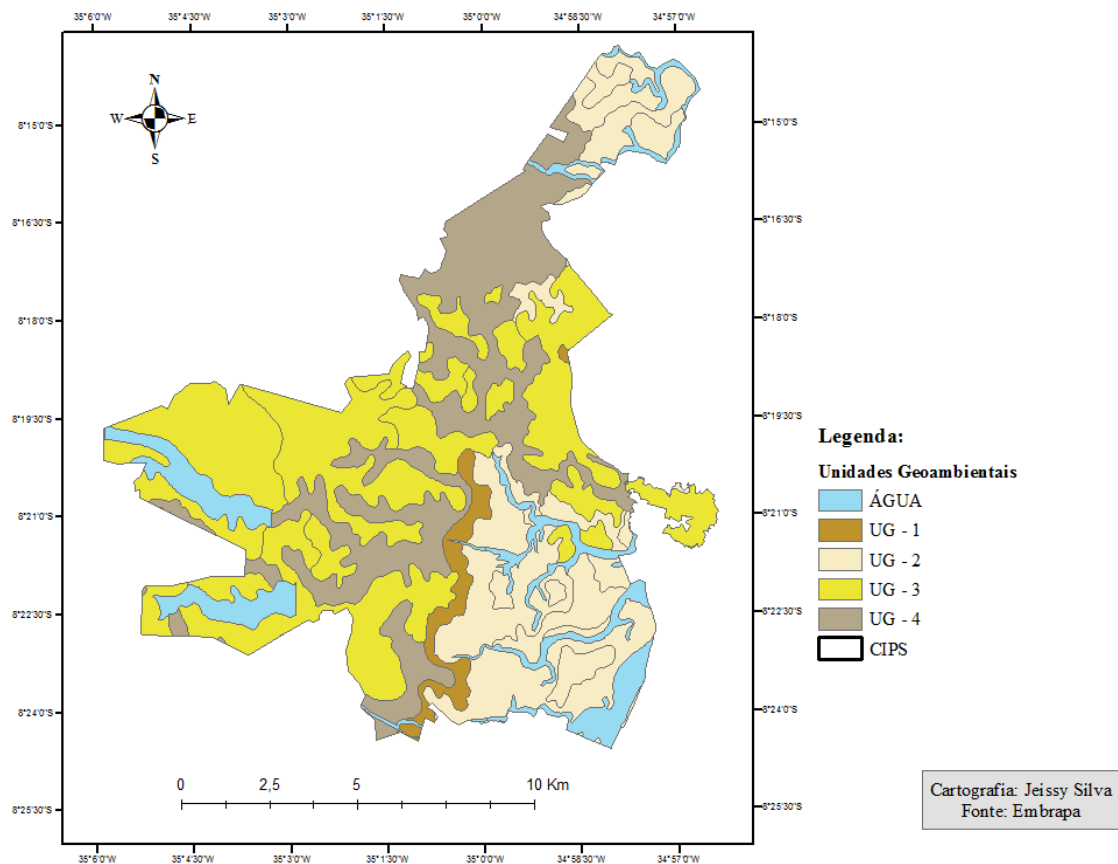
As superfícies remobilizadas identificadas como uma das unidades Geoambientais da área de estudo correspondem às áreas com maior porcentagem de declividade, configuradas por colinas, morros altos e baixos e morrotes. Essa unidade é totalmente dominada por atividades antropogênicas relacionadas ao complexo e/ou à agropecuária, tais atividades substituíram praticamente toda a área que antes era recoberta pela Mata Atlântica.

- UG - 4: Várzeas e Terraços Fluviais

Essa unidade é caracterizada por possuir relevo plano ou suavemente inclinado, são áreas adjacentes aos rios que recebem influência dos sedimentos depositados na formação dos seus solos. No limite do complexo industrial, essa unidade possui potencial agrícola restrito, está inserida na cobertura da terra onde as atividades antropogênicas são dominantes, incluindo as edificações e sua área compreende suscetibilidade baixa em relação aos

movimentos de massa, porém abrange alguns pontos de suscetibilidade média - alta às inundações. A imagem mostra a espacialização das Unidades Geoambientais e suas respectivas classes.

Figura 24: Unidades Geoambientais do Complexo Industrial Portuário de Suape.



Fonte: Embrapa. Organizado pela autora.

4.10 POTENCIALIDADE AGRÍCOLA

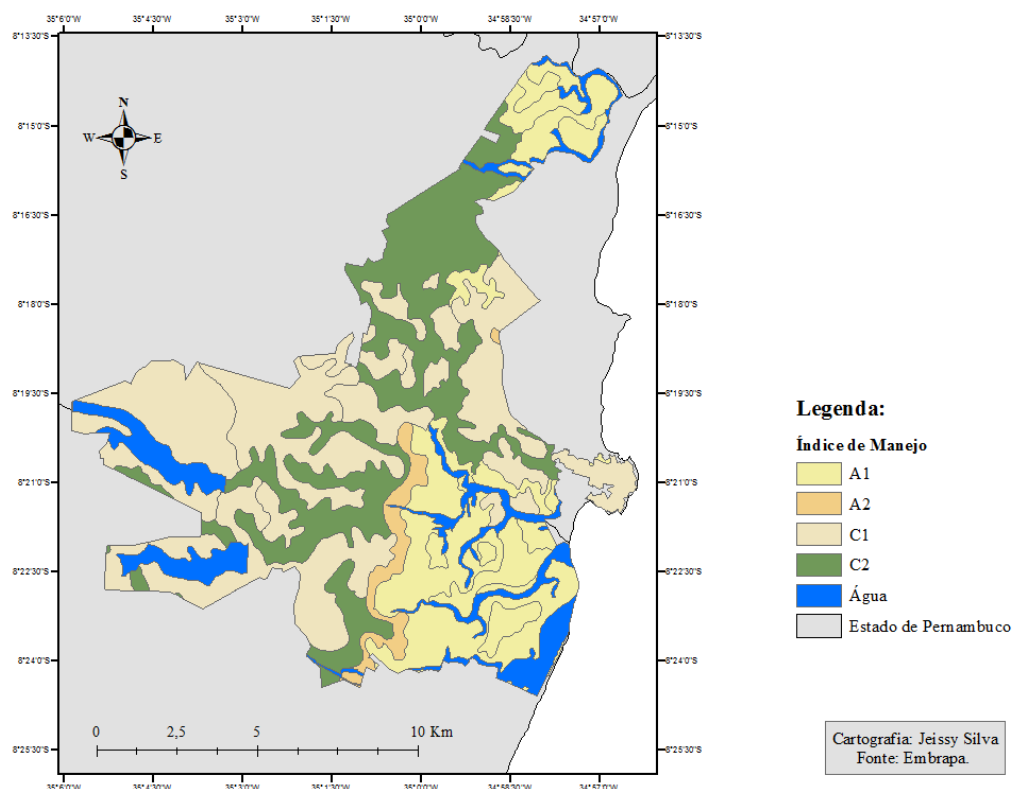
De acordo com a Embrapa (2006 pg.2), o Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola é uma metodologia de classificação das terras utilizada para avaliar sua potencialidade para determinado uso. Trata-se de uma preocupação com o uso sustentável das terras, pois o manejo inadequado tem como consequências problemas ambientais, como a degradação, que leva a prejuízos para o ecossistema e para a população que depende daquela atividade para manter sua qualidade de vida.

Conforme a Embrapa (ibidem) foram adotados níveis de manejo, que consideram o nível tecnológico utilizado nas diversas práticas agrícolas. São eles:

- Nível de Manejo A - Esse nível é caracterizado por baixo nível tecnológico e baixo investimento de capital.
- Nível de Manejo B - Esse manejo corresponde a investimentos de capital e a médio nível tecnológico nas suas práticas agrícolas.
- Nível de Manejo C - No manejo classificado nesse nível são identificados altos níveis de investimento de capital e de tecnologia.

Os investimentos de capital são extremamente necessários para a realização de estudos que visam compreender as potencialidades e limitações das terras, bem como o seu melhoramento e conservação. Na Figura 25 podem-se observar os níveis de manejo encontrados na área de estudo.

Figura 25: Níveis de Manejo das terras do Complexo Industrial Portuário de Suape.



Fonte: Embrapa. Organizado pela autora.

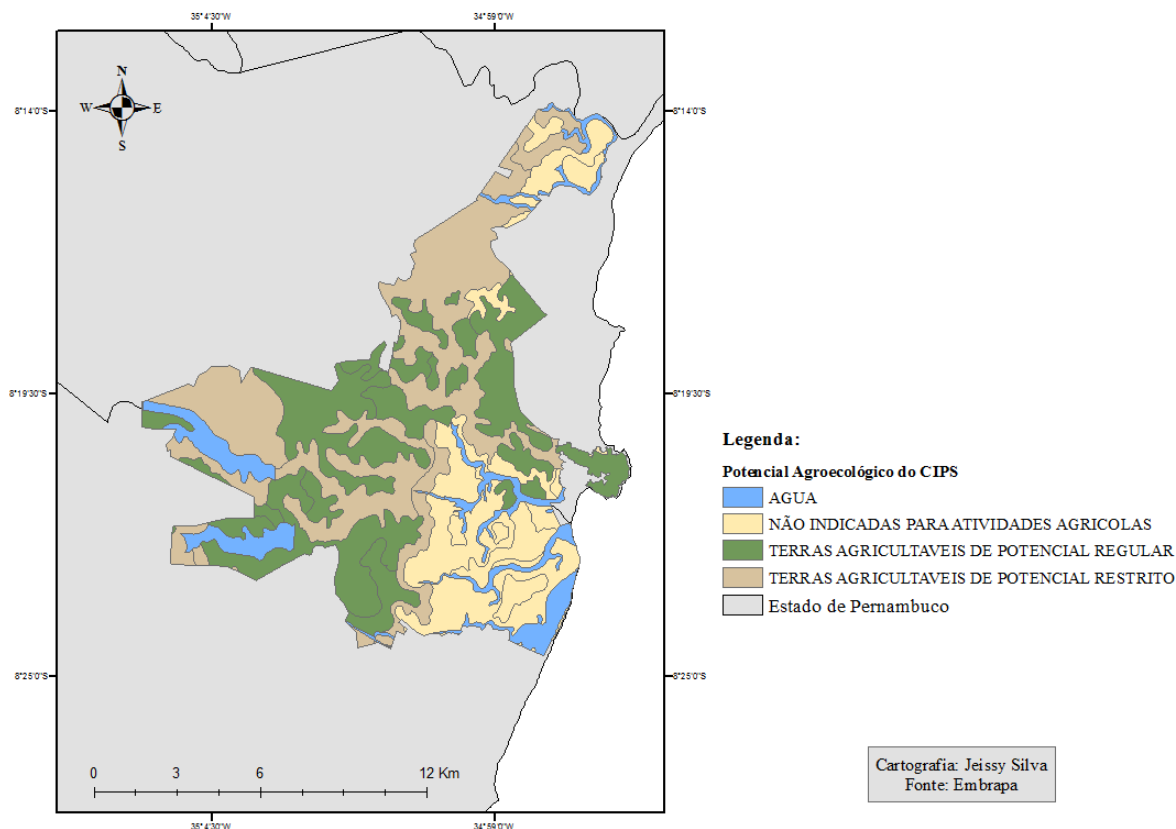
Na área do CIPS são identificados os níveis A e C seus subgrupos 1 e 2 que correspondem às áreas boas para lavouras e para conservação da paisagem natural e não necessitam/apresentam de grande nível tecnológico e de investimentos, onde o 1 representa o subgrupo bom e o 2 o regular. Já as áreas com índice C1 e C2, são áreas que apresentam o nível tecnológico e de investimentos alto, onde o subgrupo 1 refere-se a aptidão boa para esse nível de manejo e o 2 a aptidão regular para lavouras desse nível.

A adoção de níveis de manejo, no sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras, é considerada como um procedimento altamente válido, sobretudo em países como o Brasil, onde, numa mesma região, existe uma grande variedade de condições técnicas e socioeconômicas e conseqüentemente, diferenciados sistemas de manejo lado a lado. (BENNEMA et al., 1964; RESENDE et al., 1995 *apud* EMBRAPA, 2006, pág. 3)

Portanto a avaliação da aptidão agrícola visa o uso sustentável do uso das terras de modo a orientar o planejamento em diferentes escalas, pois considera suas limitações e apontam os usos mais adequados a elas, bem como a viabilidade de melhoramento. Conforme

os critérios adotados pela Embrapa (2013) foi obtido o mapa do potencial agrícola da área de estudo (Figura 26).

Figura 26: Potencial Agrícola do Complexo Industrial Portuário de Suape.



Fonte: Embrapa. Organizado pela autora.

O estudo do potencial agroecológico das terras disponibiliza informações de grande importância para o planejamento, monitoramento e uso racional dos recursos naturais solo e água, especialmente em trabalhos voltados aos municípios, microbacias ou microrregiões. Dessa forma, constitui-se um requisito primário indispensável para orientação de decisões políticas na definição racional da viabilidade de uso agropecuário, ou mesmo para outros tipos de utilização não agrícola das terras. É, portanto, um componente importante para prognósticos de uso das terras de forma sustentável. Quando associado com outras ciências complementares, possibilita a seleção de culturas de ciclo permanente ou anual, de espécies para reflorestamento e forrageiras. Indica, ainda, as áreas com condições para usos menos intensivos, preferencialmente

indicadas para uso com pastagem natural ou para preservação da flora e da fauna. (EMBRAPA, 2012, pg. 11)

As áreas classificadas como não indicadas para atividades agrícolas são áreas de manguezais que são áreas de preservação permanente - APP, de acordo com a resolução do Conama nº 369, de 28 de março de 2006. Essa resolução refere-se não apenas a vegetação de mangue, mas também áreas que de alguma forma, protejam os recursos hídricos, biodiversidade, a paisagem ou que seja coberta pela vegetação nativa, por exemplo.

As terras agricultáveis de potencial regular, assim classificada pelo Embrapa (2012 pg. 17) referem-se a terras não indicadas para uso com lavouras sazonais ou permanentes. As terras agricultáveis com de potencial restrito também não são indicadas para uso com lavouras sazonais ou permanentes, porém possuem fatores limitantes como fertilidade dos solos, declividade do terreno, granulometria, problemas com a drenagem, como impermeabilidade, risco de inundações e erosão e etc.

O estudo das potencialidades do solo é de extrema importância, pois sugere usos que se adaptam as suas características e limitações, promovendo o manejo apropriado que vise à sustentabilidade do meio, também pode ser usado como subsídios a ações de planejamento e monitoramento.

4.11 VULNERABILIDADE AMBIENTAL DO COMPLEXO INDUSTRIAL PORTUÁRIO DE SUAPE: SUSCETIBILIDADE A MOVIMENTOS DE MASSA E INUNDAÇÕES

A análise da vulnerabilidade ambiental representa uma ferramenta importante para identificação de fragilidades apresentadas pelos diferentes sistemas ambientais, onde cada elemento demonstra um grau mais ou menos elevado de suscetibilidade aos fatores potencializadores, como elevado índice pluviométrico e atividades antrópicas, por exemplo. Identificar a vulnerabilidade ambiental é também subsidiar ações de planejamento e redução de impactos.

De acordo com Mazzer (2007 pg. 14) o termo vulnerabilidade é geralmente utilizado correlacionando-o a fenômenos naturais que podem causar danos à sociedade. Contudo esse conceito acaba tendo vários significados e sua aplicabilidade torna-se abrangente. Durante muito tempo, o conceito de vulnerabilidade era semelhante ao de risco, muitas vezes sendo utilizado como sinônimo, o que era um grande erro.

Os riscos, tradução de *hazards* que inclui também o conceito de perigo e foi definido como:

A probabilidade de ocorrência de um fenômeno natural ou antrópico e a valoração por parte do ser humano no que se refere aos seus efeitos nocivos (vulnerabilidade), havendo tanto valoração quantitativa quanto qualitativa, estando a incerteza sempre presente, enquanto que o perigo é a ocorrência ou ameaça de ocorrência de um acontecimento natural ou antrópico, ou seja, refere-se ao fenômeno concreto ou em potencial. (ANEAS DE CASTRO, 2000 *apud* MELO et al. 2008 pg. 168)

Como mencionado anteriormente, os riscos foram classificados em três categorias, são elas: *environmental hazards*; *technological hazards/social hazards*; *hazards híbridos*. Onde, o primeiro é decorrente das características físicas-bióticas do sistema ambiental em questão, o segundo do avanço tecnológico e dos processos relacionados a ele ou onde as ações antropogênicas são mais atuantes e o último, caracterizado por processos complexos compostos por elementos das categorias anteriores.

A vulnerabilidade enquanto conceito foi incorporado na década de 1970 e detalhado no ano de 1980, e expressou a necessidade de compreender as limitações de cada sociedade frente aos diferentes processos (SAITO, 2009 pg. 34). O Ministério das cidades (2006 *apud* SAITO, ibidem) pontua que a vulnerabilidade corresponde ao grau de perda para determinado elemento, grupo ou comunidade, onde a área em que se localiza possa ser afetada por algum fenômeno ou processo. Inicialmente esse conceito era associado à área de direitos humanos, como pessoas ou grupo de pessoas fragilizadas por alguma situação ou desastre e posteriormente incorporada às outras áreas.

Conforme o Coastal Services Center da National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) (1999 *apud* NASCIMENTO; DOMINGUEZ 2009 pág. 396), o conceito de vulnerabilidade é definido como “susceptibilidade de um meio ao impacto negativo com relação a um determinado risco”. Para Alcântara (2013 pág. 560) a vulnerabilidade é cumulativa, pois os desastres podem desencadear outros tipos de prejuízos.

A definição de vulnerabilidade por ser bastante abrangente precisa ser delimitada pelo tipo de problema que atua na área de estudo, focando nas causas que podem tornar o ambiente vulnerável, ou seja, precisa se adequar às necessidades local e do tipo de aplicação. Dalziell (2004 pág. 4). Esse autor afirma que a vulnerabilidade não é algo estável, por isso pode variar

espaço-temporalmente, sendo mais dominante em diferentes períodos e em diferentes lugares, a própria população reage de maneira diferente.

Diferentes autores apresentam diferentes conceitos sobre a vulnerabilidade, contudo, segundo a Embrapa (2010 pág. 11), comumente os estudos apontam alguns pontos em comum, como: “exposição de um sistema à perturbações, sensibilidade do meio e capacidade adaptativa, sendo necessário o pronto esclarecimento desses conceitos em análises de vulnerabilidade”. Este mesmo autor considera a vulnerabilidade, como a susceptibilidade de um sistema à degradação ambiental, levando em consideração as seguintes situações:

- Exposição

Os sistemas ambientais podem estar expostos a riscos de diferentes origens, ressalta-se que as pressões ocasionadas pelas ações antropogênicas intensificam a exposição, aumentando a probabilidade de um evento danoso.

- Sensibilidade

Está relacionada com as características físicas e bióticas do sistema ambiental, que pode apresentar certa “predisposição” à determinadas pressões.

- Capacidade de resposta

Refere-se à resiliência, ou seja, à capacidade de atuar frente aos impactos visando minimiza-los. Compreende ações de preservação ou conservação, planejamento, gestão e qualquer outra atitude mitigadora de reparos ou redução dos efeitos decorrentes das pressões praticadas.

4.12 SUSCETIBILIDADE A MOVIMENTOS DE MASSA DO COMPLEXO INDUSTRIAL PORTUÁRIO DE SUAPE

A suscetibilidade é definida como “propensão ao desenvolvimento de um fenômeno ou processo em uma dada área” CPRM (2013 pág. 4). O deslizamento (*landslide*) é caracterizado como movimento em alta velocidade, ocorre em áreas onde declividade e amplitude são acentuadas, e é consequência das características do substrato e de eventos pluviométricos de alta intensidade, conforme CPRM (ibidem). De acordo com o Serviço Geológico dos Estados Unidos - USGS, (2008 pág. 7), os deslizamentos são definidos como movimentos de descida de rocha, solo, ou ambos, em declive, ocorridos em decorrência da ruptura da superfície.

Com o crescimento exacerbado da população é comum ocorrer dificuldade em encontrar lugares geologicamente estáveis para habitar, principalmente quando analisamos as populações mais carentes economicamente. Restando assim, as encostas e outras áreas de risco, como uma das poucas opções. Vale ressaltar que nem sempre a principal causa de ocupação das encostas está relacionada às causas socioeconômicas, muitas vezes o próprio terreno é configurado por essas feições, restando como alternativa para a população local apenas a adaptação das suas atividades à configuração geológico-geomorfológica do seu território.

As encostas possuem uma relação forte com as ações antropogênicas, pois mesmo sendo consideradas áreas de risco, são largamente utilizadas para habitações e outros tipos de construções, como estradas e mineração. O ambiente urbano, configurado pela sua alta complexidade de atuação antrópica e consequentemente pelas pressões exercidas no sistema ambiental é citado por Guerra et al. (2011 pág. 25).

Conforme Guerra et al. (2011 pág. 26) nos movimentos de massa ocorrem ações conjuntas de solo e/ou rocha, onde a gravidade/declividade torna-se um fator determinante, ao contrário da água que pode intensificar o processo, causando mais prejuízos, contudo não é um agente determinante. Ela pode influenciar no desgaste do terreno, mas não necessariamente influenciar o movimento de rochas e solos. Os movimentos de massa podem se apresentar de diferentes maneiras, variando de acordo com o tipo e velocidade do movimento e com a granulometria do material envolvido.

Fernandes e Amaral (2009 *apud* GUERRA, 2011 pág. 27), apresentaram a seguinte proposta de classificação dos movimentos de massa:

- Corridas (*flows*)

Esse tipo de movimento está associado à concentração demasiada de água superficial nos solos, ocasionando movimentos rápidos e comportamento fluido e viscoso para os materiais envolvidos.

- Escorregamentos (*slides*)

Assim como as corridas, esse tipo de movimento é caracterizado pela velocidade, mas diferencia-se do primeiro, por possui um plano de ruptura bem definido e são subdivididos em:

- Rotacionais (*slumps*)

Quando apresentam a superfície da ruptura curva e convexa para cima, onde na sua extensão ocorre o movimento rotacional.

- Translacional

A forma da sua ruptura apresenta-se planar e com descontinuidades de cunho mecânico ou hidrológico.

- Queda de blocos (*rock falls*)

Diferentemente dos demais, este movimento refere-se a blocos de rochas e não apresentam superfície de deslizamento.

- Rastejamento (*creep*)

Esse tipo de movimento é caracterizado pela velocidade lenta e pela força atuante, pois é influenciado muito mais pelas condições climáticas no decorrer do ano, do que pela gravidade como os anteriores e podem se apresentar de três formas diferentes, são elas:

- *Creep* sazonal

Esse tipo de movimento é condicionado às variações de temperatura e de umidade que variam de uma estação para outra.

- *Creep* contínuo

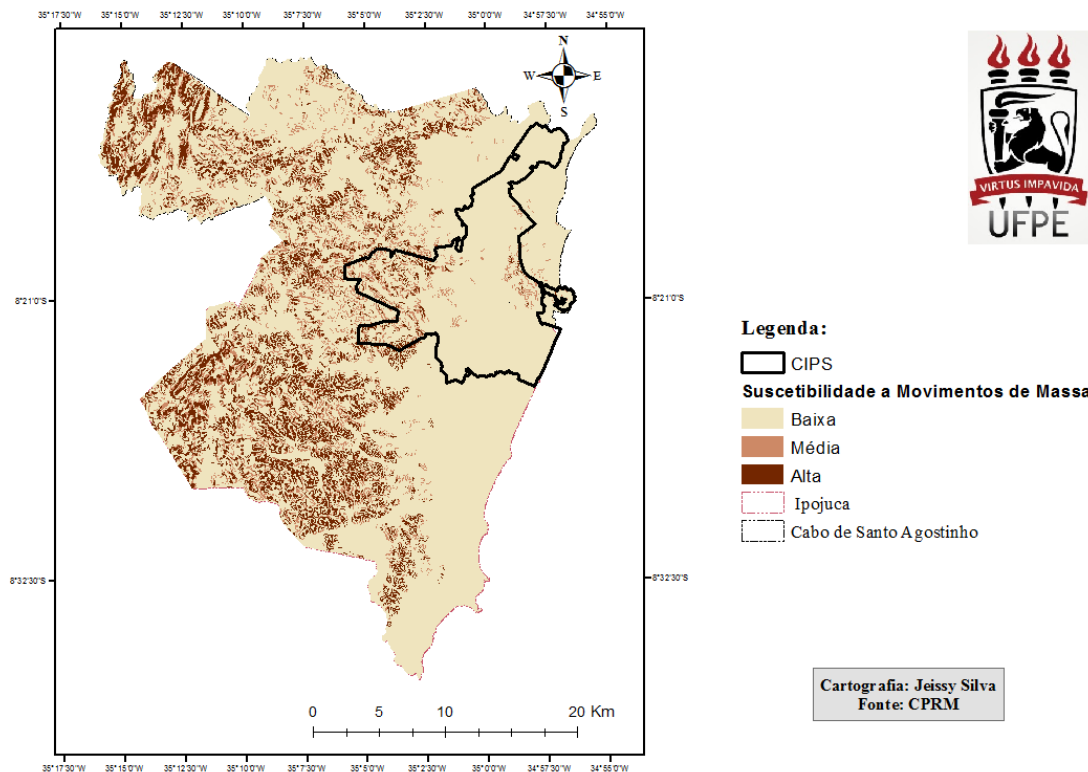
Ocorre quando a força que causa o cisalhamento é maior que a força resistente ao mesmo.

- *Creep* progressivo

Está associado a outros tipos de movimentos, ou seja, é um processo secundário e ocorre posteriormente a um movimento antecedente.

O CIPS está inserido nos municípios de Ipojuca e Cabo de Santo Agostinho, como foi destacado anteriormente, sua compartimentação geomorfológica abrange áreas colinosas o que favorece a ocorrência de processos como os movimentos de massa. Associando as condições do terreno ao processo de ocupação e uso e cobertura do solo, tem-se pressões que atuam e impactam a estabilidade local, principalmente por ser uma zona que concentra atividades ligadas tanto à indústria quanto à dinâmica portuária. A figura 27 mostra as áreas suscetíveis aos movimentos de massa da área em questão.

Figura 27: Suscetibilidade a Movimentos de Massa do Complexo Industrial Portuário de Suape.



Fonte: CPRM. Organizado pela autora.

Os deslizamentos são tradicionalmente associados às áreas mais íngremes, porém de acordo com estudos realizados pelo USGS (2008, pág. 39), esse tipo de processo foi observado na maioria dos países, porém alguns mecanismos são responsáveis por desencadeá-los, como clima e tempo, cursos dos rios e atividades humanas que necessitam retirar e/ou modificar a cobertura vegetal, habitar e/ou construir nas encostas, mineração etc. Contudo o consenso é que há fatores naturais e antropogênicos que causam os deslizamentos, entre os fatores naturais então: atividades sísmicas, vulcânicas, declividades e saturação de água nos solos e os fatores antropogênicos são diversos, alguns são pontuados abaixo.

Populações em expansão para novas terras e criação de bairros, vilas e cidades são o principal meio pelo qual os seres humanos contribuem para a ocorrência de deslizamentos. Perturbação ou alteração dos padrões de drenagem, desestabilização das encostas e remoção da vegetação são fatores comuns, induzidos pelo homem, que podem dar início a deslizamentos de terra. Outros exemplos incluem inclinação excessiva de encostas, por meio de regressão das bases, e aumento de carga no cume de uma encosta, excedendo a capacidade do solo ou de outro componente material. No entanto, deslizamentos também podem

ocorrer em áreas outrora estáveis, devido a atividades humanas como irrigação, irrigação de gramado, drenagem de reservatórios (ou criação desses), vazamento de tubulações, escavação ou ocupação imprópria de encostas. Novas construções em áreas propensas a deslizamentos podem ser melhoradas através de engenharia adequada (por exemplo, retaludamento, escavação), primeiramente identificando-se a suscetibilidade do local a falhas em inclinações e a deslizamentos de terra, e criando-se zoneamento adequado. (USGS, 2008 pág. 45)

Como pode ser observado, o mapeamento apresenta três classes de suscetibilidade: baixa, média e alta. A microrregião de Suape, que corresponde a junção dos dois municípios apresenta uma grande área suscetível aos processos em questão, predominando os da classe alta. Já nos limites do CIPS, predomina a classe baixa, pois por ser uma área costeira, grande parte das suas feições correspondem planícies de origem marinha e fluviomarinha, caracterizadas por possuir declividade baixa ou nula, porém onde predomina os relevos colinosos, morros altos, baixos e morrotes, e consequentemente declividade mais acentuada, chegando a variar entre 8 a 20%, a suscetibilidade apresenta-se mais intensa, onde é possível identificar vários pontos da classe alta.

São inúmeros os danos decorrentes dos movimentos de massa, podem ocorrer tanto em ambientes naturais quanto em ambientes construídos, abrange perdas de bens privados e coletivos seja parcial ou totalmente, perdas sociais, quando afeta diretamente as casas construídas em áreas de risco, podem danificar também as instalações subterrâneas, afetando o abastecimento de água e a rede de saneamento básico. Nos ambientes naturais, os efeitos dos deslizamentos afetam a morfologia terrestre, alterando o modelado atingido pelo processo, perdas temporárias e extinção de espécies da fauna e flora, quando ocorre nos rios ou nos oceanos, os deslizamentos afetam também o ecossistema envolvido, altera as propriedades da água, aumentando o nível de sedimentos (USGS, 2008, págs 47, 48).

É necessária uma ampliação dos estudos relacionados à temática no contexto da área de estudo, pois conhecer a problemática, suas causas efeitos prepara a população e os governantes para esses processos, na tentativa de minimizar suas ocorrências (no que concernem as causas antropogênicas). Evitar construir em áreas de encostas é sem dúvida a forma mais simples de evitar desastres, já que esse conceito está relacionado às perdas humanas, contudo como na maioria das vezes isso não é possível, ações mitigadoras podem se

mostrar eficazes, como replantio, estabilização dos solos de encostas, construção de muros de contenção entre outras, conforme CPRM (2008 págs 66, 67).

4.13 SUSCETIBILIDADE A INUNDAÇÕES DO COMPLEXO INDUSTRIAL PORTUÁRIO DE SUAPE

As intervenções antropogênicas, principalmente as relacionadas às áreas urbanas, cada vez mais crescentes podem impactar o meio ambiente de diferentes formas. Como nem todas as áreas favorecem a construção das cidades, as que tornam a urbanização possível sofrem com as pressões que envolvem a ocupação. Em cidades de países em desenvolvimento e subdesenvolvidos (principalmente) os impactos dos processos que ali ocorrem são ainda mais danosos, pois contam com o despreparo da população frente ao problema, e dos órgãos governamentais no que concerne o nível tecnológico e ações de mitigação.

Os recursos hídricos são um dos principais alvos das intervenções humanas, pois é um bem essencial à vida e a qualquer atividade socioeconômica, por isso desde a Antiguidade sua importância era reconhecida e sua adjacência povoada, semelhantemente à atualidade. Para Sergipe (2009 *apud* GUERRA et al., 2011 pág. 75), as intervenções nos recursos hídricos foram definidas como “ toda e qualquer atividade, obra ou empreendimento que altere as condições de escoamento das águas, criando obstáculos, produzindo modificações ou perturbando o fluxo dessas águas”. Entre os principais tipos de intervenções, inclui-se: canalização, obras de drenagem urbana, saneamento, retificação, povoamento etc.

Os impactos causados pela urbanização em um ambiente natural podem ser constatados a partir da análise do ciclo hidrológico. Qualquer meio natural tem sua forma determinada principalmente pela ação das águas entre outros condicionantes físicos. As águas pluviais são dissipadas através da evapotranspiração, infiltração e escoamento superficial. Com o crescimento dos centros urbanos, todos estes processos são reduzidos drasticamente, o que faz aumentar o escoamento, encurtando o seu tempo de concentração, causando graves reflexos nos cursos de drenagem natural, provocando erosão, assoreamento e enchentes. As enchentes aumentam sua frequência e intensidade devido à ocupação do solo com superfícies impermeáveis e construções inadequadas como pontes e aterros. (Barbosa, 2006, pág. 31)

As inundações foram conceituadas por Ramos (2011 pág.11) como, fenômenos hidrológicos extremos e que podem ter causas naturais ou antrópicas, caracterizados pela imersão de uma área que antes era emersa. Ressalta-se que muitas vezes o conceito de

inundações é confundido com o de cheia, caracterizada por ter um padrão predominantemente temporário, e as inundações, mesmo que na maioria das ocorrências, possua caráter temporário, pode vir a ser permanente. De acordo com essa mesma autora (ibidem), os principais tipos e fatores que causam as inundações são:

- Cheia (inundação fluvial)

Chuvas abundantes e/ou intensas; fusão da neve ou do gelo; efeito combinado chuva somados ao efeito das marés e/ou *storm surge* ; obstáculos ao escoamento fluvial ou demolição dos obstáculos

- Inundação de depressões topográficas

Subida do lençol freático (natural ou artificial*); retenção da água da precipitação por um solo ou substrato geológico de permeabilidade muito reduzida; cheias.

- Inundação costeira

Storm surge; *tsunamis* ou maremoto; subida eustática do nível do mar; sismos com fenômenos de subsidência tectônica.

- Inundação urbana

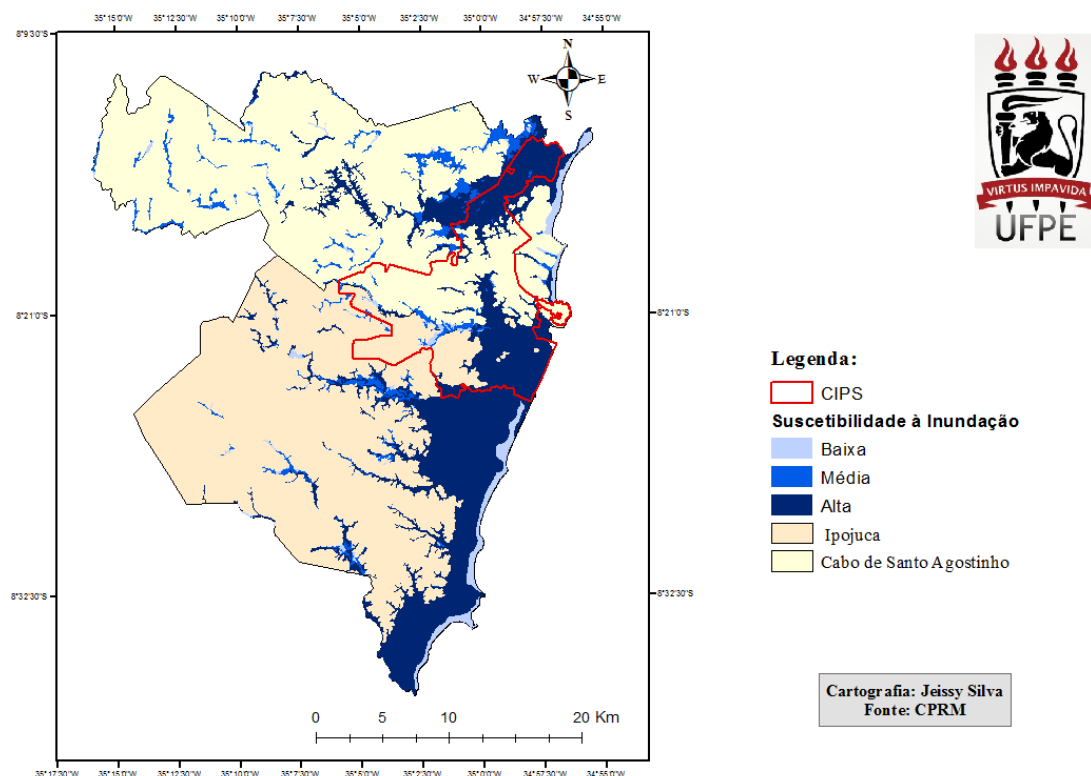
Chuva intensa; sobrecarga dos sistemas de drenagem artificiais; subida do lençol freático (natural ou artificial*); cheias.

Na área de estudo predomina os tipos de inundações urbana e fluvial, pois sofre influência das atividades relacionadas ao porto-indústria, bem como de toda infraestrutura necessária para a seu funcionamento, e recebe a vazão dos rios. As inundações são comuns em áreas de baixa declividade, como planícies e terraços fluviais, tendo como principal condicionante o volume de distribuição da precipitação; tipo e densidade da cobertura vegetal; substrato geológico; geometria do canal fluvial; cobertura pedológica (GUERRA, 2011, pág. 82).

Conforme observado nas isoietas para os municípios do Cabo de Santo Agostinho e Ipojuca, detalhado nas figuras 15 e 16, a área de estudo concentrou uma média de volume da precipitação entre 1.800 a 1.900mm, no período de 1977 a 2006. Analisando os dados pluviométricos disponibilizados pelo INMET (acesso em 02/05/2016) entre os anos de 1985 e 2015, constatou-se que totalizaram-se 11.295 dias, dentre os quais 6.807 corresponderam aos dias chuvosos, correspondendo a 60, 27% do intervalo de tempo, mediana dos dias de chuva resultou em 4mm, o que significa que 50% dos anos estão abaixo de 4mm e o 3º quartil

resultou em 11,6, o que significa que 75% dos dias de chuva registrados na estação do Recife (Curado) apresentaram valores abaixo de 11,6mm o maior evento registrado foi 235mm em 24/051986, apenas 273 dias apresentaram precipitação igual ou maior que 50mm, o que corresponde a 2,42%, ou seja essa é a probabilidade de ocorrerem eventos acima de 50mm considerando os dados dos últimos 30 anos. Apenas 0,4% (45) dos eventos foram iguais ou superiores a 100mm, ressalta-se que 3 dias de saturação de 100mm já pode desencadear um deslizamento, já os escorregamentos em geral precisam de saturação do solo ao longo de alguns dias ou um evento muito extremos em um único dia, enquanto as inundações podem ocorrer com uma precipitação intensa de 20min a depender da vazão taxa de impermeabilização. A figura 28 apresenta a identificação das áreas de suscetibilidade à inundação da área de estudo.

Figura 28: Mapa de Suscetibilidade à inundação do Complexo Industrial Portuário de Suape.



Fonte: CPRM. Organizado pela autora.

O mapa de suscetibilidade   inundação apresenta 3 classes: baixa, média e alta, constatou-se as áreas de m dia e alta suscetibilidade estão associadas predominantemente às planícies de origem fluvial e fluviomarinha, e às áreas urbanas edificadas que correspondem a infraestrutura do CIPS. Sendo assim conclui-se que as intervenções antropogênicas realizadas na área de estudo intensificou a suscetibilidade   inundação, potencializando a predisposição natural.

Botelho (2004 *apud* GUERRA, 2011, pág. 86) aponta que os principais fatores agravantes da inundação urbana são: Dimensionamento inadequado de projeto; Obstrução de bueiros; Obras inadequadas; Adensamento populacional; Interferência física (principalmente alteração da drenagem e assoreamento); Lençol freático alto e Impermeabilização do solo.

Vale ressaltar que as fortes chuvas podem ocasionar a erosão dos solos, principalmente em áreas de clima tropical, principalmente quando concentra seu período chuvoso em determinada estação do ano, o que potencializa sua ação (GUERRA, 2011, pág. 31). A erosão está mais relacionada às áreas de colinas, pois a declividade é fator bastante

relevante. Na área de estudo, foram identificadas a forma erosiva do tipo ravina, que correspondem a sulcos que se originam em solos com manejo inadequado e por isso sofreram processo de erosão decorrente do escoamento da água. A figura 20 identifica e espacializa as feições erosivas da microrregião de Suape destacando o limite do seu complexo, essas feições estão inseridas na área dominada pela ação humana, como pode ser observado no mapa do uso e cobertura, onde predomina a agropecuária, observado na figura 22.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização dessa pesquisa proporcionou a ampliação dos estudos voltados ao Complexo Industrial Portuário de Suape - PE, o que contribui bastante para as tomadas de decisão, planejamento e gestão do seu território. Foi possível identificar e analisar os elementos que compõem o meio físico-biótico, como Geologia; Geomorfologia; Clima; Vegetação e Solos, com isso observou-se as características de cada elemento, bem como suas potencialidades e limitações.

Constatou-se que a cobertura da terra mudou bastante da sua configuração inicial quando comparada à vegetação nativa. Tais transformações tiveram seu início no período colonial do Brasil, já que a região do Cabo de Santo Agostinho, bem como sua capacidade portuária já era conhecida desde esse período. A Mata Atlântica foi bastante desmatada, restando apenas pequenas áreas remanescentes localizadas nas áreas de reserva e proteção florestal no interior do complexo, onde o cultivo da cana-de-açúcar foi um dos principais motivos para esse desmatamento.

Os principais usos observados na área de estudo são os diretamente relacionados às atividades industriais e portuárias, as atividades relacionadas com complexo de modo geral, como ações voltadas à Educação Ambiental e para fins de monitoramento, controle e prevenção de riscos. Contudo, por se localizar numa área de transição entre os ambientes continental e marinho, a pressão decorrente das ações antropogênicas são ainda mais perigosas ao equilíbrio do meio em que está inserido. Pois comporta ecossistemas sensíveis a mudanças pequenas, como salinidade da água, luminosidade e desmatamento.

Além disso, construções inadequadas ou que não respeitam a declividade do terreno e a pressão sob os recursos hídricos potencializam a suscetibilidade a riscos como deslizamentos e inundações (principalmente). Vale ressaltar que os moradores locais, também sofreram impactos, pois muitos tiveram de ser realocados, perdendo seu meio de subsistência e tendo sua rotina alterada, ao ter que se identificar sempre ao entrar ou sair do complexo.

Por isso aprofundar e ampliar os estudos sobre uma área tão importante economicamente para Pernambuco e também para o Brasil é de extrema relevância, pois fazer o uso o mais sustentável possível se faz necessário para que o ecossistema mantenha suas propriedades principais para que não possa sofrer com os impactos permanentemente.

REFERÊNCIAS

_____. - APAC. <http://www.apac.pe.gov.br/>. Acesso em 07 de Maio de 2016.

BERTRAND, G. **Paisagem e Geografia Física global: um esboço metodológico**. Caderno de Ciências da Terra. N.13. São Paulo. IGUSP. 1972. 27p.

BERTRAND, G. **Paisagem e Geografia Física global: um esboço metodológico**. R. RAÍGA, Curitiba, n. 8, p. 141-152, 2004. Editora UFPR

BRAGA, Maria do Carmo de Albuquerque. LIMA, Antônia Santamaría de Queiroz. **Território Estratégico de Suape: diretrizes para uma ocupação sustentável**. Revista Eletrônica da Faculdade de Ciências Humanas - ESUDA. Humanae. V.1, n.3, p.54-65, Dez. 2009.

CAVALCANTI, L.C.S. **Cartografia de paisagens: fundamentos**. São Paulo: Oficina de Textos. 2014. 96p.

CAVALCANTI, L.C.S.; CORRÊA, A.C.B. Problemas de hierarquização espacial e funcional na ecologia da paisagem: uma avaliação a partir da abordagem geossistêmica. **Revista Geosul**. v.28, n.55, 2013, p.143-162.

CAVALCANTI, L.C.S. **Contribuição ao Estudo de Geossistema no Brasil: Estrutura Temporal e Experiência em Trabalho de Campo**. I Congresso Brasileiro de Organização do Espaço. Anais de evento. 2010.

CAVALCANTI, L.C.S.. **Das Descrições de Áreas à Teoria dos Geossistemas: Uma Abordagem Epistemológica sobre Sínteses Naturalistas**. Tese de doutorado. UFPE. Recife, 2013.

CAVALCANTI, L.C.S. **Fundamentos para o Mapeamento de Geossistema: Uma atualização Conceitual**. Anais de Evento. 2010.

CAVALCANTI, L.C.S. **Geômeros ou geócoros?** Petrolina.: UPE. 2014. Notas de aula. Disponível em: www.cartadepaisagem.blogspot.com/p/material.html

CAVALCANTI, L.C.S. **Método Regional-Tipológico**. Petrolina.: UPE. 2014. Notas de aula. Disponível em: www.cartadepaisagem.blogspot.com/p/material.html acesso em 3 jan. 2015.

CAVALCANTI, A. C.; SANTOS, J.C.P.; FILHO, J.C.A. **Zoneamento Agroecológico do Estado de Alagoas Potencial Agroecológico das Terras**. Relatório Técnico. Recife, PE. 2012

CPTEC – INPE - Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais <http://www.inpe.br/> Acesso em 15 de Junho de 2015.

_____- CPRM. Nota Técnica Explicativa. Cartas de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações - 1:25.000 . São Paulo : IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo ; Brasília, DF : CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2014. – (Publicação IPT ; 3016).

_____- CPRM. <http://www.cprm.gov.br/>. Cartas de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações - 1:25.000. SIG. Acesso em 22 de Junho de 2016.

CORRÊA, A.C.B. O Geossistema como modelo para a compreensão das mudanças ambientais pretéritas: uma proposta da geografia física, como uma ciência histórica. In: Sá, A.J. & CORRÊA, A.C.B. **Regionalização e uma Análise Regional: perspectivas e abordagens contemporâneas**. Recife: Editora Universitária da UFPE. 2006.

CORREIA. R.L. **O Espaço Urbano**. Editora Ática, Série Princípios, 3a. edição, n. 174, 1995.

CONDEPE/FIDEM. **Perspectivas de desenvolvimento e crescimento do Complexo Industrial Portuário de Suape**. 2008

CREPANI, Edson. **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao Ordenamento Territorial**. INPE, São José dos Campos. 2011

CUNHA, E.M.S. **Evolución actual del litoral de Natal-RN (Brasil) y sus aplicaciones a la gestión integrada / Evolução atual do litoral de Natal-RN (Brasil) e suas aplicações a**

gestão integrada. Tese de doutorado. Universitat de Barcelona. Departament d'Ecologia. 2005.

CHRISTOFOLETTI, Anderson L. H. **Sistemas dinâmicos: as abordagens da teoria do caos e da geometria fractal em Geografia.** In: VITTE, A. C. e GUERRA, A. J. T. (org). **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004, p. 89-110.

_____ - EMBRAPA. **AGROECOLOGIA E APTIDÃO AGRÍCOLA DAS TERRAS: as bases científicas para uma agricultura sustentável.** Jaguariúna, 2006.

_____ - Embrapa. **Zoneamento Agroecológico do Estado de Pernambuco - ZAPE.**

ESTEVES. Cláudio Jesus de. **Risco e Vulnerabilidade Socioambiental: Aspectos conceituais.** Cad. IPARDES. Curitiba, PR, eISSN 2236-8248, v.1, n.2, p. 62-79, jul./dez. 2011

GOUVEIA, Enildo Luiz. **Aspectos Ambientais e Gestão dos Recursos Hídricos no litoral sul da Região Metropolitana do Recife – RMR: O caso da Microrregião de Suape.** Dissertação de Mestrado. João Pessoa – PB, 2010.

GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. Dos S. **Geomorfologia Ambiental.** Rio de Janeiro: Bertrand do Brasil, 2006.

GUERRA. S. M. S. **Cartografia Geológica- Geotécnica de Áreas Costeiras: O exemplo do Complexo de Suape-PE.** Tese de Doutorado. Rio Claro, 1998.

FINEP/MAI. **Monitoramento Ambiental Integrado – MAI – PE.** Relatório final – vols. 1, 2 e 3. Financiadora de Estudos e Projetos – FINEP, Recife. 485 Pg. 2009.

FILHO, Braz Calderano. **Análise Geomambiental de Paisagens Rurais Montanhosas da Serra do Mar Utilizando Redes Neurais Artificiais. Subsídios a sustentabilidade ambiental de ecossistemas frágeis e fragmentos sob interferência antrópica.** Tese de Doutorado. UFRJ, Rio de Janeiro. 2010.

FLORENZANO. T. G. **Iniciação em Sensoriamento. Remoto.** São Paulo: Oficina de Texto, 2011.

KHOROSHEV, A.V. MERKALOVA, K.A. & ALESCHENKO, G.M. Multiscale organization of intercomponent relations in landscape. In: DYAKONOV, K.N., KASIMOV, N.S., KHOROSHEV, A.V., KUSHLIN, A.V. **Landscape analysis for sustainable development: theory and applications of Landscape Science in Russia.** Moscow: Alexpublishers. 2007. p.93-103.

_____ - IBGE. **Manuais Técnicos em Geociências: Manual Técnico da Vegetação Brasileira.** 2º Ed. Rio de Janeiro. 2012.

_____. - IBGE. **Manuais Técnicos em Geociências: Manual Técnico do Uso da Terra**. 3º Ed. Rio de Janeiro. 2013.

_____. - INMET. <http://www.inmet.gov.br/>. Acesso em 14 de Junho de 2016.

_____. - IBGE. **Manuais Técnicos em Geociências: Manual Técnico de Geomorfologia**. 2º Ed. Rio de Janeiro. 2009.

MALLMANN, Daniele Laura Bridi. **Vulnerabilidade do Litoral Sul à Erosão**. Dissertação de Mestrado. UFPE, 2008.

MARTINI, Bruno. **Antropoceno, A época da humanidade?** Programa de Doutorado em Sistemas Costeiros e Oceânicos, Centro de Estudos do Mar, Universidade Federal do Paraná. 2011.

_____. - Ministério do Meio Ambiente. **Vulnerabilidade Ambiental: Desastres Naturais ou Fenômenos Induzidos?** Brasília - DF. 2007.

MONTEIRO, C.A.F. **Geossistemas: a história de uma procura**. São Paulo: Contexto/GeoUSP. (Novas abordagens 3). 2000. 127p.

MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e Clima Urbano**. (Tese de Livre Docência). São Paulo: USP, 1976. 181p.

NASCIMENTO, Flávio Rodrigues do. **Geografia física, Geossistemas e Estudos Integrados da paisagem**. Revista Casa da Geografia de Sobral, Sobral, v. 6/7, n. 1, p. 167-179, 2004/2005.

OLIVEIRA, Frederico Fonseca Galvão de, **Aplicação das técnicas de geoprocessamento na análise dos impactos ambientais e na determinação da vulnerabilidade ambiental no litoral sul do Rio Grande do Norte**. Tese de doutorado. Rio Claro, 2011.

PELOGGIA, A. U. G. **A Ação do Homem Enquanto Ponto Fundamental da Geologia do Tecnógeno: Proposição Teórica Básica e Discursão Acerca do Caso do Município de São Paulo**. Revista Brasileira de Geociências. São Paulo, 1998.

PISSINATI, Mariza, Cleonice. **Geossistema Território e Paisagem – Método de Estudo da Paisagem Rural sob a Ótica Bertrandiana**. Geografia – v. 18, n. 1, jan/jun. 2009 – Universidade Estadual de Londrina, Departamento de Geociências.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. **Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento ambiental**. Oficina de Textos, 2006.

ROSS, Jurandyr Luis Sanches. **Fragilidade Ambiental Urbana**. Revista da ANPEGE, v. 8, n. 10, p. 127 -144, ago./dez. 2012. I

SANCHÉZ, Luiz Enrique. **Avaliação de Impacto Ambiental: Conceitos e Métodos**. --2. ed.-- . São Paulo. Oficina de Textos. 2013.

SOCHAVA, V. B. **O Estudo de geossistemas**. Traduzido do inglês por Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro. Novembro, 1982.

www.suape.pe.gov.br. Acesso em 25 de Maio de 2015.

SUERTEGARAY, Dirce M. A. **Geografia Física e Geomorfologia: Temas para Debate**. Revista da ANPEGE. Curitiba, v. 5, p.22-35, set. e out./ 2009.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro. IBGE, Diretoria Técnica, SUPREN, 1977.

PORTO, Marcelo Firpo de Souza. **Uma Ecologia Política dos Riscos**: princípios para integrarmos o local e o global na promoção da saúde e da justiça ambiental. Rio de Janeiro. Fiocruz, 2007.

TROPPMAIR, Hemult. GALINA, Marcia Helena. **Geossistemas**. Mercator - Revista de Geografia da UFC, ano 05, n.10, 2006.

VICENTE, Luiz, Eduardo. **Abordagem Sistêmica e Geografia**. Geografia, Rio Claro, V. 28, n. 3, p.323-344, set-dez, 2003.

U.S. Geological Survey. <https://www.usgs.gov/>. Acesso em 14 de Abril de 2016.