



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS INTERDISCIPLINARES
CURSO DE ECONOMIA ECOLÓGICA

JUNIVAN ROCHA MEDEIROS

**OS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS OCASIONADOS A PARTIR DA SUPRESSÃO
VEGETAL E A IMPLANTAÇÃO DO COMPLEXO INDUSTRIAL E PORTUÁRIO DO
PECÉM - CE.**

FORTALEZA

DEZ. 2022

JUNIVAN ROCHA MEDEIROS

OS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS OCASIONADOS A PARTIR DA SUPRESSÃO
VEGETAL E A IMPLANTAÇÃO DO COMPLEXO INDUSTRIAL E PORTUÁRIO DO
PECÉM - CE.

Monografia apresentada ao Colegiado do
Curso de Economia Ecológica da Universidade
Federal do Ceará, como requisito parcial à
obtenção do título de Bacharel em Economia
Ecológica.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Marta Celina Linhares
Sales.

Coorientador: Prof. Dr. Edson Vicente da Silva.

FORTALEZA

DEZ. 2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M439i Medeiros, Junivan Rocha.

Os impactos socioambientais ocasionados a partir da supressão vegetal e a implantação do complexo industrial e portuário do Pecém - CE / Junivan Rocha Medeiros. – 2022.
70 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Economia Ecológica, Fortaleza, 2022.

Orientação: Profa. Dra. Marta Celina Linhares Sales.

Coorientação: Prof. Dr. Edson Vicente da Silva.

1. Ação antrópica. 2. NDVI. 3. Mudança no uso do solo. I. Título.

CDD 577

JUNIVAN ROCHA MEDEIROS

OS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS OCASIONADOS A PARTIR DA SUPRESSÃO
VEGETAL E A IMPLANTAÇÃO DO COMPLEXO INDUSTRIAL E PORTUÁRIO DO
PECÉM - CE.

Monografia apresentada ao Colegiado do
Curso de Economia Ecológica da Universidade
Federal do Ceará, como requisito parcial à
obtenção do título de Bacharela em Economia
Ecológica.

Aprovada em: 08/12/2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr.^a Marta Celina Linhares Sales.
(Orientadora) Universidade Federal do Ceará
(UFC)

Pesquisador Dr^o. Robson Luis Silva de Medeiros
Instituto Nacional do Semiárido (INSA/MCTI)

Me. Rafael Luis Silva de Medeiros
Universidade Federal Rural de Pernambuco
(UFRPE)

A Deus.

Aos meus pais, José Junior e Edivania e meu irmão
João Paulino.

AGRADECIMENTOS

Ao finalizar este trabalho agradeço primeiramente a Deus por gozar de vida saudável e dar-me forças quando necessário.

Agradeço aos meus pais, Edivania e José Junior, e meu irmão João Paulino por sempre me apoiarem. Sou imensamente grato pelos sacrifícios, trabalhos e cuidados que por mim sempre fizeram e continuam a fazer. Que todo o bem que me fazem no corpo e na alma lhes sejam retribuídos.

Agradeço aos meus colegas do departamento de Economia Ecológica e dos colegas do departamento de Geografia pelas discussões e pelos momentos de descontração.

Agradeço aos meus amigos, Paula, Deivid, Elisa, Germana, e Artur pelos momentos e conversas importantes que tivemos na Universidade.

Agradeço aos meus colegas do departamento de Economia Ecológica que fizemos disciplinas juntos.

Agradeço imensamente a minha orientadora, Prof^a. Dr.^a Marta Celina Linhares Sales, e ao meu coorientador, Prof. Dr. Edson Vicente da Silva por toda ajuda, paciência e disponibilidade que me dedicaram nesse período.

Agradeço a banca, Dr. Robson Luis Silva de Medeiros e ao Me. Rafael Luis Silva de Medeiros pelas contribuições pertinentes para a consolidação dessa dissertação.

Agradeço aos professores que tive o prazer de estudar, fiz várias disciplinas importantes em diferentes departamentos, porém em especial aos professores da Economia Ecológica, da Geografia e do Curso de Gestão de Políticas Públicas.

“A retórica do desenvolvimento sustentável reconvertiu o sentido crítico do conceito de ambiente em um discurso voluntarista, proclamando que as políticas neoliberais haverão de conduzir-nos aos objetivos do equilíbrio ecológico e justiça social pela via mais eficaz: o crescimento econômico guiado pelo mercado”. (LEFF 1996:).

RESUMO

O processo de implantação do Complexo Industrial e Portuário do Pecém (CIPP), no Ceará, prevê a ampliação do porto, a construção de uma siderúrgica, de usinas termoelétricas, uma refinaria e a instalação de indústrias de médio porte em área que envolve os municípios de Caucaia e São Gonçalo do Amarante. O conjunto das obras representa um dos símbolos de desenvolvimento promovidos pelo Governo do Estado e é vinculado ao Programa de Aceleração do Crescimento do Governo Federal. Para melhor compreender o impacto desse grande empreendimento nas matas nativas da região foi feito um estudo temporal no período de 21 anos, entre 2000 e 2021, de forma a averiguar os impactos das construções na biota pela ação antrópica, por meio de imagens do satélite LANDSAT Collection 2 Surface Reflectance (SR), fornecido pelo USGS – Earth Explorer. Com o uso do Software Livre QGIS 3.22.12 foi possível estimar e confeccionar os mapas relacionados a vegetação com diferentes datas permitindo fazer um estudo mais complexo na área de interesse. A partir da análise do NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), é possível visualizar e monitorar o crescimento vegetativo e a fragilidade da vegetação ao longo dos anos estudados, impactando diretamente em todo o meio ambiente da região.

Palavras-chave: Ação Antrópica, NDVI, Mudança no Uso do Solo.

ABSTRACT

The implementation process of the Industrial and Port Complex of Pecém (CIPP), in Ceará, foresees the expansion of the port, the construction of a steel mill, thermoelectric plants, a refinery and the installation of medium-sized industries in an area that surrounds the municipalities. from Caucaia and São Gonçalo do Amarante. The set of works represents one of the symbols of development promoted by the State Government and is linked to the Federal Government's Growth Acceleration Program. To better understand the impact of this large undertaking on the native forests of the region, a temporal study was carried out over a period of 21 years, between 2000 and 2021, in order to investigate the impacts of constructions on the biota due to anthropic action, using images from the LANDSAT satellite Collection 2 Surface Reflectance (SR), supplied by USGS – Earth Explorer. With the use of Free Software QGIS 3.22.12 it was possible to estimate and create maps related to vegetation with different dates, allowing a more complex study in the area of interest. From the analysis of the NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), it is possible to visualize and monitor the vegetative growth and the fragility of the vegetation over the years studied, directly impacting the entire environment of the region.

Keywords: Anthropogenic Action, NDVI, Land Use Change.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização do Município de São Gonçalo do Amarante.	20
Figura 2 – Localização do CIPP.	23
Figura 3 – Emissões Por Municípios e Atividade Econômica Ano de 2000.	34
Figura 4 – Emissões Por Municípios e Atividade Econômica Ano de 2019.	35
Figura 5 – Emissões Por Atividade Econômica Nos Anos 2000 a 2019.	36
Figura 6 – Emissões Por Municípios ano 2000.	38
Figura 7 – Emissões Por Municípios e Atividade Econômica Ano de 2007.	38
Figura 8 – Emissões Por Municípios ano 2007.	39
Figura 9 – Emissões Por Municípios e Atividade Econômica Ano de 2014.	39
Figura 10 – Emissões Por Municípios ano 2014.	40
Figura 11 – Emissões Por Municípios ano 2019.	40
Figura 12 – Índices de Refletância (NDVI) dos anos 2000 e 2007.	50
Figura 13 – Índices de Refletância (NDVI) dos anos 2015 e 2021.	51
Figura 14 – Índices de Refletância (NDVI) dos anos 2000 e 2021.	51
Figura 15 – Desenvolvimento das Obras da CIPP – Ano 2000.	54
Figura 16 – Desenvolvimento das Obras da CIPP – Ano 2007.	55
Figura 17 – Desenvolvimento das Obras da CIPP – Ano 2014.	55
Figura 18 – Desenvolvimento das Obras da CIPP – Ano 2020.	56
Figura 19 – Precipitações no ano de 2000 de São Gonçalo do Amarante.	57
Figura 20 – Precipitações no ano de 2007 de São Gonçalo do Amarante.	59
Figura 21 – Precipitações no ano de 2015 de São Gonçalo do Amarante.	61
Figura 22 – Precipitações no ano de 2021 de São Gonçalo do Amarante	63

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Discrepância Entre Valores Nos Anos Analisados	53
Gráfico 2 – A Reflectância Da Água Aos Longos Dos Anos	53
Gráfico 3 – Maiores Índices De Vegetação Aos Longos Dos Anos	53
Gráfico 4 – Extrato do Balanço Hídrico ano 2000	57
Gráfico 5 – Balanço Hídrico Normal de 2000	58
Gráfico 6 – Deficiência, Excedente, Retirada e Reposição Hídrica em 2000	58
Gráfico 7 – Extrato do Balanço Hídrico ano 2007	60
Gráfico 8 – Balanço Hídrico Normal de 2007	60
Gráfico 9 – Deficiência, Excedente, Retirada e Reposição Hídrica em 2007	61
Gráfico 10 – Extrato do Balanço Hídrico ano 2015	62
Gráfico 11 – Balanço Hídrico Normal de 2015	62
Gráfico 12 – Deficiência, Excedente, Retirada e Reposição Hídrica em 2015	63
Gráfico 13 – Extrato do Balanço Hídrico ano 2021	64
Gráfico 14 – Balanço Hídrico Normal de 2021	64
Gráfico 15 – Deficiência, Excedente, Retirada e Reposição Hídrica em 2021	65

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – **Vegetação Encontrados No Litoral Cearense** 31

Tabela 2 – **Maiores e Menores Valores de Reflectância Obtidos**..... 52

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APA – Área de Proteção Ambiental;

COGERH – Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos;

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente;

DS – Desenvolvimento Sustentável;

EIA - Estudo de Impacto Ambiental;

FUNCEME - Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos;

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística;

IPECE - Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará;

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais;

RMF – Região Metropolitana de Fortaleza

SEEG - Sistema de Estimativa de Emissões de Gases de Efeito Estufa;

USGS - United States Geological Survey;

WWF - World Wide Fund for Nature;

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	OBJETIVO GERAL	19
2.1	Objetivos Específicos	19
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
3.1	O Município de São Gonçalo do Amarante e sua história	20
3.2	Dinâmica da Natureza	24
3.3	Condições Climáticas da Área de Estudo	27
3.4	Recursos Hídricos	29
3.5	Segurança Hídrica	29
3.6	Vegetação Nativa	30
3.7	Impactos Ambientais	32
3.8	Liberação de CO₂ em São Gonçalo do Amarante – Ceará	34
3.9	Desenvolvimento Econômico X Desenvolvimento Sustentável	42
4	MATERIAL E MÉTODOS	46
4.1	Geoprocessamento	46
4.2	Dados vetoriais e imagens	47
4.3	Processamento das Imagens dos Satélites	48
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
6	CONCLUSÃO	67
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69

1. INTRODUÇÃO

A implantação do Complexo Industrial e Portuário do Pecém (CIPP) no estado do Ceará tem início em 1997, estando sob a responsabilidade do governo do Estado e em consonância com o Plano Brasil em Ação do Governo Federal. A implantação do CIPP segue a política estadual desenvolvimentista, em seguimento a uma política nacional dos anos 1960. (NUTO, et al., 2021)

O Plano Diretor do Complexo Industrial e Portuário do Pecém, considera uma área de 13.337 hectares ou 133,37 Km², dos quais 7.102 hectares ou 71,02 Km² (53,25%) estão localizados no município de Caucaia e 6.235 hectares ou 62,35 Km² (46,75%), no município de São Gonçalo do Amarante. Essa área está inserida predominante em terrenos dos tabuleiros pré-litorâneos e da depressão sertaneja, exibindo uma topografia de planificada a suavemente ondulada, com cotas médias de 25,0m a 30,0m, e ainda algumas elevações referentes às cristas e maciços residuais (CENTEC, 2009). O CIPP limita-se ao norte com terrenos particulares e com a zona de amortecimento da Estação Ecológica do Pecém, ao sul com a rodovia BR 222, a Leste com CE-421 e a oeste com a CE-156.

Segundo Araújo, Freitas e Albuquerque (2009) o município de São Gonçalo do Amarante foi escolhido para a implantação do CIPP por possuir uma posição geográfica privilegiada em relação aos principais mercados de consumo internacional (Comunidade Europeia e Estados Unidos da América) no atual processo de globalização da economia devido à maior profundidade da água na região (16 m de profundidade a uma distância de 2 km da costa). Outro fator importante são os incentivos fiscais que o Estado Cearense propiciou atraindo grandes investimentos.

O conhecimento das formas de uso e ocupação da terra refletem as relações entre a sociedade e natureza, mostrando o grau de conservação, preservação e degradação dos recursos naturais em face dos processos produtivos (SANTOS, 2014). A cobertura vegetal, quando bem desenvolvida, protege o solo do impacto da gota de chuva. Além disso, protege e mantém a temperatura do solo, fauna e flora, matéria orgânica. Os locais que não possuem essa condição, os agentes morfogênicos atuam de maneira mais incisiva, aumentando a vulnerabilidade do ambiente. (FURTADO, 2016)

Os interesses das empresas multinacionais geraram grandes impactos

diretos na região, principalmente a especulação imobiliária, e com isso remanescentes de vegetação nativa foram sendo derrubadas, dessa forma o problema da perda da flora e fauna não se resume apenas na região do CIPP, mas também aos arredores do Complexo e nas cidades circunvizinhas. As indústrias foram se instalando aos poucos no decorrer dos anos, e com a implantação foi havendo a desapropriação por parte do Governo Estadual, para a concretização das instalações dos empreendimentos.

As pessoas que moravam no entorno ou na área onde hoje se situa a CIPP foram despejados de suas terras de forma abrupta causando para muitos um fator cultural e social de tristeza e solidão, por se desvincular de um local de maneira repentina e desafiadora, assim como “essas pessoas estão sofrendo com modificações em sua dinâmica socioespacial. Além disso, as obras trazem consideráveis e irreversíveis impactos ambientais.” (TÓFOLI, 2012).

A região impactada pela CIPP no Pecém, existiam povoados, formado por pequenas vilas de pescadores e algumas casas de veraneios, nas localidades adjacentes ao Pecém no sentido praia-sertão (Matões, Bolso, Chaves, Gregório, Tapuio, Torém), a atividade principal da população era a agricultura, sobretudo de hortaliças, do roçado de mandioca, da cana-de-açúcar; atividades extrativistas como a coleta de murici no período chuvoso, a coleta de castanha e retirada da palha da carnaúba no período seco, além da pesca nas lagoas e lagamares para consumo próprio ou venda local. Dessas localidades apenas 2 sobrevivem mesmo sendo impactados a localidade de Matões e Chaves persistem em existir, mas sofrem os impactos principalmente as poluições diversas.

Nos municípios de Caucaia e São Gonçalo do Amarante, encontram-se populações indígenas, em ambos os povos indígenas Anacés habitam. Estes indígenas tiveram parte de sua população incidente na área declarada de utilidade pública para fins de desapropriações.

A População dos Anacés foram as mais impactadas, pois nas localidades mais afetadas haviam as comunidades remanescente dessa população tradicional e assim houve o retardo da desapropriação e conseqüentemente a implantação dos grandes empreendimentos, por ser uma comunidade indígena houve estudos aprofundados de antropologia na região e foi constatado a veracidade dos fatos o que levou ao Governo Federal juntamente com o Governo Estadual a criarem a Taba dos

Anacés que foi o local escolhido para realocar esses indígenas que foram desapropriados e receberam um novo local para viver.

A região metropolitana de Fortaleza, onde a área estudada se localiza, está em uma região de transição entre regimes climáticos semiáridos e subúmidos. (CASTRO; MORO; MENEZES; 2012) O que influencia na vegetação da região, tornando essa flora bem adaptada a vários fatores ambientais característicos da região, porém a ação antrópica vem afetando essa vegetação nativa, visando, portanto, analisar a perda da flora nativa no Complexo industrial e Portuário do Pecém, será feito estudos comparativos para estimar a interferência antrópica no meio natural nessa região. (NIMER, 1972)

Segundo Figueiredo (1997) e Fernandes (1990), na região litorânea do Ceará ocorre um grupo heterogêneo de fitofisionomias que variam desde a vegetação herbácea de pós-praia, passando por matas dunares, manchas de vegetação savânica (cerrados costeiros) até florestas estacionais semidecíduas. No que diz respeito à conservação do complexo vegetacional do litoral setentrional, tem se observado grande conflito entre as atividades degradadoras e as iniciativas de conservação. (FIGUEIREDO, 1997)

Os residentes que ficaram nas localidades próximas estão convivendo com diversos problemas relativos à poluição e a perda de biodiversidade, muitos pequenos agricultores e pecuaristas reduziram e ou perderam suas produções devido ao desmatamento, soterramento de locais que detinham os alimentos de animais e fazendas produtoras de frutas, verduras e legumes.

A década de 1960 é o marco da questão ambiental em todo o mundo, com conferências e acordos entre países visando reduzir impactos ambientais e buscar o desenvolvimento sustentável. Gonçalves (2004), afirma que antes a dominação da natureza era definida como a solução para o desenvolvimento e até então não tinha sido tratada como um desafio ou uma questão a ser debatida.

A base vital de um desenvolvimento pautado apenas no crescimento econômico sempre foi a natureza, portanto, o ser humano sempre teve a intenção de dominá-la e transformá-la. Tal situação gera disputas e competição nas mais diversas escalas, causando assim, uma situação desastrosa decorrente da pressão sobre os recursos naturais, originando diferentes conflitos socioambientais. (CASTRO, 2021)

A relação entre desenvolvimento e meio ambiente é considerada hoje um ponto central na compreensão dos problemas ecológicos. A necessidade de se incluir a avaliação do desenvolvimento como sustentável (ou insustentável) levou diversos pesquisadores e centros de pesquisa a desenvolverem seus próprios indicadores e índices ao longo do século XX. (ADERALDO, 2012)

A Pegada Ecológica é uma metodologia de contabilidade ambiental que avalia a pressão do consumo das populações humanas sobre os recursos naturais. Expressada em hectares globais (gha), permite comparar diferentes padrões de consumo e verificar se estão dentro da capacidade ecológica do planeta. Um hectare global significa um hectare de produtividade média mundial para terras e águas produtivas em um ano. A Pegada Ecológica contabiliza os recursos naturais biológicos renováveis (grãos e vegetais, carne, peixes, madeira e fibras, energia renovável etc.), segmentados em Agricultura, Pastagens, Florestas, Pesca, Área Construída e Energia e Absorção de Dióxido de Carbono (CO₂).

A Pegada Ecológica do Brasil é de 2,9 hectares globais por habitante, indicando que o consumo médio de recursos ecológicos do cidadão brasileiro é bem próximo da média mundial (2,7 hectares globais por habitante). Isso significa que se todas as pessoas do planeta consumissem como o brasileiro, seria necessário 1,6 planeta para sustentar esse estilo de vida. A média mundial é de 1,5 planeta. Ou seja, estamos consumindo 50% além da capacidade anual do planeta. Para evitar um colapso dos recursos naturais que são a nossa fonte de sobrevivência, precisamos avaliar e repensar nossos hábitos de consumo. E adotar uma postura mais responsável, de forma que possamos viver de acordo com a capacidade ecológica do Planeta.

O Nordeste é uma região com grande potencial em recursos naturais, energéticos, sociais e econômicos, contudo, encontra-se subdesenvolvida devido ao abandono institucional e modelo político adotado há séculos, o que se reflete em índices de educação, saúde, saneamento e outros muito precários. (ADERALDO, 2012)

O Complexo Industrial e Portuário do Pecém é alvo de críticas desde a elaboração de seu Plano Diretor, por possuir área para a construção de cinco termoelétricas, a desapropriação de terras pertencentes aos povos indígenas, e o conjunto de precariedades na região, que inspiram a necessidade de se pensar o desenvolvimento sustentável, face ao desenvolvimento industrial no município.

2. OBJETIVO GERAL

Analisar a vegetação nativa na área do Complexo Industrial e Portuário do Pecém, averiguando a supressão das matas no período de 21 anos, entre 2000 e 2021, de forma a verificar os impactos ocasionados pelo seu uso e ocupação do solo para as comunidades ao seu redor.

2.1. Objetivos Específicos

- Realizar análises georreferenciadas da região do Complexo industrial e Portuário do Pecém;
- Espacializar a interferência antrópica no meio natural;
- Analisar a vegetação da região estudada e fazer uma comparação temporal verificando a qualidade da mata nativa;
- Evidenciar o aumento da liberação dos gases de efeito estufa ocasionados pela mudança do uso e ocupação do solo devido os empreendimentos do CIPP.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

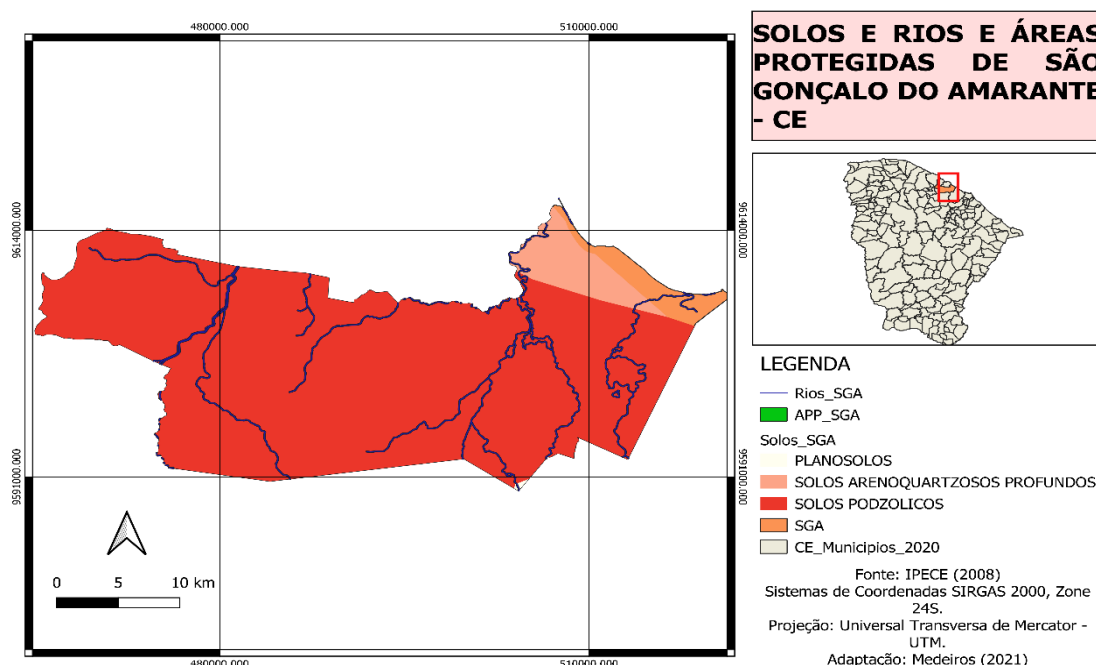
3.1 O Município de São Gonçalo do Amarante e sua História.

O Município de São Gonçalo do Amarante se estende por 838,5 km² e contava com População (Censo 2010 - IBGE) com 43.890 habitantes no último censo a densidade demográfica (Censo 2010 - IBGE) era de 52,34 habitantes por km² no território do município. A população estimada em 2021 é de 49.306 habitantes.

São Gonçalo do Amarante tem as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 3° 36' 26" Sul, Longitude: 38° 58' 06" Oeste. A distância para Fortaleza é de 62,5 km.

A regionalização se qualifica da seguinte maneira: Macrorregião de Planejamento – RMF (Região Metropolitana de Fortaleza), Mesorregião - Norte Cearense e Microrregião - Baixo Curu. Clima predominante: tropical quente semiárido brando, com chuvas de janeiro a maio.

Figura 1: Localização do Município de São Gonçalo do Amarante.



Fonte: Elaborado pelo autor (novembro de 2021).

A história do município de São Gonçalo do Amarante tem sua origem interligada a chegada dos portugueses e as tribos indígenas preexistentes como os

Anacés, Guanacés e Jaguaruanas que habitavam a região. O surgimento das primeiras povoações iniciou em 1682 a partir das penetrações dos homens brancos no território cearense na intenção de fixar moradia nas localidades de Paraizinho, Trairi, Siupé e São Gonçalo (FERREIRA, 1959).

As edificações mais antigas existentes no município estão situadas na localidade de Siupé, como a igreja em homenagem a Nossa Senhora da Soledade cuja construção, acredita-se, tenha se dado entre 1730 e 1737. O distrito de Siupé foi o primeiro a ser ocupado dentro da região hoje compreendida pelo município (FERREIRA, 1959; ARQUITETURA, 2013).

A organização territorial do município começa em 1862, com o surgimento do povoado de Parazinho, situado as margens do rio Pará (atual Curu), que foi transformado em distrito e em 1868 se transformou em vila, sede de município, com a denominação de Paracuru. São Gonçalo, a esta época não passa de um conjunto de fazendas, com pequeno núcleo de famílias pobres morando em casa de taipa e tendo a agricultura e criação de animais como forma de sobrevivência. (FERREIRA, 1959; ARQUITETURA, 2013).

Em 1898 Manuel Martins de Oliveira construiu uma capela no povoado em homenagem a São Gonçalo, o santo de sua devoção, iniciando-se uma nova fase de vida na localidade. Isto intensificou o povoamento dos lugares próximos ao núcleo de São Gonçalo, mas a sede do município continuava na vila de Paracuru (FERREIRA, 1959; ARQUITETURA, 2013).

Em 1921, São Gonçalo é elevado à categoria de sede do município de 18 mesma denominação. Neste período a condição de sede municipal é bastante disputada por São Gonçalo e Paracuru. Em 1935 é que se fixou a Sede em São Gonçalo do Amarante (FERREIRA, 1959; ARQUITETURA, 2013).

Em 1943 ocorreu a mudança do topônimo para Anacetaba, que tem origem em tupi e significa “aldeia dos Anacés”, em homenagem aos índios Anacés, pois eram superiores numericamente e mais valentes que os outros. Em 1953 o município voltaria a se chamar São Gonçalo do Amarante (FERREIRA, 1959).

Em 1933 foi criado os distritos Pecém, Umarituba e Siupé. Em 1951 foi criado o distrito Serrote e em 1963 é criado o distrito de Croatá, desmembramento dos

distritos de Serrote e Umarituba. O distrito da Taíba foi criado em 1986 e Cágado é o mais recente distrito do Município de São Gonçalo do Amarante (IPECE, 2014).

São Gonçalo do Amarante tem uma malha rodoviária que facilita o fluxo tanto entre seus distritos, e entre os municípios vizinhos. O principal acesso de Fortaleza ao município se dá por trechos da BR-222 e CE-085.

A CE-085 é de suma importância, uma vez que a rodovia parte de Fortaleza dando acesso às praias do litoral oeste do Ceará (Costa do Sol Poente) e conecta o Estado do Ceará ao Estado do Piauí, permitindo um maior fluxo de turistas na área e maior escoamento da produção agrícola e industrial (ARQUITETURA, 2013; CEARÁ, 2012).

Em 1999 o município passou a integrar a Região Metropolitana de Fortaleza (RMF). Atualmente 19 municípios fazem parte da RMF, são eles: Aquiraz, Cascavel, Caucaia, Chorozinho, Eusébio, Fortaleza, Guaiúba, Horizonte, Itaitinga, Maracanaú, Maranguape, Pacajus, Pacatuba, Paracuru, Paraipaba, Pindoretama, São Gonçalo do Amarante, São Luís do Curú e Trairi (IPECE, 2014).

Atualmente, São Gonçalo do Amarante é constituído por sete distritos e a Sede do município, segundo dados do IBGE (2010), são eles: Cágado, Croatá, Pecém, Serrote, Siupé, Taíba e Umarituba, dos quais somente Taíba e Pecém possuem praia. As temperaturas registradas são elevadas ao longo do ano, com médias em torno de 27 °C, sendo mínimas as amplitudes térmicas. Os ventos predominantes, assim como na maior parte do litoral cearense, são os alísios de NE, E e SE. (MAGALHÃES, 2014)

A ocupação nas localidades ocorre principalmente nas proximidades de algum equipamento urbano, normalmente escola ou posto de saúde. Porém, o município tem uma população de 35.608 habitantes, 65% residente na zona urbana. (IPECE, 2014).

O distrito do Pecém está situado no litoral, e é marcado pela instalação do Complexo Industrial e Portuário do Pecém (CIPP), que trouxe transformações socioeconômicas e culturais ao local. Essas transformações se disseminaram pelo município, a tendência é a expansão populacional e introdução de novas culturas e modos de vidas diferentes, a base econômica era limitada apenas à agricultura e

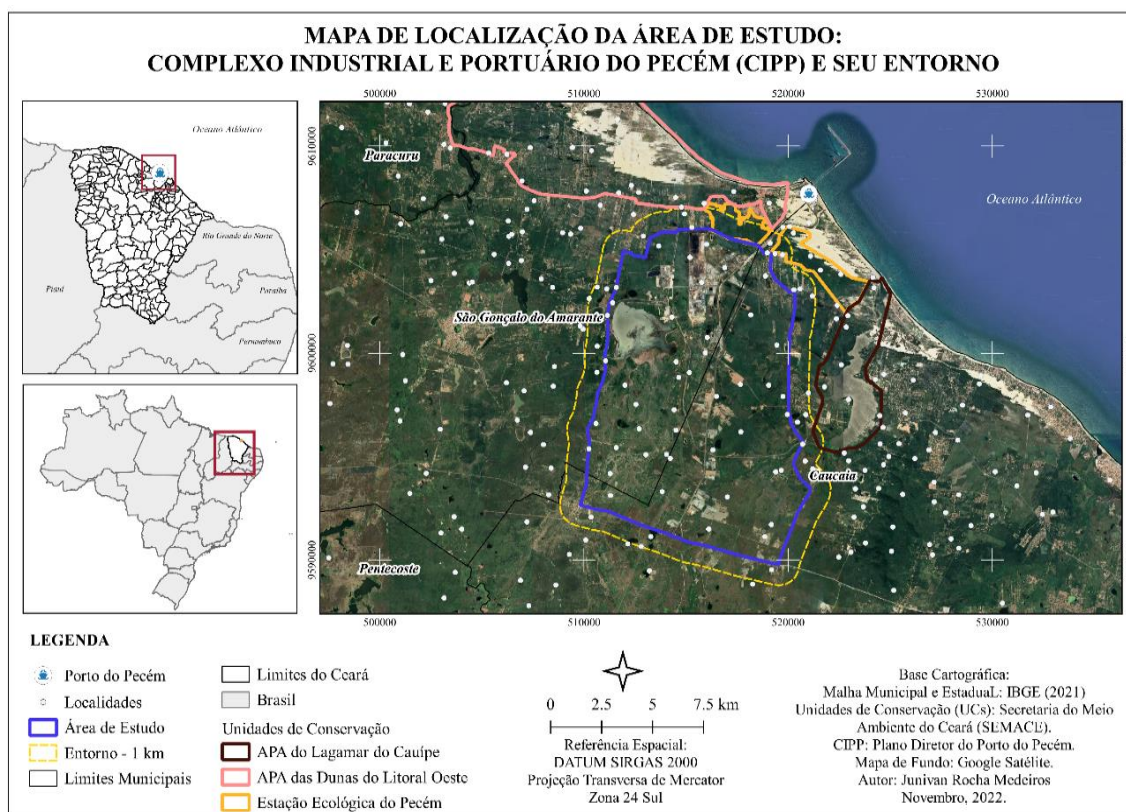
empregos ofertados pelo Poder Público. Com a instalação da CIPP foi criado mais oportunidades e modificou a base de renda do município.

O CIPP conta com equipamentos como a Siderúrgica, Termelétrica e o Porto do Pecém, que se destina à exportação de cargas para o comércio exterior, possibilitando atracação de navios de grande porte e rápida descarga. Assim, o Município de São Gonçalo do Amarante caracteriza-se não somente como um polo turístico, mas também pela importância econômica para o Estado do Ceará (ARQUITETURA, 2013; CENTEC, 2009).

A figura a seguir mostra o dimensionamento do Complexo Industrial e Portuário do Pecém, e no seu entorno há três unidades de conservação que são as APA's (área de proteção ambiental) na circunvizinhança do empreendimento possui as seguintes APA's:

- APA do Lagamar do Cauípe,
- APA das Dunas do Litoral Oeste e a
- Estação Ecológica do Pecém;

Figura 2: Localização do CIPP.



Fonte: Elaborado pelo autor (novembro de 2022).

3.2 Dinâmica da Natureza

O planeta Terra, no decorrer de sua evolução ao longo de alguns bilhões de anos, propiciou condições para existência de vida. O estrato geográfico da Terra é uma das camadas de maior relevância pois é resultado da interação de fontes energéticas cósmicas e terrestres (endógenas e exógenas). (FURTADO, 2016)

É compreendida pela litosfera (crosta e manto do solo), baixa atmosfera (troposfera e parte da estratosfera), hidrosfera e biosfera (cobertura vegetal e reino animal). Todas essas partes são profundamente interconectadas e interdependentes, formando um todo inseparável. (FURTADO, 2016)

O meio antrópico não deve ser tratado como elemento estranho a natureza, ele faz parte do estrato geográfico e é parte fundamental no entendimento do processo. Nesta camada são encontradas matérias nos três estados agregados e é o único estrato que sustenta a vida, habitat da sociedade humana (GRIGORIEV, 1968; ROSS, 1994).

Loureiro (2011) afirma que no início da humanidade, os recursos naturais representavam uma fonte de suprimento necessários à manutenção da vida humana, em que só se retirava e se modificava o necessário.

A relação ser humano-natureza se modificou na medida em que as demandas sociais ou humanas, o que fomenta as novas tecnologias e o desenvolvimento intelectual, evoluíram, alterando cada vez mais o ambiente. (LOUREIRO, 2011, p. 19)

Com o passar do tempo, o homem desenvolveu a capacidade de apropriação e transformação do meio e começou a utilizá-lo de maneira descontrolada, sem consciência e conhecimento das limitações desse espaço (SANTOS, 2007).

Bernardes e Ferreira (2007) afirmam que até o século XIX, os recursos naturais eram tidos como uma fonte ilimitada à disposição do homem. De acordo com os autores esse pensamento é vinculado ao processo de produção capitalista, em que o processo de industrialização baseado na acumulação se realizava por meio da exploração intensa dos recursos naturais e conseqüentemente perversos efeitos para natureza e os homens.

Bernardes e Ferreira (2007) afirmam que, nessa época percebeu-se que os recursos naturais eram esgotáveis e que o crescimento sem limites ia se revelando insustentável. Os autores finalizam dizendo que a questão ambiental também ganhou destaque nos debates em função dos diversos desastres que causaram intenso impacto por suas imensas proporções ocorridos por toda a segunda metade do século XX.

Desde então, o tema provocou a realização de várias conferências, cúpulas, convenções resultando na elaboração de vários relatórios, dossiês que deram origem a documentos e agendas, de suma importância para ajudar na conscientização da população e, conseqüentemente, contribuir para mudança de atitudes acerca do meio ambiente (SILVA; SILVA, 2013).

A base vital de um desenvolvimento pautado apenas no crescimento econômico sempre foi a natureza, portanto, o ser humano sempre teve a intenção de dominá-la e transformá-la. Tal situação gera disputas e competição nas mais diversas escalas, causando assim, uma situação desastrosa decorrente da pressão sobre os recursos naturais, originando diferentes conflitos socioambientais. A forma de apropriação da natureza a partir da concepção do modelo vigente de reprodução socioeconômica tem gerado diversas formas de percepção pelos atores sociais (CASTRO, 2021).

A Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, refere e explica em seu relatório de 1987 o termo de Desenvolvimento Sustentável, onde ele atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as futuras gerações satisfazerem suas próprias necessidades. O discurso da Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (1991) enfatiza o desgaste do meio ambiente, onde o desenvolvimento sustentável deve-se constituir em um objetivo planetário.

A Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) Lei 01/1986 enfoca o impacto ambiental como “qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causadas por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais.”

A degradação ambiental tem ocasionado a diminuição da qualidade de vida da população, ao mesmo passo que a sociedade evolui do ponto de vista da ciência e tecnologia, ou seja, a contradição do desenvolvimento de amplificar e fortalecer tecnologias que sustentam uma ideologia de consumismo que tem gerado dois extremos, de concentração de riquezas para poucos e baixa qualidade de vida para muitos (MENDONÇA, 2005).

A planície litorânea é um ambiente de acumulação de origem recente na escala geológica, dominado pela morfogênese, onde o clima, a hidrologia, o relevo, a vegetação, ou seja, os componentes geoambientais são elementos deliberativos na configuração espacial desse geossistema.

Logo, a interferência na dinâmica desses elementos pode ocasionar uma alteração no sistema que leve à instabilidade. As pressões funcionam como forças catalisadoras de impactos ambientais na planície litorânea. (SOUSA, 2007)

Toda área costeira do Estado do Ceará foi submetida à evolução do ponto de vista morfodinâmicos sedimentológico desde a Era Mesozóica, e uma vez avaliada constitui ferramenta valiosa no uso e ocupação das áreas litorâneas. Os fluxos interativos, no espaço costeiro cearense, considerando a embocadura dos rios, precipitações pluviométricas, águas subterrâneas, processos eólicos, correntes longitudinais costeiras, correntes marinhas, massas de d'água oceânicas, processos tectônicos e/ou neotectônicos, interagindo ao longo dos tempos geológicos, formaram a zona costeira e no presente são responsáveis pela fisiologia da paisagem atual. (LIMA, 2000)

Segundo Carvalho (2015), o código florestal brasileiro constituído pela lei 4775/65 que estipulou como áreas de preservação permanente uma série de espaços territoriais como topos de morros, áreas com declividade, áreas marginais como rios e lagos, afirma que a indefinição de limites gerou diversos problemas como a falta de fiscalização e aplicação da lei.

O código deixou lacunas no que tange a metragens da área de preservação, sendo então suplantado pelo poder executivo por meio de resoluções do conselho nacional do meio ambiente (CONAMA), contudo o judiciário e o executivo, não

conseguem, criar normas e muito menos resolver os conflitos decorrentes dos limites ou a ausência das metragens.

Atualmente, a racionalidade humana prioriza a busca pelo lucro nas atividades em que atua, deixando de lado questões éticas primordiais na conservação de tudo o que representa vida para a espécie humana.

3.3 Condições Climáticas da Área de Estudo

Segundo Magalhães (2014), os estudos climáticos são embasados na quantificação e análise detalhada dos elementos climáticos em sua interação com os fatores geográficos. Os elementos climáticos são os atributos constitutivos do clima de qualquer porção da superfície do planeta e são representados pela temperatura, pressão e umidade atmosférica.

Os fatores geográficos do clima correspondem aos agentes responsáveis pela homogeneidade climática da terra, pois provocam irregularidades na distribuição dos elementos. Tais agentes são a latitude, a longitude, a maritimidade-continentalidade, a vegetação e as atividades humanas. (MAGALHÃES, 2014)

Os fatores climáticos interferem através do regime das chuvas compreendido através do total pluviométrico e de seu ritmo. Eles impõem a renovação das reservas hídricas. As chuvas, como fonte principal de suprimento tendem a modificar, temporariamente, a água disponível em superfície, no solo e no subsolo. Outros fatores meteorológicos tendem, igualmente, a interferir na disponibilidade de água. (MAGALHÃES, 2014)

Devido à proximidade geográfica do LSN (Litoral Setentrional do Nordeste) com o domínio das Caatingas, do Cerrado e da Mata Atlântica, o LSN permite a formação de um ecótono muito peculiar: um complexo florístico-vegetacional que inclui espécies de caatinga, de cerrado, atlânticas e até amazônicas, além de outras espécies próprias das restingas (Fernandes 1990; 1998; Figueiredo 1997).

Mesmo possuindo um regime pluviométrico tropical seco subúmido (com déficit hídrico e com forte estacionalidade), devido à influência da umidade oceânica a área estudada pode apresentar precipitações médias anuais até duas vezes maiores que em áreas continentais da depressão sertaneja e períodos anuais de estiagem não maiores que 6 meses (NIMER, 1972).

A região diferencia-se de áreas continentais pela influência da maresia (salinidade), dos solos profundos e lixiviados, bem como pela maior pluviosidade. (CASTRO, MORO E MENEZES, 2012)

A área integra a região climática do tipo Aw da classificação de Köppen. Segundo esta classificação, o tipo de clima corresponde ao macroclima da faixa costeira de clima tropical chuvoso, quente e úmido, com chuvas de verão e outono. Com média pluviométrica anual de 989 mm.

A região climática do tipo Aw - Clima tropical, com inverno seco. Apresenta estação chuvosa no verão, de novembro a abril, e nítida estação seca no inverno, de maio a outubro (julho é o mês mais seco). A temperatura média do mês mais frio é superior a 18°C. As precipitações são superiores a 750 mm anuais, atingindo 1800 mm. Este tipo de clima predomina principalmente no norte e noroeste como no litoral e serras do Ceará. (FERNANDES, 1990)

Há a presença na região de ventos alísios e brisas marinhas que sopram de E-SE quase todo o ano, que reduzem a umidade, contribuindo para a formação de dunas e influenciando diretamente na morfologia praial. (MAGALHÃES, 2014)

É de suma importância a atuação dos ventos nas áreas costeiras de grande aporte sedimentar, mas a ocupação e a especulação imobiliária não têm respeitado os elementos da dinâmica costeira, tem construído de forma desenfreada sobre o campo de dunas, barrando o percurso natural dos sedimentos que iriam alimentar a praia, desequilibrando a dinâmica natural desse ambiente, muitas vezes de forma irreversível. (ALBUQUERQUE, 2005)

3.4 Recursos Hídricos

Os recursos hídricos da área, eles refletem diretamente as condições climáticas da região. A área de estudo está inserida nas bacias hidrográficas do rio São Gonçalo, rio Curu e do Cauípe. Apesar de não ter muita expressão hidrológica, regional e localmente, representa o principal manancial de abastecimento para as populações que nelas residem.

As lagoas interdunares pluviais e freáticas e os riachos de pequeno porte são também representantes da hidrografia do local, mas, por reduzirem muito seu volume em épocas de estiagem, tornam difícil o seu dimensionamento. (ALBUQUERQUE, 2005)

Ademais, as dunas, aluviões e a Formação Barreiras, são importantes fontes de retenção de água, por serem terrenos de estrutura muito porosa e permeável, onde a infiltração supera o escoamento. (ALBUQUERQUE, 2005)

Já os reservatórios de águas superficiais localizados nas bacias Metropolitanas, monitorados pela Cogerh, tem suas águas classificadas como oligotróficas, mesotróficas ou eutróficas. Normalmente estes valores estão relacionados com o quanto as águas foram renovadas durante o período chuvoso anterior à coleta da amostra.

3.5. Segurança Hídrica

O conceito de segurança hídrica tem se destacado na última década, fato perceptível pela quantidade de organizações internacionais que tem dado atenção a este termo, seja propondo definições ou estabelecendo abordagens metodológicas, a exemplo daquelas dadas pela Parceria Global da Água (Global Water Partnership) e o Fórum Econômico Mundial (World Economic Forum) (COOK; BAKKER, 2013).

Pode-se acrescentar como outro indício do crescente interesse na temática, a atenção que tem recebida de setores empresariais, bem como da realização de eventos dedicados à sua discussão, a exemplo do Fórum Mundial da Água (BAKKER, 2012).

Neste cenário, pode-se afirmar que a crescente dedicação a temática da segurança hídrica deve-se ao fato desta se estabelecer na atualidade como um dos principais desafios para as sociedades. Isto torna-se mais claro quando se nota que a insegurança hídrica se apresenta como uma ameaça para o bem-estar humano e a saúde dos ecossistemas, podendo levar as pessoas e as economias a permanecerem pobres e vulneráveis (GARRICK; HALL, 2014).

Nesta perspectiva, há uma crescente tomada deste objeto para estudos e projetos, tendo em vista que 80% da população mundial vive em regiões com severas ameaças à segurança hídrica, condicionando este elevado contingente populacional a terem suas necessidades básicas comprometidas, bem como pode provocar prejuízos a produção de alimentos e a preservação dos sistemas naturais (VÖRÖSMARTY et al., 2010 apud GARRICK; HALL, 2014).

A segurança hídrica ancorada na perspectiva do desenvolvimento humano está centrada em investigar como a água afeta a reprodução social, a saúde humana, o bem-estar e demais capacidades humanas. Além disto, também tem como foco a luta e o direito a água, bem como a necessidade de ter esse recurso de forma acessível e de qualidade aceitável para uma vida saudável e para a autonomia cultural (JEPSON, 2014)

Definição que contempla essa concepção é encontrada em Rijsberman (2006), o qual aponta que a condição de insegurança hídrica é estabelecida quando um indivíduo não tem acesso a água segura a um preço acessível para satisfazer suas necessidades básicas e de subsistência.

Jepson (2014) afirma que o quadro de insegurança hídrica é atingido quando os indivíduos são expostos a uma situação em que a água é inadequada, não confiável e inacessível para uma vida saudável.

3.6 Vegetação Nativa

O conhecimento das características e composição florística são de fundamental importância para o planejamento dos programas de uso e ocupação da terra, para que se garanta a evolução do ciclo do conjunto da biomassa vegetal e animal,

responsável pelos fluxos energéticos e reciclagem da matéria orgânica, que representam os elementos garantidores da continuidade da vida e da sustentabilidade produtiva. (ALBUQUERQUE apud SOARES, 1997)

A vegetação de tabuleiros corresponde a um complexo florístico que inclui espécies de matas das caatingas e dos cerrados. Fisionomicamente, percebe-se que apesar da descaracterização paisagística motivada pela intensidade do uso e ocupação da terra, há ocorrência de plantas adensadas e com porte arbóreo-arbustivo. (MAGALHÃES, 2014)

A presença da vegetação influencia diretamente na dinâmica litorânea, uma vez que estas proporcionam uma maior fixação do solo e uma maior capacidade de absorção de água pelo mesmo. Estas ainda influenciam na dinâmica dunar. (CLAUDINO SALES, 2006)

A tabela 1 representa uma síntese dos tipos de vegetação encontrados no litoral cearense, com base em estudos vegetativos e as características desse tipo de vegetação.

Tabela 1: Vegetação Encontrados No Litoral Cearense.

Tipo de vegetação	Características e local de ocorrência
Vegetação Pioneira Psamófila	Ocorre na faixa praial estendendo-se, muitas vezes, até as dunas na vertente à barlavento. O porte é herbáceo e é composta por espécies tolerantes à salinidade, ventos fortes e intensa radiação solar.
Vegetação Subperenifólia de Dunas	Porte predominantemente arbustivo à barlavento das dunas e arbóreo nas encostas à sotavento. Podem ser encontradas também nas encostas adjacentes das lagoas formadas por trás das dunas ou entre elas, em baixadas úmidas.
Vegetação Subcaducifólia de Tabuleiro	Apresenta porte arbóreo-arbustivo e ocorre de forma descontínua e heterogênea. Vai, desde espécies de cerrado à caatinga e mata de tabuleiro. Esta última ocupa a maior parte dos Tabuleiros Pré-Litorâneos.
Vegetação de Várzea	Apresenta estrato arbóreo e está presente em planícies fluviais e lacustres (margens de rios, lagoas, riachos ou por extensas várzeas). Ex: Carnaúba (<i>Corpernicia prunifera</i>).

Vegetação Aquática	Estão representadas por três comunidades: Emergentes (ocorrem nas margens dos rios e lagoas e nas areias encharcadas. Ex: junco, Flutuantes (Ocorrem nas partes mais calmas das águas, como nas margens) e as Emersas.
Floresta Perenifólia Paludosa Marítima de Mangue	É encontrada nas zonas onde há a junção de água doce e salgada, ou seja, onde a maré adentra no continente pelos rios, formando um ambiente florestal, de porte arbóreo. Possui muitos indivíduos, mas a diversidade de espécies vegetais é pequena
Caatinga	É encontrada nas zonas de Depressão Sertaneja onde há grandes variações litológicas e edáficas, solos rasos e pedregosos com grande frequência de afloramentos rochosos, irregularidades pluviométricas e altas taxas de evapotranspiração. Podem ocorrer também a partir da superfície de Tabuleiros estendendo-se na direção da linha de costa através dos campos de dunas e nas proximidades de planícies fluviais onde são chamadas de caatinga litorânea.

Fonte: Adaptado de ALBUQUERQUE, 2005 apud Monteiro, 2001.

3.7 Impactos Ambientais

Os impactos ambientais causados por grandes empreendimentos são severos em muitas formas, e vão além de transformações diretas e imediatas de uso do território. Se algum tipo de impacto direto, como desmatamentos, é considerado de modo instantâneo, os indiretos envolvendo questões de saúde são ainda bastante limitados.

A emissão de gases de efeito estufa gerados pelo desmatamento como o CO₂ que ficam armazenados nas árvores, parte deste carbono armazenado é lançado na atmosfera através do desmatamento e reabsorvido pelas florestas secundárias após o crescimento dela, porém, este tipo de vegetação não é tão eficiente na absorção de gases como, metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O).

Esse cenário é parte integrante da dinâmica que envolve o problema do aquecimento global, uma vez que, a intensificação de fenômenos como o efeito estufa leva ao aumento da temperatura em escala global. (SOARES, 2019)

Embora o combate ao desmatamento seja atualmente uma das prioridades da política ambiental mundial, muitos setores da sociedade ainda veem um (conflito de escolha) entre a preservação das florestas nativas e o desenvolvimento econômico do País.

Iniciativas globais e nacionais que tentam estimar o valor da floresta em pé surgem para tentar colocar fim a esse impasse, tentando esclarecer os benefícios e custos do desmatamento. Muitas são, entretanto, as lacunas de conhecimento existentes. Isso dificulta uma valoração ambiental adequada e, conseqüentemente, a adequada tomada de decisões acerca do capital natural.

O desmatamento das florestas leva ao empobrecimento da biodiversidade na região, o ciclo hidrológico também é afetado podendo modificar drasticamente o transporte de umidade fornecido pela floresta, causando a supressão de chuvas não apenas em regiões próximas, mas em outras partes também.

Os impactos causados pelo desmatamento vão desde a, perda de produtividade agrícola, mudanças no regime hidrológico, perda de biodiversidade e emissões de gases de efeito estufa. A compactação aliada à erosão do solo leva à escassez de nutrientes.

O desmatamento destrói toda e qualquer possibilidade do uso da vegetação para o fornecimento de serviços ambientais. A remoção da vegetação provoca uma grande perda da biodiversidade assim como a perda do habitat de animais e plantas, e, ainda, impacta diretamente na elevação do número de espécies em extinção.

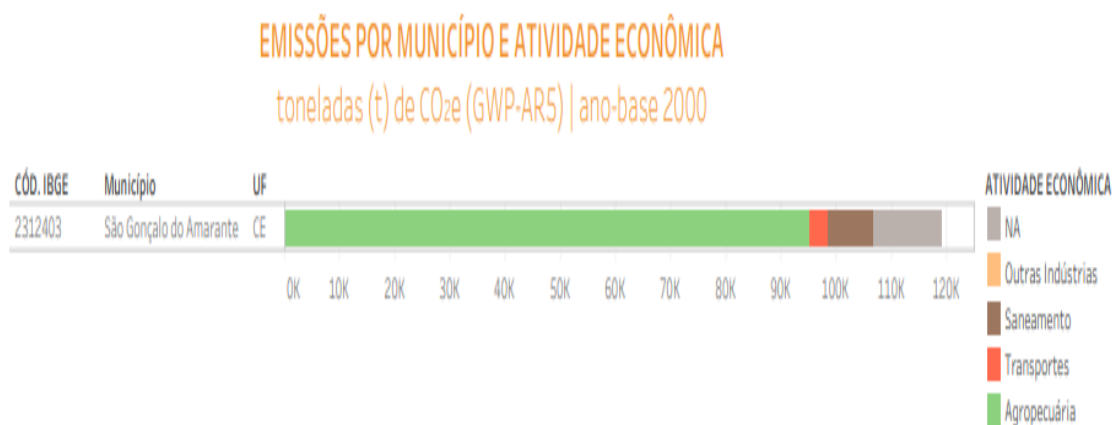
O aumento significativo dos desmatamentos no Brasil nos últimos anos, estão gerando mudanças climáticas nunca vistas antes, podendo causar eventos extremos e ou prolongar períodos de seca ou chuva em várias regiões do país. Outro problema é que com a derrubada das arvores há a redução de sequestro de gás carbônico e conseqüentemente a conversão de CO₂ em O₂, desta forma, menos O₂ na atmosfera. Já a derrubada de árvores libera gases principalmente o CO₂.

3.8. Liberação de CO₂ em São Gonçalo do Amarante – Ceará

A área de estudo abrange dois municípios que são Caucaia e São Gonçalo do amarante, mas como já citado será destacado o município de S.G.A, que com o avançar dos anos na área de estudo observa-se um aumento significativo de emissão de gases do efeito estufa, principalmente o CO₂.

O uso da terra no município de São Gonçalo no ano de 2000 baseava-se principalmente da agricultura e da agropecuária, com isso as emissões de CO₂ eram relativamente baixas comparado a outros municípios que apresentavam industrias e empreendimentos que emitiam mais dióxido de carbono ou gás carbônico (CO₂) na atmosfera, a figura 3 a seguir, mostra as atividades que emitiam gás carbônico no ano de 2000 em São Gonçalo do amarante.

Figura 3: Emissões Por Municípios e Atividade Econômica Ano de 2000.



Fonte: PLATAFORMA SEEG, 2000.

Ao observar as atividades relativas que geraram as emissões do município destaca-se principalmente a atividade agropecuária e a quantidade de dióxido de carbono está em valores toleráveis a nível estadual e federal. Agora ao comparar as emissões CO₂ de 2019 que foi último dado apresentado pelo SEEG (Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa) mostra uma mudança drástica nas fontes de emissões e também o aumento progressivo da emissão de gás carbônico em São Gonçalo do Amarante. A figura 4 mostra bem a atividades que emitiram CO₂.

Figura 4: Emissões Por Municípios e Atividade Econômica Ano de 2019.



Fonte: PLATAFORMA SEEG, 2019.

Com a introdução dos grandes empreendimentos mudou-se as atividades econômicas e conseqüentemente houve uma redução na atividade que era a principal nos anos 2000 que foi a agropecuária e houve instalação e a produção de energia elétrica por termoeletricas que são as maiores responsáveis pelas altas taxas de CO₂ na atmosfera principalmente pelo fato de utilizarem carvão mineral como matéria prima para a queima e conseqüentemente a geração de energia.

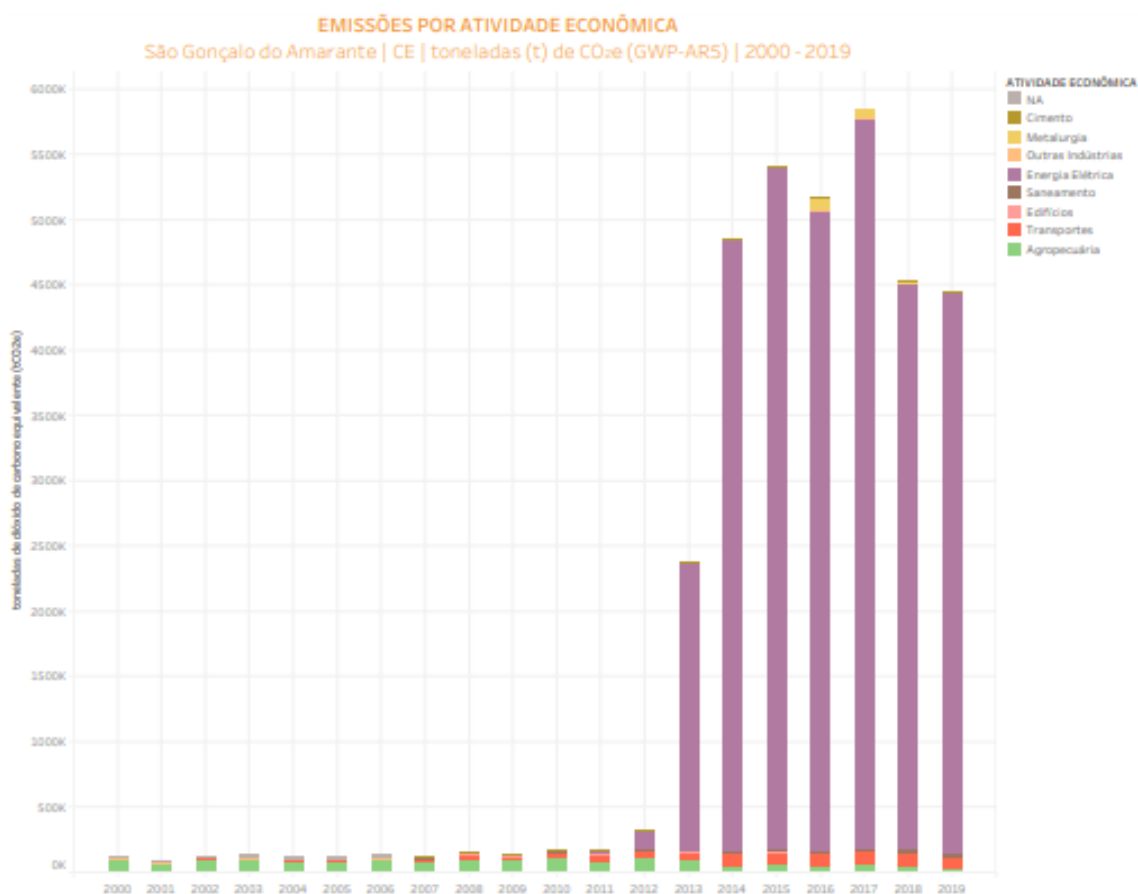
Há consenso científico de que os ecossistemas terrestres têm grande importância no ciclo do carbono e de que o solo é tido como seu maior reservatório. O sequestro do carbono no solo depende de fatores como a cobertura vegetal, práticas de manejo e classes de solo. (EMBRAPA,2022)

Os estoques de carbono no solo são indicadores-chave na prestação de serviços ambientais promovidos por boas práticas agrícolas e isso se explica pela forte correlação entre esse elemento e os atributos químicos, físicos e biológicos, servindo, portanto, como um avaliador de sustentabilidade. (EMBRAPA,2022)

De acordo com o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), o solo armazena aproximadamente quatro vezes mais carbono que a biomassa vegetal e três vezes mais que a atmosfera, tendo assim grande importância no ciclo biogeoquímico do carbono. A importância da manutenção do carbono no solo ultrapassa a de indicador-chave para a determinação da qualidade do solo, pois, se liberado, contribuirá para o aumento do efeito estufa.

As alterações no uso do solo encontram-se entre as principais fontes de emissão de carbono antropogênico para a atmosfera. Quando o solo é cultivado e manejado ocorrem alterações no efluxo e influxo de CO₂ na interface solo-atmosfera, em especial mediante as operações de aração e gradagem, já que essas levam à maior oxidação da matéria orgânica quando em contato com o ar. Essas emissões de carbono também ocorrem por meio da alteração dos regimes de água, da erosão e das queimadas.

Figura 5: Emissões Por Atividade Econômica Nos Anos 2000 a 2019.



Fonte: PLATAFORMA SEEG, 2000 – 2019.

A mudança da matriz energética e o uso de matéria prima de fontes não renováveis, ou seja, é um material que tem uma limitação mundial, a energia de carvão mineral é gerada por meio do combustível fóssil, o qual é uma fonte de energia não renovável, pois é um recurso finito e que pode se esgotar com o passar dos anos.

Além de ser um material que libera muitos gases GEE (Gases de efeito estufa), que são componentes gasosos da atmosfera, tanto natural quanto antrópico, que

absorvem e emitem radiação em comprimentos de onda específicos dentro do espectro de radiação infravermelha emitida pela superfície da Terra, pela atmosfera e pelas nuvens.

O início da operação da termoeletrica a usina Pecém 1 da MPX ocorreu em 2012 ano em que houve o aumento nas fontes de emissão de CO₂ por geração de energia elétrica, a partir de 2012 houve então o crescimento significativo de emissão, e com o passar dos anos foram sendo construídas novas usinas como a TERMOCEARÁ que é a usina termoeletrica que está dentro do complexo siderúrgico CSP (Companhia Siderúrgica do Pecém), o início da produção de aço da CSP foi realizado em junho de 2016 e o início da exportação de sua produção.

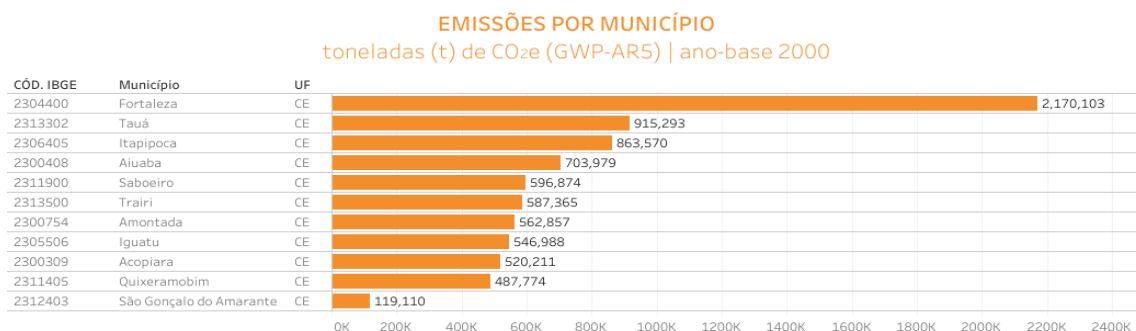
A área da CIPP possui projeto e área para a construção de cinco termoeletricas, dessas duas alimentadas por carvão mineral e outras gás natural, atualmente possui 3 usinas instaladas e gerando energia, que abastece não apenas a região, mas todo o estado e algumas regiões do Brasil.

O avanço das emissões de dióxido de carbono na atmosfera está diretamente relacionado ao uso e ocupação do solo principalmente a introdução de novos grandes empreendimentos como é o caso das termoeletricas, siderúrgica, fábricas de cimento, as fábricas de componentes da energia eólica e outras mais foram moldando e estrutura física do ambiente, principalmente desmatando áreas que eram matas nativas e transformando em áreas extremamente industrializadas com muito cimento e áreas descampadas com solo exposto.

Historicamente em 2000 o município de São Gonçalo não figurava entre os dez municípios que mais emitiam CO₂ na atmosfera no estado do Ceará, para nível observação foi adicionado o município para mostrar a diferença evidente entre São Gonçalo e os dez municípios que mais emitiam dióxido de carbono na atmosfera.

O valor de gás emitido por SGA (São Gonçalo do Amarante) é aproximadamente 119.110 toneladas (t) de CO₂, um valor relativamente baixo comparado ao valor do décimo colocado do ranking de emissão dos municípios, que foi o município de Quixeramobim que emitiu aproximadamente 487.774 toneladas (t) de CO₂. Como demonstra a figura 6.

Figura 6: Emissões Por Municípios ano 2000.



Fonte: PLATAFORMA SEEG, 2000.

Em 2007, houve uma redução de aproximadamente 3 toneladas de emissão de CO₂ na atmosfera devido a alguns fatores econômicos e ambientais

As fontes de emissões de 2007 mostram que houve uma queda na atividade econômica da agropecuária, assim reduzindo as emissões nesse ano. Como mostra a figura 7.

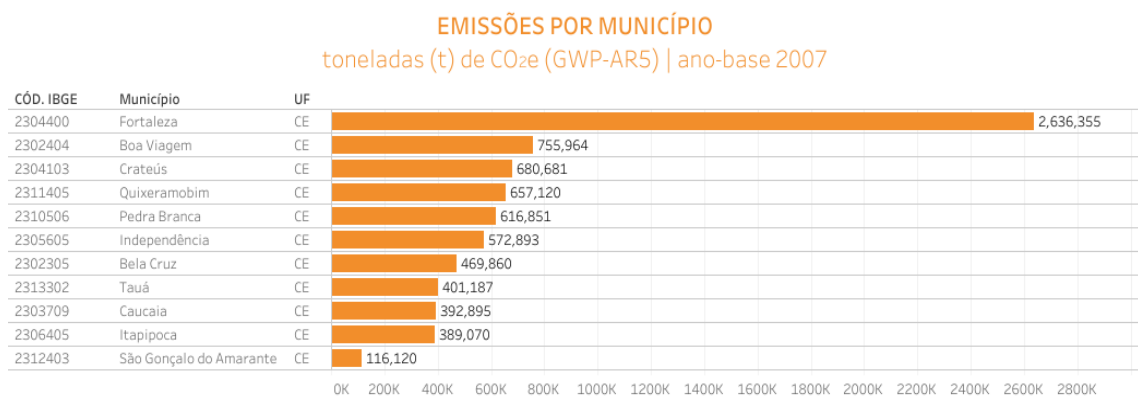
Figura 7: Emissões Por Municípios e Atividade Econômica Ano de 2007.



Fonte: PLATAFORMA SEEG, 2007.

O valor de gás emitido por S.G.A (São Gonçalo do Amarante) é aproximadamente 116.120 toneladas (t) de CO₂, um valor relativamente baixo comparado ao valor do décimo colocado do ranking de emissão dos municípios, que foi o município de Itapipoca que emitiu aproximadamente 389.070 toneladas (t) de CO₂. Como demonstra a figura 8.

Figura 8: Emissões Por Municípios ano 2007.



Fonte: PLATAFORMA SEEG, 2007.

Em 2014, após muitas indústrias instaladas em funcionamento e outras em obras houve então a mudança drástica de emissões, pois o município que até então não ficava entre os dez que mais emitiam tomaria o primeiro lugar do município de Fortaleza (Capital do Estado), deixando para trás muitos municípios que até então eram líderes de emissão de dióxido de carbono, seja ele por indústrias, transporte, saneamento e outros.

O valor é alarmante, pois superou e muito o segundo colocado que foi a capital Fortaleza, ao observar as atividades que geraram esses valores, mostra o quão impactante ambientalmente é o uso das termoelétricas para gerar energia elétrica. A figura 9 mostra a distribuição das fontes de emissão de CO₂ no município de São Gonçalo do Amarante.

Figura 9: Emissões Por Municípios e Atividade Econômica Ano de 2014.

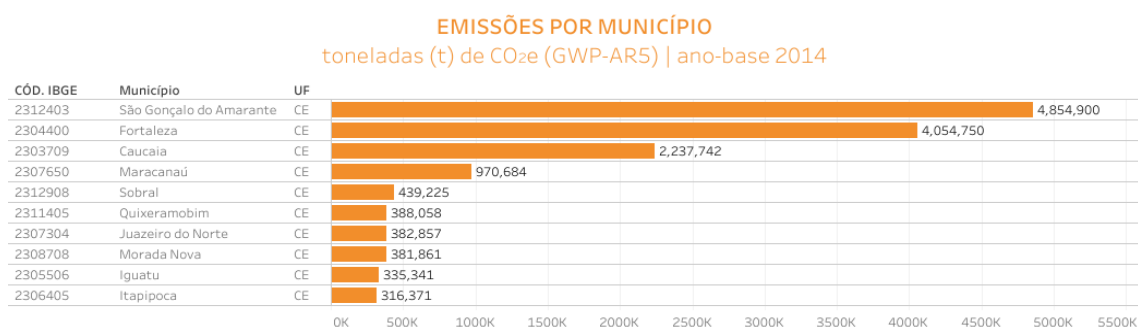


Fonte: PLATAFORMA SEEG, 2014.

O valor de gás emitido por S.G.A (São Gonçalo do Amarante) é aproximadamente 4.854.900 toneladas (t) de CO₂, um valor extremamente alto comparado aos valores dos demais colocados do ranking de emissão dos municípios.

E um ponto que se deve observar detalhadamente é que com as empresas se instalando no CIPP que está situado nas divisas dos municípios de Caucaia e São Gonçalo do Amarante, houve então um aumento significativo em ambos os municípios, mas como já citado anteriormente o município de S.G.A apresenta valores mais elevados devidos a fatores geográficos e ambientais. A figura 10 mostra então os valores relativos à emissão do ano de 2014.

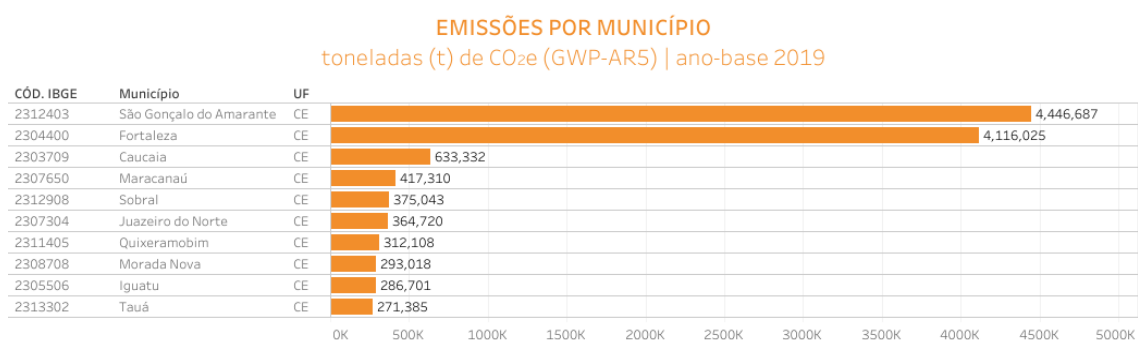
Figura 10: Emissões Por Municípios ano 2014.



Fonte: PLATAFORMA SEEG, 2014.

Em 2019 último dado disponível da plataforma SEEG, apresenta uma redução na emissão CO₂, mas o valor apresentado ainda é considerado muito alto, no ranking nacional de emissões, o município de São Gonçalo do Amarante está localizado na posição 57, isso mostra que as emissões de CO₂ feitos no município superam e muito vários municípios em todas as regiões do Brasil. A figura 11 a seguir mostra o valor de gás carbônico emitido em 2019.

Figura 11: Emissões Por Municípios ano 2019.



Fonte: PLATAFORMA SEEG, 2019.

As atividades que geraram esse valor em 2019 variam desde a geração de energia elétrica, transporte de funcionários, setor metalúrgico, produção de cimento, a agropecuária e outras indústrias que somadas chegaram ao valor de 4.446.687 toneladas (t) de CO₂.

Alguns dos motivos influenciaram para a redução de emissões, entre elas foram a redução de energia elétrica gerada pelas termoelétricas abastecidas por carvão mineral, e diminuição de frotas de transportes para abastecer as empresas que em 2014 estavam em construção e em 2019 estava então operando.

Em 2019, a geração de energia mundial registrou queda no uso do carvão e o oposto aumento no uso de fontes de energias renováveis. Os maiores catalisadores dessa mudança são os EUA e Europa, que apresentaram quedas de dois dígitos na sua demanda pelo mineral. Segundo a Agência Internacional de Energia, a produção de energia elétrica pela queima do carvão deverá registrar queda histórica de 2,5% ano, o equivalente a mais de 250 Terawatts-hora (TWh) de energia. Nos últimos anos, a queda dos preços das tecnologias renováveis, em especial a da energia solar fotovoltaica, as políticas ambientais em torno de fontes limpas e a oposição pública contra o carvão puxaram a sua queda em diversos países do mundo. O relatório da Agência Internacional de Energia (IEA), Coal 2019 (Carvão 2019), apresenta estimativas para redução no uso do carvão e aumento no uso de energias renováveis para geração de energia elétrica para 2024. (EPENGENHARIA, 2019)

A diferença da quantidade de trabalhadores para a construção e no dia a dia das empresas é grande, pois na instalação trabalham milhares de pessoas enquanto na operação diária no caso das grandes empresas trabalham centenas de trabalhadores em diferentes setores. Um exemplo claro disso é a CSP (Companhia Siderúrgica do Pecém) que em sua construção, envolveu mais de 40 mil pessoas desde 2008, participando desse processo, cerca de 420 empresas na fase de construção. Para a produção de 3 milhões de toneladas de placas de aço por ano, estima-se que sejam empregados diretamente 2.800 profissionais, além de geradas outras 1.200 oportunidades de empregos terceirizados.

A produtividade da CSP promete elevar em 12% o Produto Interno Bruto (PIB) cearense e em 48% o PIB industrial. Os impactos do empreendimento, entretanto,

vão muito além quando analisados em conjunto com os resultados da cadeia produtiva local. (FIEC, 2016)

Os impactos diretos e indiretos na economia, na sociedade e no meio ambiente são nítidos a partir do momento do início das obras no começo dos anos 2000 que alavancou o aumento populacional advindos de vários estados, regiões do Brasil e até mesmo de outros países, o que foi influenciando e miscigenando culturas, costumes e estilos de vidas. Levando assim a desenvolver os municípios limítrofes de São Gonçalo do Amarante e Caucaia de forma progressiva economicamente.

3.9 Desenvolvimento Econômico X Desenvolvimento Sustentável

O desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento capaz de suprir as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade de atender as necessidades das futuras gerações. É o desenvolvimento que não esgota os recursos para o futuro.

O conceito de desenvolvimento sustentável (DS) surgiu a nível mundial no relatório de Brundtland em 1987, fruto de análises coordenadas pela Comissão Mundial sobre o meio Ambiente e o desenvolvimento criada em 1983 pela Assembleia Geral das nações unidas, com o propósito de desenvolver o crescimento econômico e superar a pobreza dos países desenvolvidos e em desenvolvimento.

No Brasil, em 1992 a conferência das nações unidas sobre o meio ambiente e desenvolvimento (Rio 92, ECO 92 ou CUPULA DA TERRA) mostrou para a humanidade a responsabilidade e a necessidade da conciliação entre o desenvolvimento econômico, social e a utilização dos recursos naturais. Os participantes do evento chegaram a um consenso de que os países desenvolvidos eram os maiores responsáveis pelos danos ao meio ambiente e que os países em desenvolvimento necessitavam de apoio financeiro e tecnológico para caminhar ao novo conceito de sustentabilidade. O fato mais importante é que a partir deste evento ficou concretizado o conceito de DS. (CARVALHO, 2015)

É importante saber a diferença de crescimento e desenvolvimento. O desenvolvimento não se confunde com crescimento econômico, pois não implica apenas a geração de riquezas.

A diferença é que o crescimento não conduz automaticamente à igualdade nem à justiça sociais, pois não leva em consideração nenhum outro aspecto da qualidade de vida a não ser o acúmulo de riquezas, que se faz nas mãos de alguns indivíduos da população. O desenvolvimento, por sua vez, preocupa-se com a geração de riquezas sim, mas tem o objetivo de distribuí-las, de melhorar a qualidade de vida de toda a população, levando em consideração, portanto, a qualidade ambiental do planeta (MENDES, 2008).

O DS é composto pelas dimensões econômica, ambiental e empresarial. O objetivo é obter crescimento econômico por meio da preservação do meio ambiente e pelo respeito aos anseios dos diversos agentes sociais, contribuindo assim para a melhoria da qualidade de vida da sociedade (TENÓRIO, 2006), neste propósito iremos discorrer sobre o conceito do desenvolvimento sustentável, enfatizando as relações políticas, econômicas e sociais.

Para José Eli da Veiga (2005), esses sentimentos coletivos “Nosso Futuro comum” e o próprio conceito de desenvolvimento sustentável estão ainda em construção, pois não podemos definir nem mensurar as necessidades do presente, muito menos quais serão as necessidades do futuro.

A equidade social e ambiental fica atrelada ao desenvolvimento econômico, desta forma, para criar alternativas sustentáveis, é preciso conhecer o comportamento humano, seus hábitos de consumo e modos de produção, sendo para Veiga, um enigma a ser descoberto.

No livro “Desenvolvimento Sustentável: o desafio para o século XXI” ele afirma que o conceito de desenvolvimento sustentável é uma utopia para o século XXI, apesar de defender a necessidade de se buscar um novo paradigma científico capaz de substituir os paradigmas do “globalismo” (VEIGA, 2005).

Com a criação de um conceito global acerca da sustentabilidade, os países desenvolvidos principais causadores de danos ao meio ambiente e defensores do capitalismo, pressionados por ONGs em defesa ao meio ambiente, passaram a

desenvolver acordos como ECO 92 (Rio de Janeiro 1992), Protocolo de Kyoto (Japão 1997) dentre outros, com o objetivo de controlar as expectativas globais. (CARVALHO, 2015)

O que se percebe, que embora, assumindo maiores compromissos, os países ricos e industrializados, oferecem resistência no cumprimento dos acordos. Em prova disso, no ano de 2005 apenas os países ricos não tinham atingidos as metas previstas pelos acordos (PRAHALAD, 2005).

Para alcançarmos o DS, a proteção do ambiente tem que ser entendida como parte integrante do processo de desenvolvimento e não pode ser considerada isoladamente (MENDES, 2008).

Para ser alcançado, o DS depende de planejamento e do reconhecimento de que os recursos naturais são finitos. Esse conceito representou uma nova forma de desenvolvimento econômico e a adoção e o aumento da reutilização e da reciclagem. Na tentativa de se chegar ao DS, sabe-se que a Educação Ambiental é parte vital e indispensável, pois é a maneira mais direta e funcional de se atingir suas metas. (CARVALHO, 2015)

O modelo de desenvolvimento econômico baseado no capitalismo tem como característica a transformação das relações em mercadoria e como objetivo o lucro, é incompatível com o desenvolvimento sustentável já que este alcança uma dimensão holística na relação entre os seres humanos e entre a humanidade e a natureza não contemplada pelo capitalismo. O DS busca suprir as demandas do presente, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de responder às suas necessidades.

Desenvolvimento é entendido muitas vezes como crescimento, o que implica num incremento físico ou material da produção, enquanto que sustentável diz respeito a alguma atividade que possui continuidade a longo prazo (TENÓRIO, 2006).

O crescimento infinito nos faz refletir sobre os limites ecológicos que não podemos ultrapassar, pois, caso contrário, adentraremos num processo irreversível de degradação e escassez.

O crescimento é crucial se quisermos satisfazer as necessidades humanas, porém existem limites e obstáculos que devem ser mensurados, pois o “x” da questão

está em determinar que tipo de crescimento é necessário para atender as necessidades humanas (MENDES, 2008).

O conceito de DS embora criado há vários anos, ainda está em fase de desenvolvimento e sem prazo para conclusão, sua temática provoca discussões em todos os países, ao passo que o bem comum da humanidade depende muito do nosso presente, das nossas atitudes com as relações econômicas e naturais.

Apesar disso, nota-se que o capitalismo está impregnado na consciência da maioria da população, o lucro é objeto alvo de qualquer investimento e as questões socioambientais são deixadas de lado. Diante deste cenário, fica em evidência a necessidade de construir novos hábitos para as futuras gerações, promover uma reeducação ética e moral.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Geoprocessamento

Segundo ASSAD e SANO (1998), todos os instrumentos computacionais do Geoprocessamento são chamados de Sistemas de Informações Geográficas (SIG's), pois permitem a realização de análises complexas ao integrar dados de diversas fontes e ao criar banco de dados georreferenciados.

O termo Sistema de informações geográficas (SIG) refere-se àqueles sistemas que efetuam tratamento computacional de dados geográficos. Um SIG armazena a geometria e os atributos dos dados que estão georreferenciados, isto é, localizados na superfície terrestre e numa projeção cartográfica qualquer. Os dados tratados em geoprocessamento têm como principal característica a diversidade de fontes geradoras e de formatos apresentados (ASSAD & SANO, 1998, p. 06).

Portanto, este sistema é um grande banco de dados correlacionado com coordenadas atribuídas a cada informação coletada, que irá permitir, por exemplo, a definição de determinada área para uma ou mais atividades e a combinação desse potencial com outras áreas para maior refinamento do estudo (SILVA & ZAIDAN, 2011, p. 190).

Segundo SILVA & ZAIDAN (2011, p. 22) é inegável que o Geoprocessamento criou, para a pesquisa ambiental, uma dependência para com o processamento automático de dados. Entretanto, é igualmente inegável que o uso da computação eletrônica causou um desenvolvimento enorme e absolutamente desejável, em termos teóricos, relativo à capacitação para a inspeção de incidências locacionalmente convergentes de ocorrências de fenômenos ambientais.

Acresce que este desenvolvimento da inspeção de ocorrências convergentes está inserido dentro de um quadro de progresso técnico em que praticamente explodiram as possibilidades gerais de inspeção de relações ditas geotológicas (entre lugares geográficos). Processos interativos de busca de relações geotológicas tem sido desenvolvido e aplicado em larga escala no Geoprocessamento (na identificação de potenciais de interação da análise ambiental (SILVA & ZAIDAN, 2011, p. 22).

Segundo SILVA e ZAIDAN (2011), monitoria ambiental é a análise evolutiva de fenômenos que interfere diretamente na característica da área estudada como cobertura vegetal e uso e ocupação do solo através de expansão territorial.

Sensoriamento remoto é a arte e a ciência de obter informações sobre um objeto sem estar em contato físico direto com o objeto. O sensoriamento remoto pode ser usado para medir e monitorar importantes características biofísicas e atividades humanas na Terra (JENSEN, 2011, p. XIII).

Com isso, o SIG e o sensoriamento remoto são cada vez mais próximos para proteção e monitoramento do meio ambiente, pois eles possibilitam dados básicos com boas resoluções e uma resposta rápida para que se possa fazer um planejamento. Sabem que as mudanças ambientais é crescente e exige grande demanda de imagens para verificação de espaços territoriais.

Portanto para Blaschke e Kux (2007), para as tarefas de proteção do meio ambiente e da natureza, dados espaciais confiáveis e parâmetros de ecologia são de extrema importância, para tomadas de decisões de planejamento.

4.2. Dados vetoriais e imagens

Os dados vetoriais desse estudo foram obtidos do Portal de Mapas do IBGE (Brasil e Ceará), datados no ano de 2021 que é o ano mais recente encontrado na plataforma. Os demais shapefiles foram vetorizados manualmente, e acrescidos da incorporação das demais áreas pertinentes.

Os dados vieram no Datum Geográfico SIRGAS 2000 e tiveram suas coordenadas reprojatadas para as coordenadas Projetadas UTM, portanto recebendo a seguinte configuração: EPSG 31984: SIRGAS 2000, UTM 24S (Exceto o vetor do Brasil). Em relação ao vetor do Complexo Industrial e Portuário do Pecém, o dado é proveniente do Georreferenciamento do mapa do Plano Diretor para setores pré-definidos. E para a localização do Porto, foi utilizado o dado do IPECE datado no ano de 2018.

Para seleção das imagens considerou a ausência de nuvens na região de interesse, optando por uma imagem do segundo semestre, por ficar mais distante do período chuvoso. A utilização das imagens de satélite em conjunto com os dados vetoriais permite uma análise eficiente das áreas.

Para a realização dessa pesquisa foram realizadas pesquisas bibliográficas, elaboração de um mapa de localização do Complexo Industrial e Portuário do Pecém, foram utilizadas imagens do satélite Landsat 5 e 8, Level 2 (On-demand) – Landsat Collection 1 Level-2 Scene Products (Surface Reflectance), que foi obtida junto ao Earth Explorer portal de dados do serviço geológico dos Estados Unidos (USGS), aonde essas imagens do Landsat vão apresentar uma análise temporal da área de estudo.

4.4. Processamento das Imagens dos Satélites

Para o processamento das imagens, foi utilizado o software QGIS na sua versão 3.22.12 'Białowieża', atualmente (11/2022) considerada como a versão mais estável do software, um ambiente SIGlivre e de código aberto. Com a utilização do software QGIS, foi possível elaborar os mapas de NDVI (Índice de vegetação com diferença normalizada), as imagens correspondentes ao Landsat 5 apresentam sensor TM, e as bandas utilizadas foram as 3 e 4 (a do verde e vermelho) e a do Landsat 8 apresentam os sensores TIRS e OLI, as bandas foram as 4 e 5 (a do vermelho e infravermelho).

Os anos analisados foram os de 2000, 2007, 2015 e 2021, sendo as imagens referentes ao mês de agosto, pois esse período tem uma baixa cobertura de nuvens devido ao período de ventos fortes e assim possibilitou uma melhor visualização das imagens.

Para a obtenção dos mapas NDVI, as imagens de satélite foram corrigidas, processadas e por fim foram calculados os índices de vegetação, foi utilizando a seguinte fórmula:

$$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red}$$

Onde:

NDVI: Função matemática

NIR: Faixa espectral do infravermelho próximo

RED: Faixa espectral do vermelho

Após a obtenção do NDVI ficou visível a fragilidade da vegetação ao longo dos anos estudados, ao analisar as 4 imagens geradas, sendo que as mais recentes apresentaram uma redução das áreas vegetadas e com os índices de reflectância variados, algo a ser estudado mais profundamente, mas considerando os fatores históricos e geográficos da região pode-se afirmar que um dos motivos da variabilidade dos índices de a reflectância dos pigmentos de clorofila pode ser pelo estresse da vegetação causado pela ação humana.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.

Os resultados gerados pelos mapas produzidos foram bem diferenciados, pois os índices de vegetação nos anos distintos apresentaram características diferentes, vale salientar que com o passar dos anos as áreas vegetadas foram continuamente reduzindo, e aumentando as áreas de não-vegetação, como foi utilizado o NDVI ficou visível a perda de vegetação conforme os anos foram passando, pois a análise foi feita com a partir do NDVI que é um indicador sensível da quantidade e da condição da vegetação verde com os valores entre <-1 e 1 .

O NDVI foi determinado que as áreas vermelhas que representa valores negativos, próximos a -1 , ou seja, não apresenta vegetação nesse local são os corpos hídricos, as tonalidades de laranja e amarelo valores intermediários negativos, mas próximos a 0 , o que caracteriza um solo exposto.

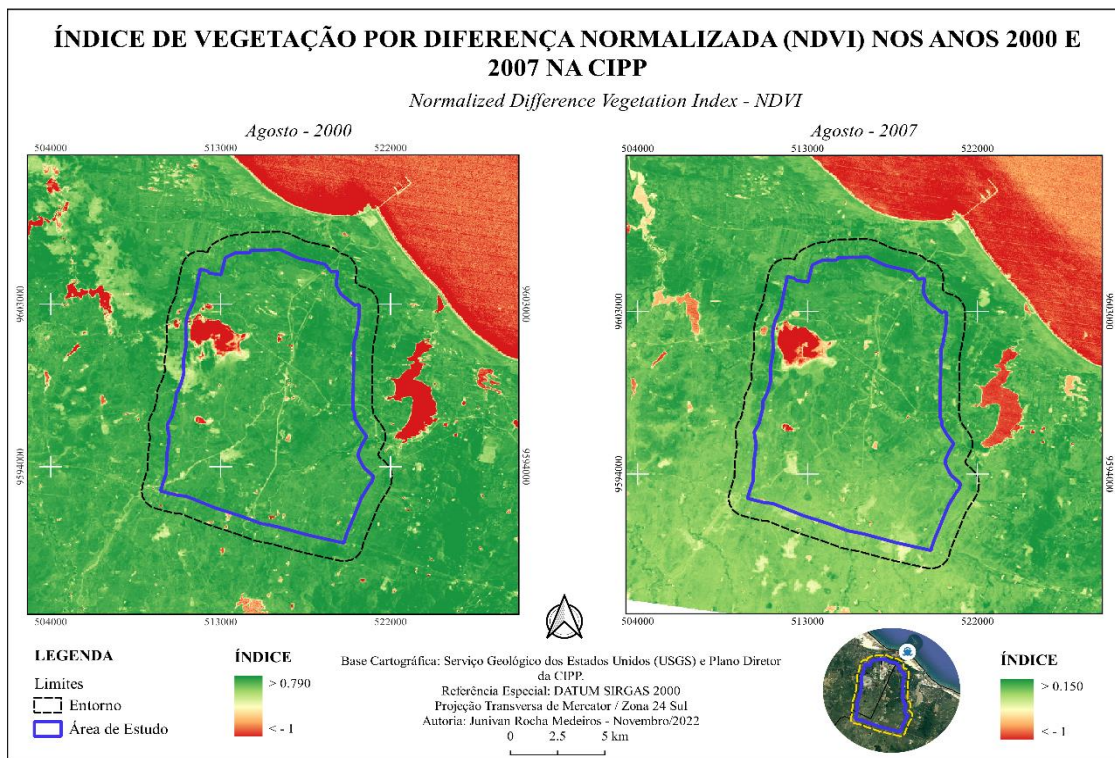
Já as diferentes tonalidades de cores verdes representa a presença de vegetação no local, a cor verde vai variar por alguns motivos que geralmente está relacionado a características da vegetação como, árvores de pequeno porte, árvores esparsas, arvores com características caducifólias e um outro fator importante é a época

do ano que foi escolhida a imagem, as imagens de períodos mais secos como no verão vão influenciar diretamente nos valores da NDVI.

O NDVI mede a qualidade da saúde da vegetação. Com a imagem do LANDSAT por ser uma área grande, vai observar a reflectância dos pigmentos de clorofila da vegetação, os valores determinam a qualidade da vegetação/tipo de vegetação do local, e valores negativos próximos a -1 representa que esse objeto ou área seja água ou qualquer outro tipo de ambiente que não apresenta vegetação, podendo ser área de solo exposto e edificações, dependendo dos valores encontrados. Quanto mais próximo de -1 subtende-se que existe água porque a assinatura espectral da água é negativa, pois pouco se reflete, diferente da presença de vegetação que apresenta altos índices de reflectância.

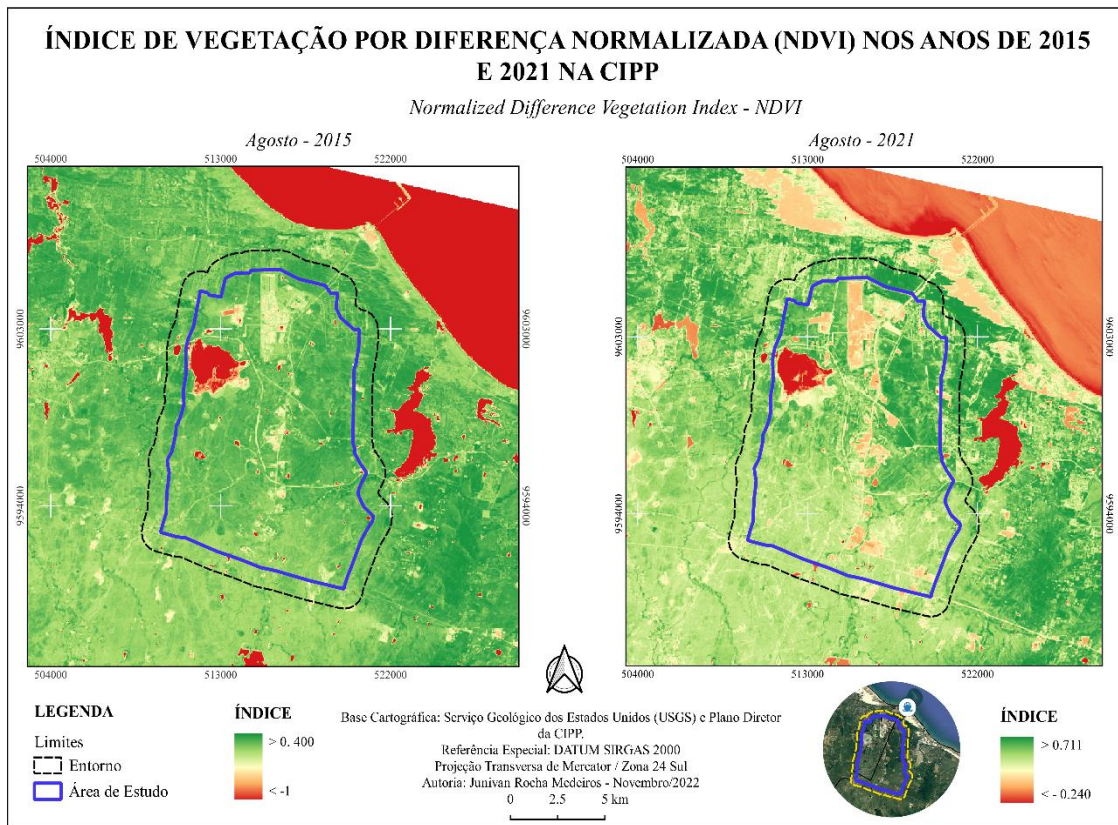
Portanto com base nos valores pré-determinados entre -1 e 1, os dados obtidos após a calcular os índices de refletância nas 4 imagens dos respectivos anos 2000, 2007, 2015 e 2021. Apresentaram os seguintes valores de NDVI, aos longos dos anos.

Figura 12: Índices de Refletância (NDVI) dos anos 2000 e 2007.



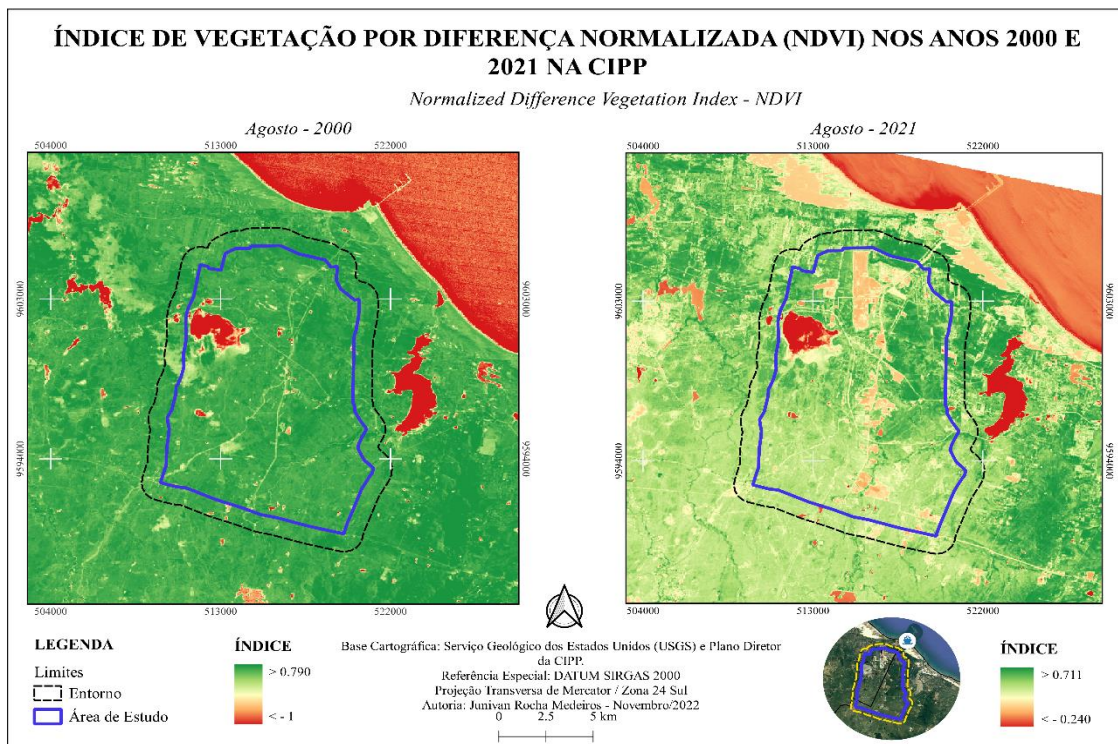
Fonte: Elaborado pelo autor (novembro de 2022).

Figura 13: Índices de Refletância (NDVI) dos anos 2015 e 2021.



Fonte: Elaborado pelo autor (novembro de 2022).

Figura 14: Índices de Refletância (NDVI) dos anos 2000 e 2021.



Fonte: Elaborado pelo autor (novembro de 2022).

Com a obtenção do NDVI fica nítido a mitigação das “áreas verdes” na área de estudo que é o Complexo Industrial e Portuário do Pecém, para entender melhor essa perda gradual de vegetação na área chegou-se então a alguns valores referentes a projeção de perda de vegetação ao longo dos anos.

Percebe-se também que nos recursos hídricos presentes na área de estudo ao longo dos anos, vai se modificando e mudando um pouco a coloração aos seus arredores para tonalidades mais claras que significa que está passando por um processo de assoreamento e ou processo de diminuição do espelho d’água, isso ocorre quando um recurso hídrico ao longo dos anos vai diminuindo suas proporções e quantidades de recursos hídricos.

Houve então uma mudança na gestão do território, o recurso hídrico que até então era usado para fins de abastecimento humano e animal passou a ser utilizado para fins industriais o que modificou drasticamente a quantidade e a qualidade desses recursos hídricos. Com os valores de Reflectância Obtidos é possível notar diferenças na qualidade vegetativa e dos recursos hídricos existentes.

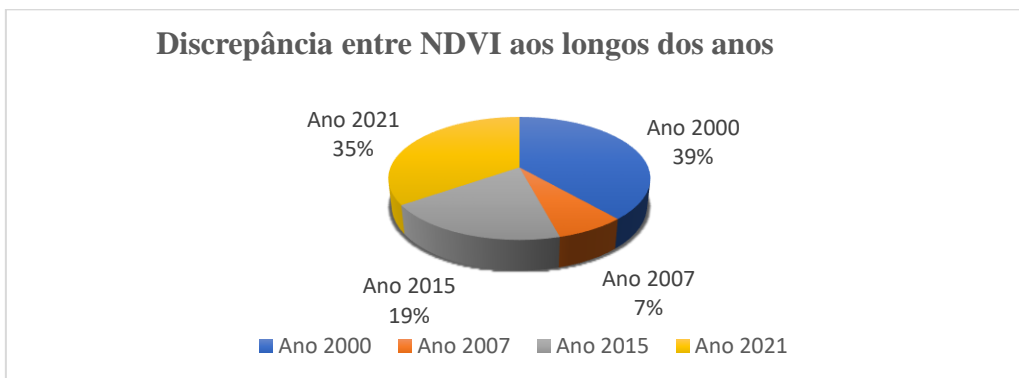
Tabela 2: Maiores e Menores Valores de Reflectância Obtidos

ANOS ANALIZADOS	VALORES OBTIDOS	
	V.Maior	V.Menor
Ano 2000	0,790	-1,50
Ano 2007	0,150	-1,30
Ano 2015	0,400	-1,00
Ano 2021	0,711	-0,240

Fonte: Elaborado pelo autor (novembro de 2022).

E para melhor o entendimento os gráficos a seguir mostram o que esses valores representam o Gráfico de Discrepância (maior valor – menor valor) obtido em cada imagem, o que significa o quanto de atividade antrópica há na área de estudo quanto maior a discrepância entre valores negativos e positivos significa que os valores negativos estão elevados.

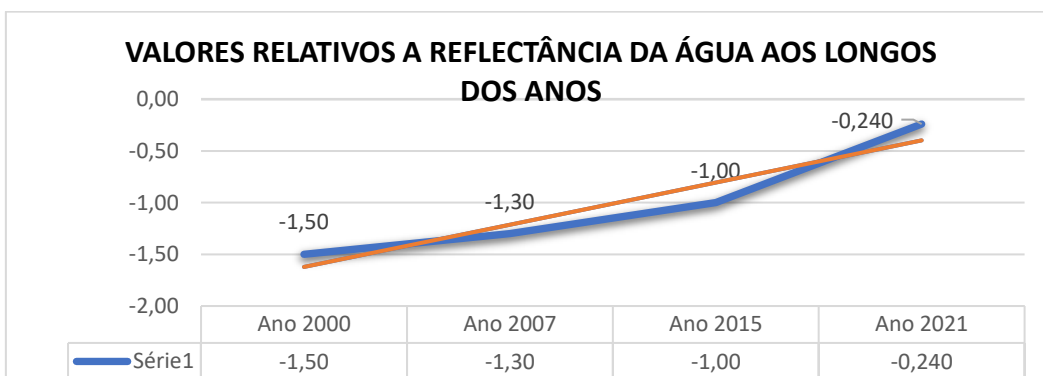
Gráfico 1: Discrepância Entre Valores Nos Anos Analisados.



Fonte: Elaborado pelo autor (novembro de 2022).

E analisando os valores obtidos é possível traçar uma projeção da redução dos valores negativos referentes a água (valores maiores e próximos à <-1), conforme os gráficos abaixo demonstram.

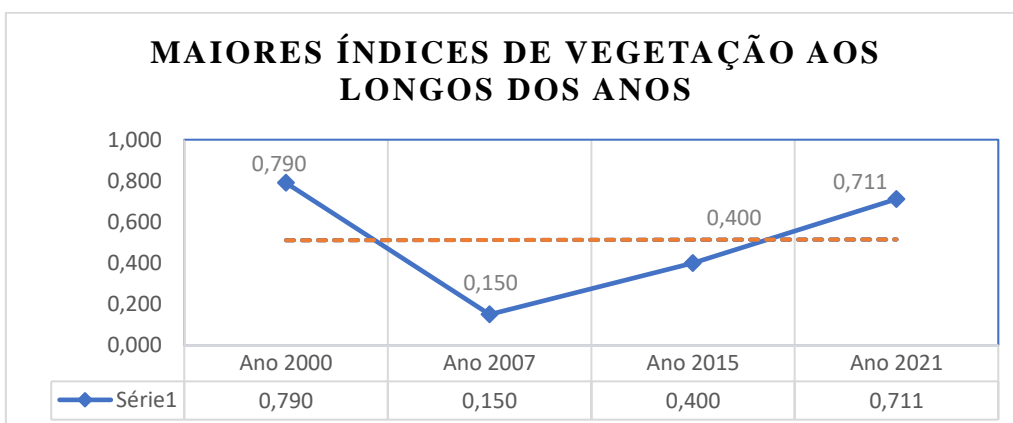
Gráfico 2: A Reflectância Da Água Aos Longos Dos Anos.



Fonte: Elaborado pelo autor (novembro de 2022).

Já nos valores referentes a vegetação evidencia-se uma redução seguida de uma melhora significativa ao longo dos 4 anos pesquisados.

Gráfico 3: Maiores Índices De Vegetação Aos Longos Dos Anos



Fonte: Elaborado pelo autor (novembro de 2022).

Com base nos gráficos 2 e 3 subte-se que há uma projeção (a linha laranja do gráfico de pontos), os valores negativos mais próximos de zero pode significar assoreamento das lagoas e ou solo exposto, já ao reduzir os valores positivos, assim caracteriza-se do aumento da ação antrópica na região devido as construções de novas empreendimentos e redução contínua da vegetação local, vale salientar que a reflectância das vegetações estão relacionadas as condições que estas estão sendo submetidas podendo fatores climáticos influenciar a condição da vegetação.

Para melhor evidenciar a área de estudo e sua evolução no desenvolvimento industrial na área delimitada da CIPP, foi utilizado imagens do Google Earth que são imagens temporais, e com elas é possível ver nitidamente o quanto se modificou aos longos dos anos.

Figura 15: Desenvolvimento das Obras da CIPP – Ano 2000

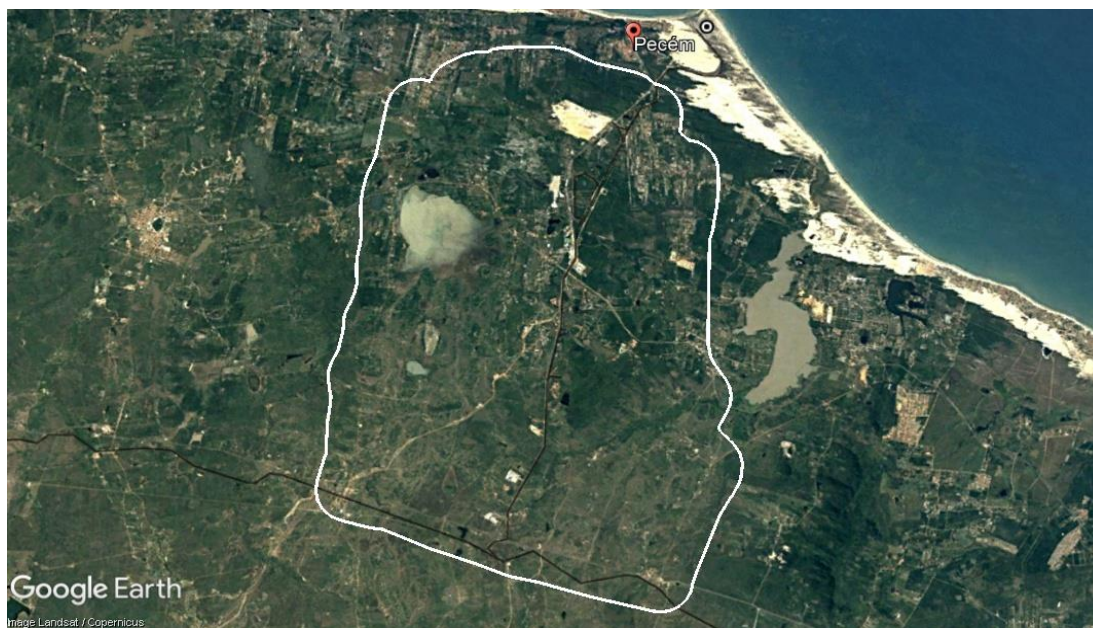


Fonte: Google Earth, 2000.

A área delimitada da CIPP pouco se tinha de solo exposto, apenas a área da terraplanagem da área que hoje situa a Companhia Siderúrgica do Pecém – CSP, as imagens a seguir mostra que com o passar dos anos mais e mais áreas de solos expostos e os empreendimentos foram se instalando.

As áreas verdes de vegetação mais densa eram predominantes, principalmente na parte norte do Complexo Industrial e Portuário do Pecém.

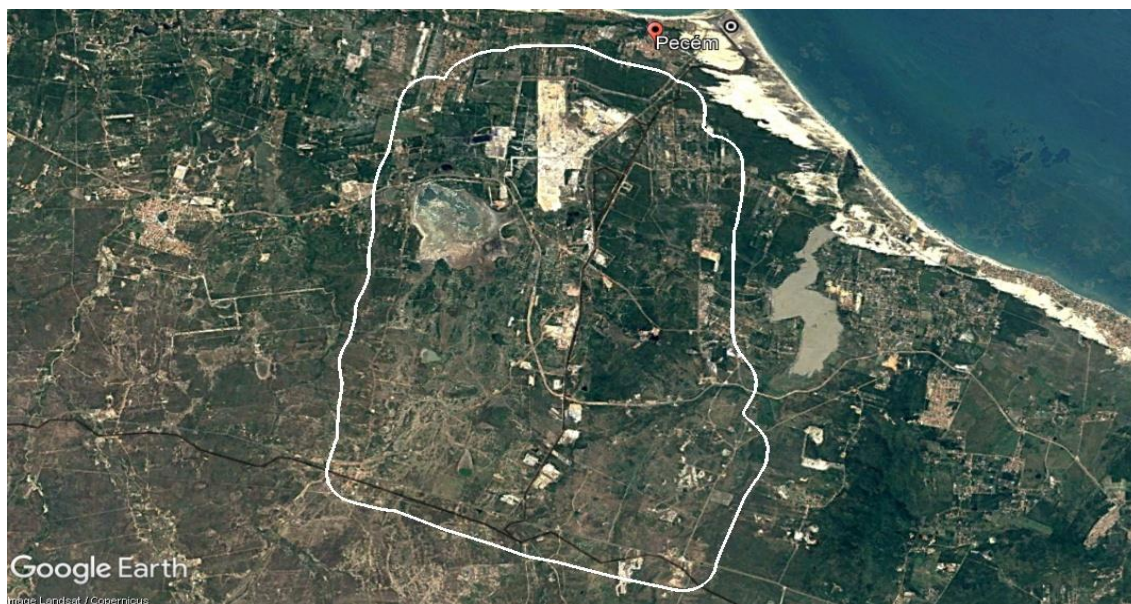
Figura 16: Desenvolvimento das Obras da CIPP – Ano 2007



Fonte: Google Earth, 2007.

A imagem de 2007, mostra que novas empresas foram se instalando próximos a rodovia CE – 422 que interliga o Porto do Pecém a BR – 222, que logisticamente são pontos estratégicos para carga e descarga de matéria prima e serviços.

Figura 17: Desenvolvimento das Obras da CIPP – Ano 2014

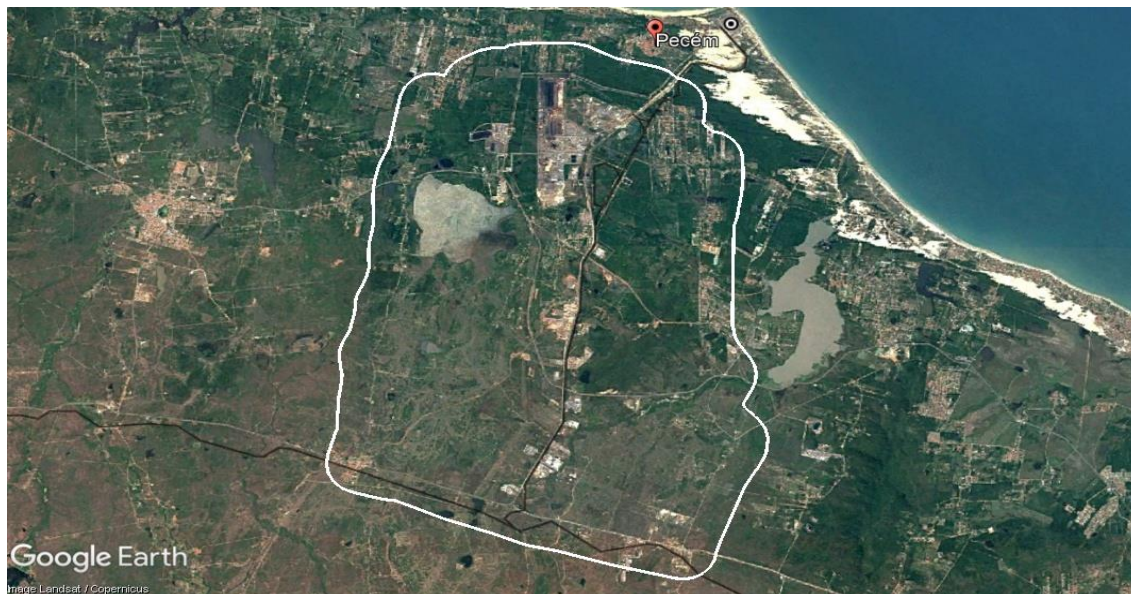


Fonte: Google Earth, 2014.

Ao longo de 7 anos houve um crescimento significativo de construções em torno da CE -422 e foi moldando assim no Complexo Industrial que é atualmente com

mais de 20 empreendimento de diferentes áreas de atuações.

Figura 18: Desenvolvimento das Obras da CIPP – Ano 2020.



Fonte: Google Earth, 2020.

A imagem mais recente do Google Earth que foi em 2020 apresenta a consolidação das áreas das empresas que compõem o Complexo e observa-se novas áreas de construções e ou ampliações. Outro ponto importante a ser destacado é que o entorno do CIPP foi se moldando e expandindo ao longo dos anos, principalmente pela especulação imobiliária que influenciou diretamente na região.

O NDVI dos anos 2007 e 2015 apresentam valores mais baixos de vegetação, isso ocorre por alguns fatores, nos quais os principais são as ações antrópicas (ações derivadas de atividades humanas) e fatores climáticos que podem afetar diretamente os recursos naturais.

Com base nisso foi feito um levantamento hídrico do município ao longo dos anos que foram escolhidos para o NDVI para comprovar se houve ou não interferência nos resultados. Mas ao observarmos as precipitações médias dos anos de 2000, 2007, 2015 e 2021 vemos que as chuvas não foram problema na região de São Gonçalo do Amarante, como mostram as imagens e gráficos a seguir.

Figura 19: Precipitações no ano de 2000 de São Gonçalo do Amarante.

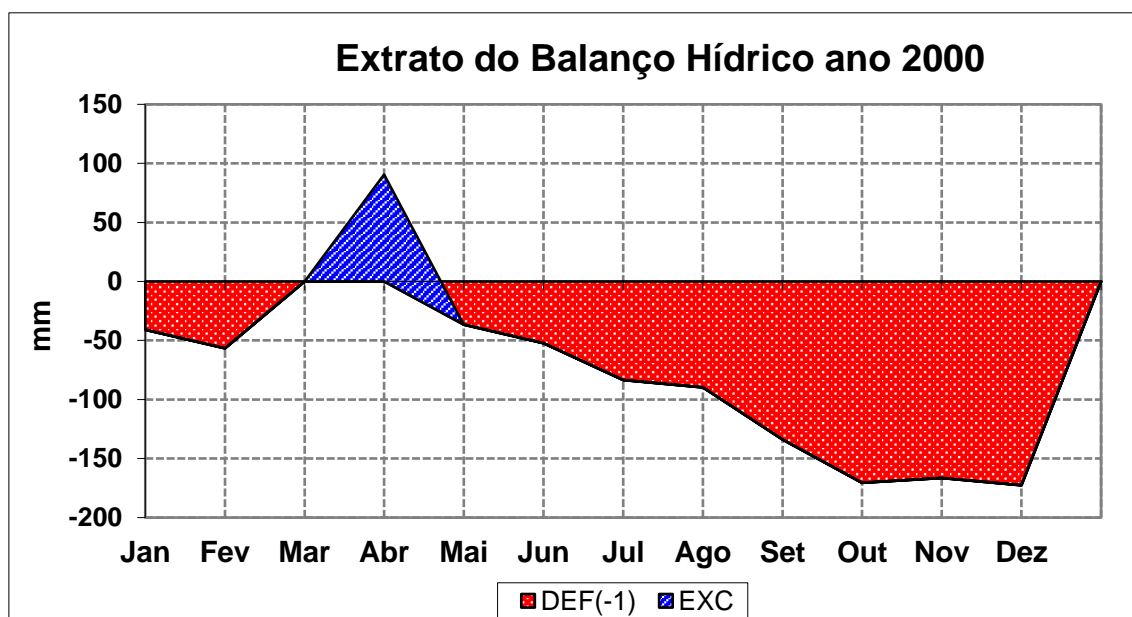
Dados					
Sumário		Destques			
Localizar	Município São Gonçalo do Amarante	Região	Todos		
Exportar Planilha					
Posto	Município	Região	Normal (mm)	Observado (mm)	Desvio (%)
SAO GONCALO DO AMARANTE	São Gonçalo do Amarante	LITORAL DE PECEM	970	945.9	-2.5
CROATA	São Gonçalo do Amarante	LITORAL DE PECEM	375.9	N.I.	N.I.
SIUPE	São Gonçalo do Amarante	LITORAL DE PECEM	0	N.I.	N.I.
SEDE	São Gonçalo do Amarante	LITORAL DE PECEM	0	N.I.	N.I.
CAGADO	São Gonçalo do Amarante	LITORAL DE PECEM	0	N.I.	N.I.
SANTO AMARO	São Gonçalo do Amarante	LITORAL DE PECEM	0	N.I.	N.I.

Fonte: Calendário de Chuvas - FUNCEME - chuva máxima do ano por município – 2000.

No ano de 2000 choveu em São Gonçalo do Amarante 945.9 milímetros um valor razoável considerado que é uma região litorânea.

Dados referentes ao balanço hídrico do município de São Gonçalo do amarante no ano de 2000:

Gráfico 4: Extrato do Balanço Hídrico ano 2000.

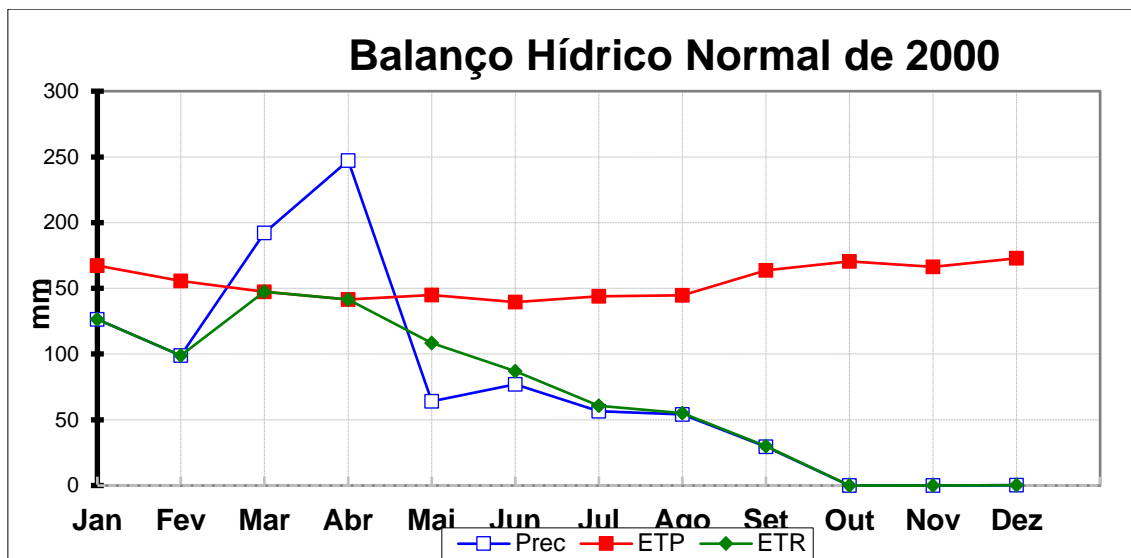


Fonte: (ROLIM e SENTELHAS, 1999), adaptado pelo autor, 2022.

O déficit hídrico apresentado é bem elevado, porem por ser uma região com

presença de muitas dunas que são aquíferos naturais, essas abastecem a população mantendo um controle hídrico.

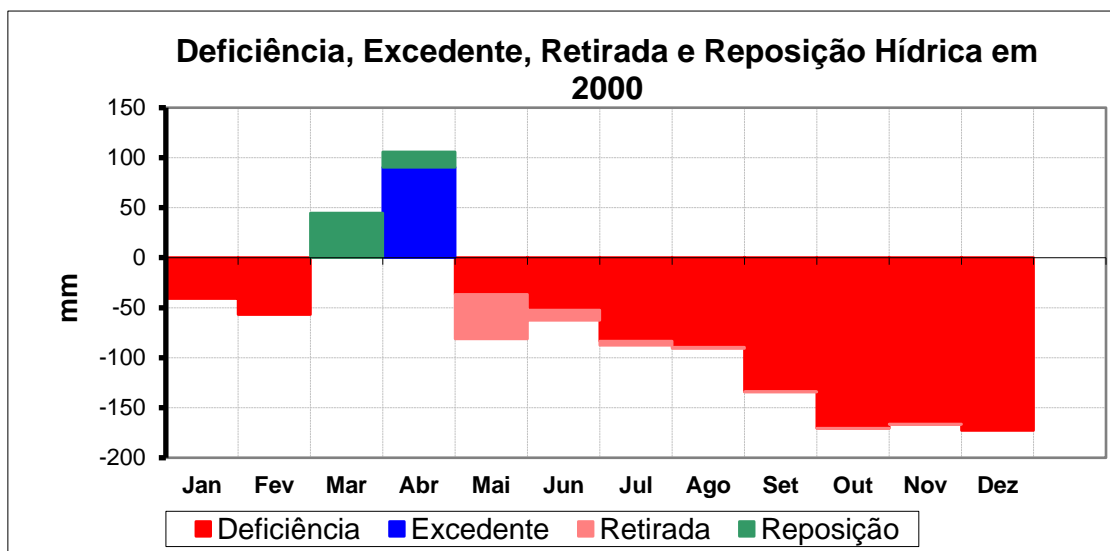
Gráfico 5: Balanço Hídrico Normal de 2000.



Fonte: (ROLIM e SENTELHAS, 1999), adaptado pelo autor, 2022.

A evapotranspiração real varia ao longo ano chega a igualar a evapotranspiração potencial nos meses de março e abril, mas depois a uma queda na evapotranspiração real, e que passa acompanhar precipitação anual enquanto a evapotranspiração potencial se mantém constante.

Gráfico 6: Deficiência, Excedente, Retirada e Reposição Hídrica em 2000.



Fonte: (ROLIM e SENTELHAS, 1999), adaptado pelo autor, 2022.

O gráfico de deficiência, excedente, retirada e reposição hídrica de 2000, mostra que a deficiência hídrica é muito maior que a reposição hídrica do município,

algo a se atentar devido ao fato da região ser polo industrial e ter um déficit hídrico tão elevado, o que influenciou diretamente nos usos dos recursos hídricos, e no CIPP é abastecido pelo canal da integração e por vários poços profundos que foram escavados aos longos dos anos nas dunas e na área do Complexo.

Já no ano de 2007 apresentou uma precipitação de 966.9 mm (milímetros) um pouco melhor que a precipitação anual histórica de 2000 que foi de 945.9 mm.

Para medir a chuva acumulada a cada 24 horas, a FUNCEME dispõe de uma extensa rede de pluviômetros convencionais, com mais de cinco centenas deles espalhados por todo o estado (nas sedes e nos distritos dos municípios cearenses). Ela também possui mais de três dezenas de pluviômetros automáticos que medem a precipitação em intervalos de tempo menores do que o período de um dia. Além disso, a Funceme utiliza, em várias regiões do Ceará, mais de sete dezenas de modernas Plataformas Automáticas de Coletas de Dados (PCDs) que registram a chuva e outros parâmetros meteorológicos, e uma dezena de disdômetros que medem o tamanho e a velocidade de queda das gotas de chuva. Esses últimos são mais destinados a estudos meteorológicos especiais. São ainda usados dois radares meteorológicos para o monitoramento das chuvas no estado.

Figura 20: Precipitações no ano de 2007 de São Gonçalo do Amarante.

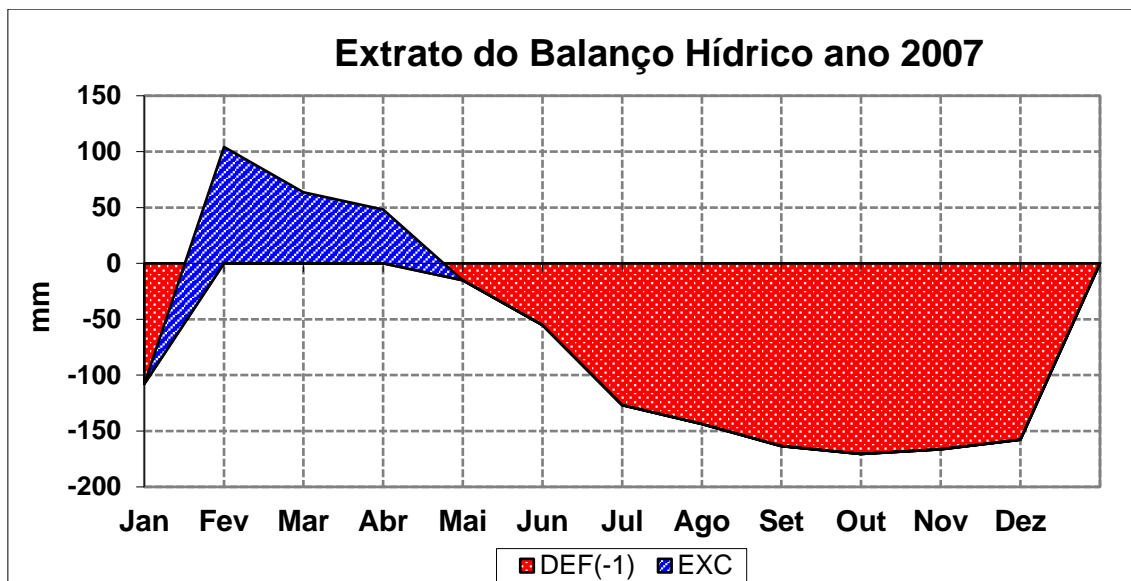
Dados					
Sumário		Destques			
Localizar	Município	Região		Todos	
Exportar Planilha					
Posto	Município	Região	Normal (mm)	Observado (mm)	Desvio (%)
SAO GONCALO DO AMARANTE	São Gonçalo do Amarante	LITORAL DE PECEM	970	966.9	-0.3
CROATA	São Gonçalo do Amarante	LITORAL DE PECEM	375.9	0	-100
SIUPE	São Gonçalo do Amarante	LITORAL DE PECEM	0	N.I.	N.I.
SEDE	São Gonçalo do Amarante	LITORAL DE PECEM	0	N.I.	N.I.
CAGADO	São Gonçalo do Amarante	LITORAL DE PECEM	0	N.I.	N.I.
SANTO AMARO	São Gonçalo do Amarante	LITORAL DE PECEM	0	N.I.	N.I.

Fonte: Calendário de Chuvas - FUNCEME - chuva máxima do ano por município – 2007.

O extrato do balanço hídrico mostra que em 2007 que o déficit hídrico apresentado é continua bem elevado, mas o excedente parece um pouco melhor

comparado ao ano de 2000, isso se explica devido o periodo chuvoso iniciou mais cedo e prolongou por mais meses o que influenciou no balanço hídrico da região.

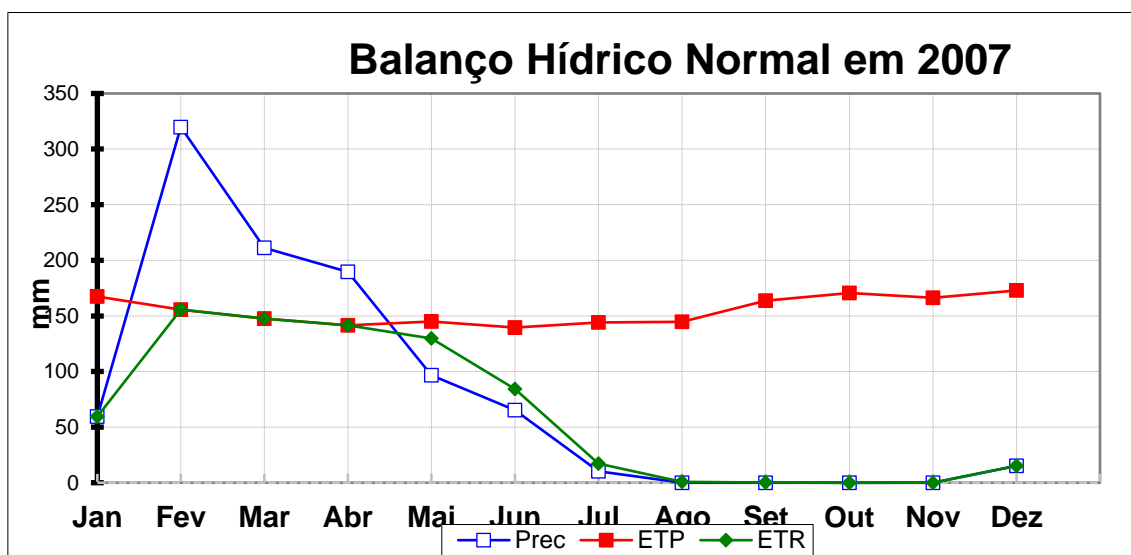
Gráfico 7: Extrato do Balanço Hídrico ano 2007.



Fonte: (ROLIM e SENTELHAS, 1999), adaptado pelo autor, 2022.

O balanço hídrico normal de 2007 que a evapotranspiração real acompanha a evapotranspiração potencial até o mês de maio, logo mais, ele decresce e acompanha as precipitações no restante do ano.

Gráfico 8: Balanço Hídrico Normal de 2007.

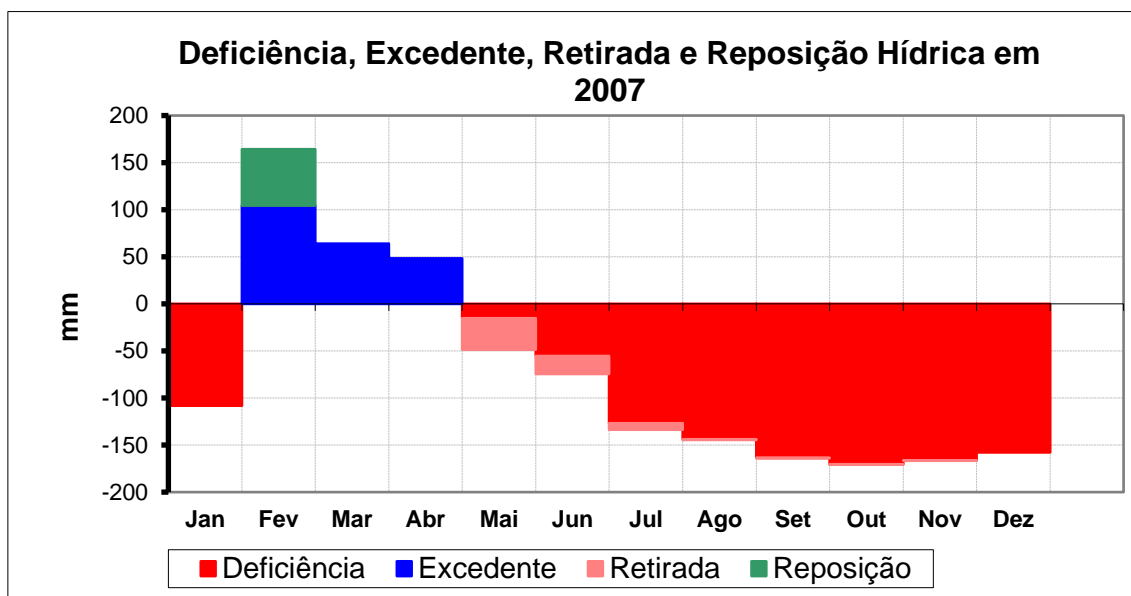


Fonte: (ROLIM e SENTELHAS, 1999), adaptado pelo autor, 2022.

O gráfico de deficiência, excedente, retirada e reposição hídrica de 2007, mostra que a deficiência hídrica é muito maior que a reposição hídrica do município,

mas algo difere do gráfico de 2000 que é a reposição e o excedente que foram superiores por um determinado período no ano, isso foi benéfico tanto para a vegetação nativa como para a população e para os agricultores da região, pois devido a regularidade de chuvas em aproximadamente 3 meses.

Gráfico 9: Deficiência, Excedente, Retirada e Reposição Hídrica em 2007.



Fonte: (ROLIM e SENTELHAS, 1999), adaptado pelo autor, 2022.

No ano de 2015 apresentou uma precipitação de 1480.4 mm (milímetros) um valor bem melhor que a precipitação anual histórico de 2007 que foi de 966.9 mm.

Figura 21: Precipitações no ano de 2015 de São Gonçalo do Amarante.

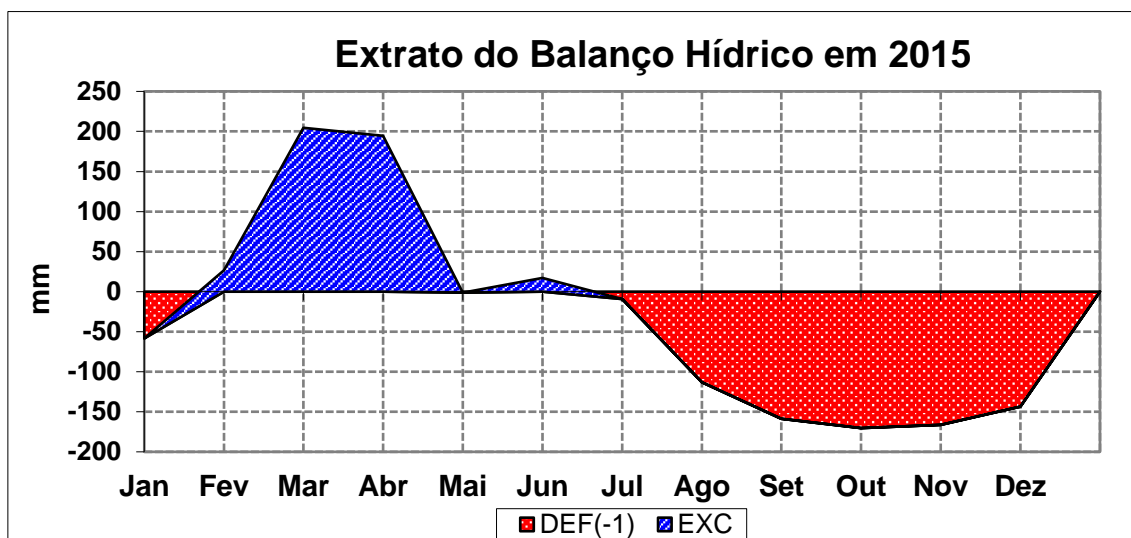
Dados					
Localizar		Município	Região	Todos	
Exportar Planilha		São Gonçalo do Amarante			
Posto	Município	Região	Normal (mm)	Observado (mm)	Desvio (%)
SIUPE	São Gonçalo do Amarante	LITORAL DE PECEM	0	1480.4	0
SANTO AMARO	São Gonçalo do Amarante	LITORAL DE PECEM	0	1274.1	0
SEDE	São Gonçalo do Amarante	LITORAL DE PECEM	0	1121.5	0
CROATA	São Gonçalo do Amarante	LITORAL DE PECEM	375.9	987.3	162.6
CAGADO	São Gonçalo do Amarante	LITORAL DE PECEM	0	957	0
SAO GONCALO DO AMARANTE	São Gonçalo do Amarante	LITORAL DE PECEM	970	762.8	-21.4

Fonte: Calendário de Chuvas - FUNCEME - chuva máxima do ano por município – 2015.

Em 2015, embora muitas cidades do Ceará tiveram o ano com baixa precipitação, o município de São Gonçalo do Amarante obteve uma das maiores médias

pluviométricas com o valor de 1480,4 mm. Esse valor se deu principalmente pela regularidade de chuvas no primeiro semestre desse ano, sendo os meses de março e abril os meses mais chuvosos. O extrato do balanço hídrico de 2015 mostra o excedente e o déficit hídrico.

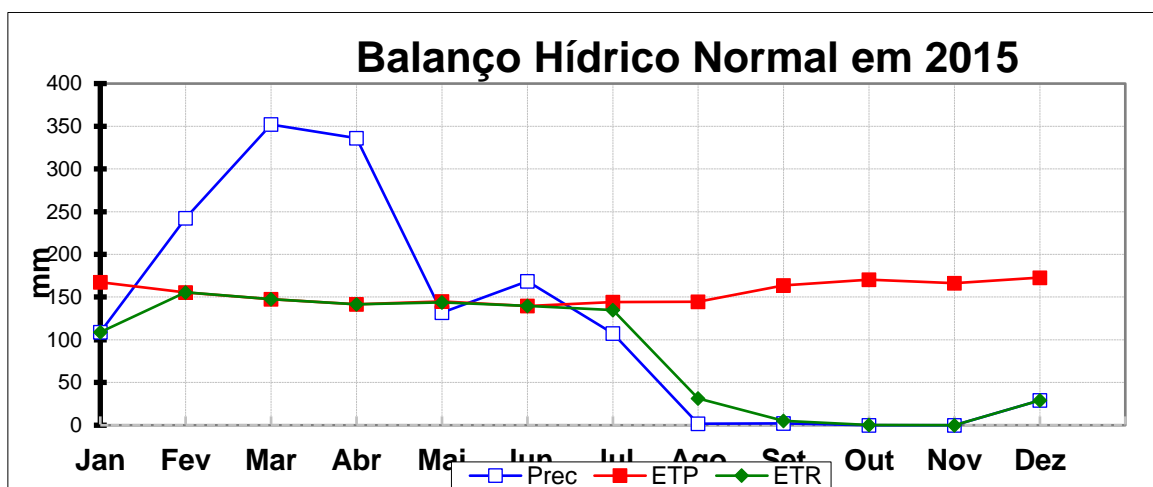
Gráfico 10: Extrato do Balanço Hídrico ano 2015.



Fonte: (ROLIM e SENTELHAS, 1999), adaptado pelo autor, 2022.

O balanço hídrico normal de 2015 que a evapotranspiração real acompanha a evapotranspiração potencial até meados de julho após isso nota-se que evapotranspiração real aproxima e chega a igualhar a precipitação nos últimos meses do ano.

Gráfico 11: Balanço Hídrico Normal de 2015.

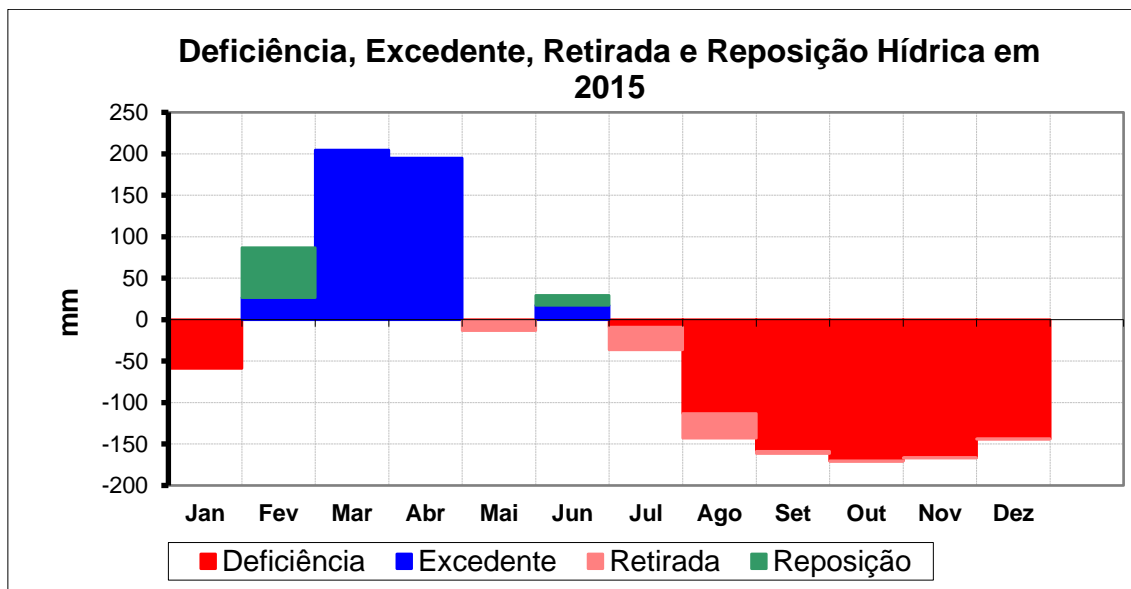


Fonte: (ROLIM e SENTELHAS, 1999), adaptado pelo autor, 2022.

O gráfico de deficiência, excedente, retirada e reposição hídrica de 2015,

mostra que a deficiência hídrica é muito menor comparado aos anos anteriores pesquisados e a reposição hídrica do município teve uma melhora significativa, a reposição e o excedente que foram superiores por determinado período no ano.

Gráfico 12: Deficiência, Excedente, Retirada e Reposição Hídrica em 2015.



Fonte: (ROLIM e SENTELHAS, 1999), adaptado pelo autor, 2022.

As precipitações de 2021 foram menores que o ano de 2015 que obteve a precipitação anual de 1480,4 mm, no ano de 2021 as chuvas acumuladas anualmente obtiveram a pluviosidade de 1135,2 mm, que mesmo assim foi um valor superior aos valores de precipitações dos anos de 2000 e 2007 respectivamente.

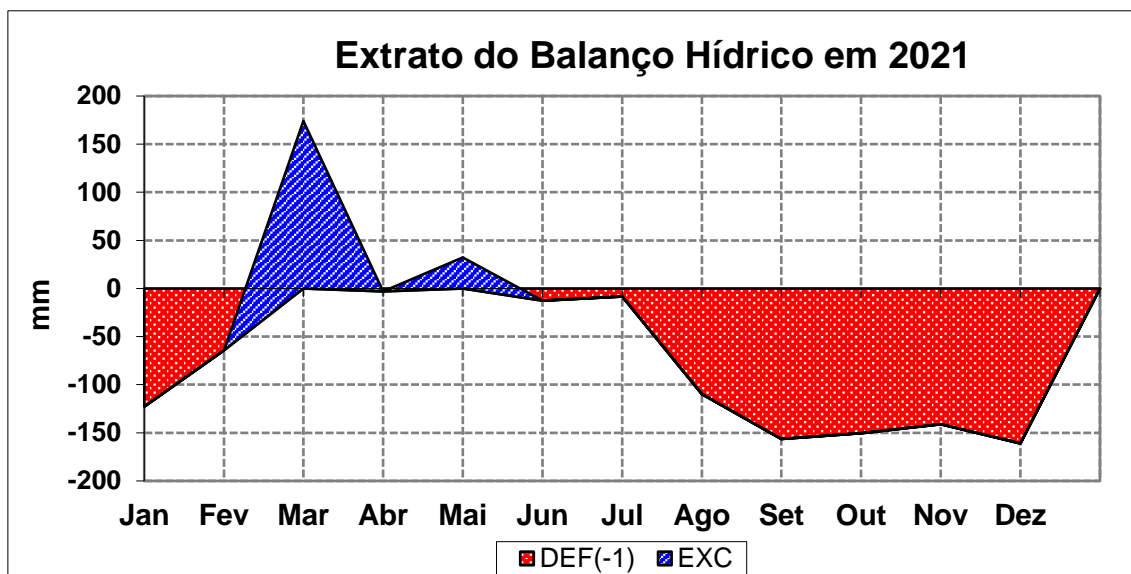
Figura 22: Precipitações no ano de 2021 de São Gonçalo do Amarante.

Dados					
Sumário					
Destques					
Localizar	Município	Região	Todos		
	São Gonçalo do Amarante				
Exportar Planilha					
Posto	Município	Região	Normal (mm)	Observado (mm)	Desvio (%)
SANTO AMARO	São Gonçalo do Amarante	LITORAL DE PECEM	0	1135.2	0
SIUPE	São Gonçalo do Amarante	LITORAL DE PECEM	0	1053.1	0
SEDE	São Gonçalo do Amarante	LITORAL DE PECEM	0	850.8	0
SAO GONCALO DO AMARANTE	São Gonçalo do Amarante	LITORAL DE PECEM	970	845.4	-12.8
CROATA	São Gonçalo do Amarante	LITORAL DE PECEM	375.9	785.3	108.9
CAGADO	São Gonçalo do Amarante	LITORAL DE PECEM	0	768	0

Fonte: Calendário de Chuvas - FUNCEME - chuva máxima do ano por município – 2021.

O Extrato do Balanço Hídrico de 2021 mostra que as chuvas começaram um pouco mais tarde que o ano de 2015, mas o período chuvoso prolongou-se até o mês de junho o que foi muito interessante, pois embora não tenha chovido tanto como 2015, mas o valor excedente foi permitiu haver uma boa reposição dos recursos hídricos da região.

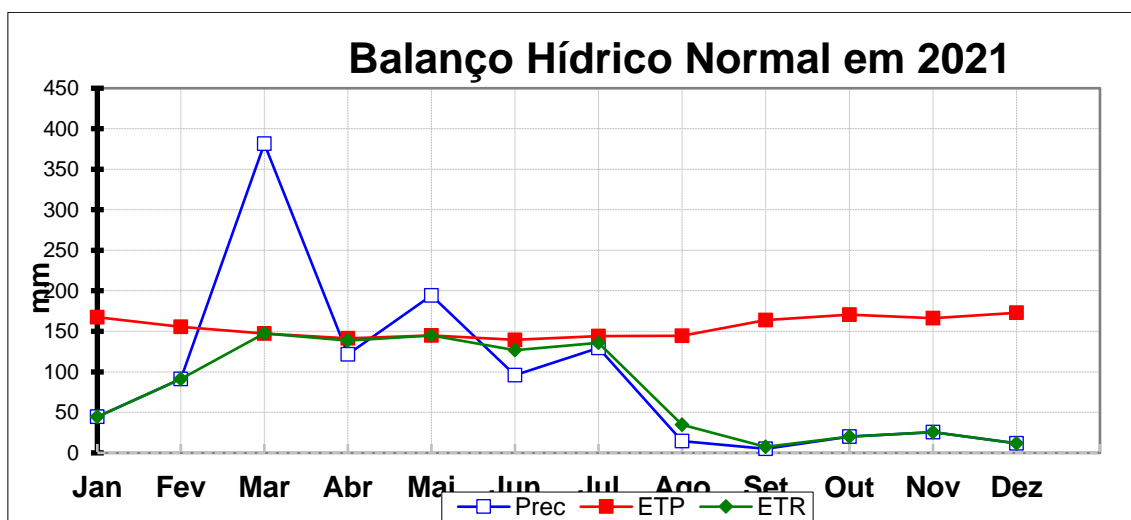
Gráfico 13: Extrato do Balanço Hídrico ano 2021.



Fonte: (ROLIM e SENTELHAS, 1999), adaptado pelo autor, 2022.

O balanço hídrico normal de 2021 apresenta que a evapotranspiração real acompanha precipitação anual a partir de julho quando reduzem as chuvas, já a evapotranspiração potencial se mantém constante, mas nota-se que evapotranspiração real aproxima da evaporação potencial nos meses março a julho.

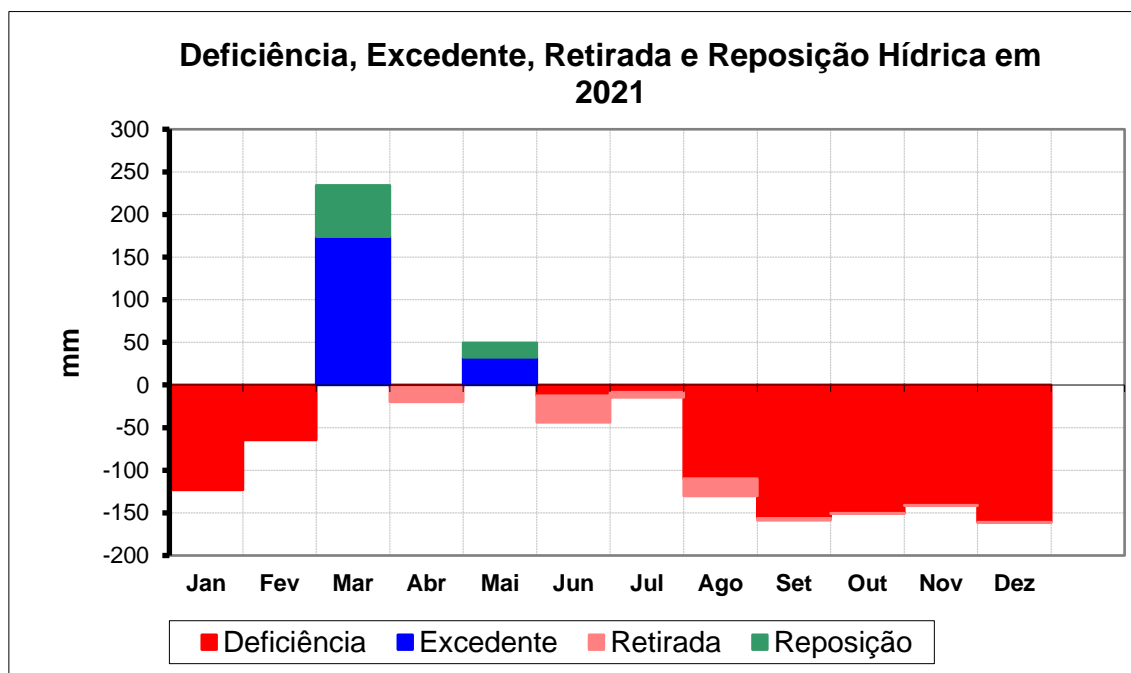
Gráfico 14: Balanço Hídrico Normal de 2021.



Fonte: (ROLIM e SENTELHAS, 1999), adaptado pelo autor, 2022.

O gráfico de deficiência, excedente, retirada e reposição hídrica de 2021, mostra que a deficiência hídrica é muito menor comparado a alguns anos anteriores pesquisados, o aumento da reposição e o excedente mesmo que em determinado mês foram essenciais para reduzir a deficiência hídrica.

Gráfico 15: Deficiência, Excedente, Retirada e Reposição Hídrica em 2021.



Fonte: (ROLIM e SENTELHAS, 1999), adaptado pelo autor, 2022.

Com os dados do balanço hídrico e o NDVI ao longo dos anos é possível assim descartar o fator climático como motivo dos valores de vegetação do NDVI serem baixos como nos anos 2007 e 2015, esses anos apresentam valores mais baixos de reflectância da vegetação, mas com base no balanço hídrico de São Gonçalo do Amarante, o fator climático não foi um problema específico, desta forma é possível que a causa dessa redução espectral seja pelo estresse vegetativo pela ação antrópica nesse determinado período de construções e desenvolvimento ao longo desses anos.

Outro ponto a ser observado é que nos anos 2000 e 2021 apresentaram valores de reflectância próximos, ou seja, a vegetação nativa local e sobrevivente desse período de 21 anos, apresentou uma melhora significativa comparado aos anos de 2007 e 2015 que obtiveram uma reflectância bem próximo a 0.3, característica de vegetação menos densa e mais esparsa e com características das plantas caducifólias, esse tipo vegetativo é presente na floresta nativa porém esses valores estão muito abaixo do esperado.

A explicação possível para o aumento do valor do NDVI de 2021 se dá principalmente ao aumento da pluviosidade anual da região que em 2000 foi de 945 mm/ano para 2021 com 1135,2 mm/ano, e com as imagens do Google Earth mostra claramente que houve uma redução nas construções de novas empresas no complexo, o que pode ter influenciado diretamente na saúde vegetativa e na resposta espectral apresentada.

6. CONCLUSÃO

Nos últimos anos o Complexo Industrial e Portuário do Pecém apresentou grandes modificações em suas paisagens e em seu território, fato é relacionado com a chegada de novos empreendimentos, mas também a ampliação das empresas já pré-existentes, essa mudança foi nítida nos mapas NDVI com a perda de vegetação aparente e aumento de construções ao longo dos anos.

Os impactos causados por essa perda da flora nativa estão causando vários problemas ambientais como a redução da fauna silvestre da região como espécies de aves, mamíferos, répteis, roedores e outras variedades de espécies que facilmente era possível encontrar na região, que foram aos poucos sumindo e hoje dificilmente são encontradas, devido principalmente a redução de seus habitats naturais.

Outro problema relacionado a perda da fauna nativa é a degradação dos solos, devido ao grande aumento de regiões de solo exposto, favorece as perdas de nutrientes, a suscetibilidade de lixiviação e com isso, aumentando a possibilidade dos solos sofrerem processos erosivos, dependendo da gestão desses solos pode até mesmo entrar em estado de desertificação, tudo isso pode ser evitado com vegetação de pequeno, médio e grande porte que consegue fixar os nutrientes do solo e a cobertura vegetal protege diretamente o solo dos raios solares.

E foi a partir das técnicas de geoprocessamento e de sensoriamento remoto que possibilitou então analisar as imagens do satélite LANDSAT 5 e 8, e com as imagens calculando o NDVI ficou evidente que houve perda considerável de vegetação na região do Complexo Industrial e Portuário do Pecém, e que a área verde restante sofre diretamente os impactos das ações antropogênicas, o fator climático favorece a vegetação da região que embora tenha perdido grande quantidade de mata nativa houve uma recuperação na qualidade da saúde das plantas, pois os índices de reflectância apresentaram um aumento significativo nos últimos anos, intensificando a resiliência e poder de recuperação da vegetação da região.

Com relação aos dados de emissão de CO₂ do município de São Gonçalo do Amarante, é importante salientar que a mudança do uso do solo do município que

ao longo dos anos as emissões principalmente foram geradas pela produção energia elétrica pelas termoelétricas que utilizam carvão mineral que é uma fonte não renovável de matéria prima e extremamente poluidor devido ao fato de liberar muitos gases que influenciam diretamente nas mudanças climáticas. Mesmo o mundo em busca da redução de gases do efeito estufa, no Brasil e principalmente no Ceará ainda persiste em produzir energia elétrica de forma arcaica e danosa ao meio ambiente.

Para reduzir mais impactos sociais e ambientais pelas emissões de CO₂ e outros gases liberados pela combustão do carvão mineral, uma alternativa é mudança na matriz energética, de uma fonte não renovável e danosa ao meio ambiente para uma fonte confiável e renovável como a produção de energia elétrica por painéis solar fotovoltaico (energia solar), por causas das altas temperaturas e clima e altos índices de incidência de raios solares devido a posição geográfica privilegiado e os grandes períodos sem chuvas no ano, outra alternativa é a energia eólica que é pouco utilizada no município, porém é uma boa alternativa para a redução das emissões de CO₂ na atmosfera, além de utilizar uma matéria prima gratuita e uma fonte renovável, o município de São Gonçalo é agraciado com belas praias e dunas que normalmente é utilizado apenas para o turismo e pesca, alternativas existem a mudança de matriz energética é essencial para uma melhora na qualidade de vida da população e para o meio ambiente.

Quanto aos desmatamentos ocorridos principalmente nas construções dos novos empreendimentos, deve-se prioritariamente fazer um plano de manejo e um estudo de impacto ambiental mais detalhado, devido ao fato do EIA apresentado no início das obras não prever e apresentar todos os impactos ambientais e sociais ocasionados pelo desmatamento e as construções dos empreendimentos já instaladas, e isso reforça que se faz necessário maneiras e métodos para amenizar ainda mais novos impactos que podem ser causados pela derrubada de vegetação nativa sem qualquer estudo prévio.

O desenvolvimento não é apenas econômico, mas sim envolve tudo o que se encontra no ecossistema, desta forma o ideal é sempre pensar e elaborar formas a evitar danos ambientais que sempre afeta a saúde e a sociedade que nela vive.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADERALDO, Janaina Ferreira. Complexo Industrial e Portuário do Pecém: promoção ou ameaça do desenvolvimento sustentável regional? Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Ceará – Programa de Desenvolvimento em Meio Ambiente. 2012

ALBUQUERQUE, M. F. C. Zona costeira do Pecém: da vila de pescador a região portuária. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual do Ceará. Fortaleza, 2005.

ANTONIO, Davi Gutierrez. Comunidades Sustentáveis: um estudo de percepção, interpretação e valoração da paisagem mediante o conhecimento tradicional. 2013. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências e ciências exatas. Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2013.

ARAÚJO, Rogério César Pereira de; FREITAS; Kelly Silva de; ALBUQUERQUE, Robério Lopes de. Impactos socioeconômicos do complexo industrial e portuário do Pecém (CIPP) sobre os pescadores artesanais, São Gonçalo do Amarante-CE. Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, Anais... Porto Alegre, 26 a 30 de julho de 2009.

ARQUITETURA, e P. Plano Diretor Participativo: São Gonçalo do Amarante. Fortaleza: 2013.

ASSAD, Eduardo Delgado; SANO, Edson Eyji. Sistema de informações geográficas: Aplicações na agricultura. Brasília: Embrapa informação tecnológica, 1998. 06 p.

BAKKER, K. Water Security: Research Challenges and Opportunities. *Science*, v. 337, n. 6097, p. 914–915, 2012.

BERNARDES, J. A.; FERREIRA, F. P. M. Sociedade e Natureza. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (orgs.). *A questão ambiental: diferentes abordagens*. 3 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. p. 17-41.

BLASCHKE, Thomas; KUX Hermann. Sensoriamento remoto e SIG avançados: novos sistemas sensores: métodos inovadores / versão brasileira atualizada. 2ª ed., São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

CARVALHO, Nathália Leal et al. Desenvolvimento sustentável x desenvolvimento econômico. *Revista Monografias Ambientais*, v. 14, n. 3, p. 109-117, 2015.

CASTRO, A. S. F. MORO, M. F. MENEZES, M. O. T. de. O Complexo Vegetacional da Zona Litorânea no Ceará: Pecém, São Gonçalo do Amarante. *Acta bot. bras.* 26(1): 108-124. 2012.

CASTRO, Lígia Maria Silva Pereira. Paisagem e percepção ambiental: uma análise acerca das transformações antropogênicas no distrito do Pecém–São Gonçalo do Amarante (Ceará). 2021.

CENTEC. Relatório de Impacto Ambiental do Complexo Industrial do Pecém. Elaborado para Secretaria de Infra-Estrutura (SEINFRA). Instituto Centro de Ensino Tecnológico. Fortaleza. Biblioteca da Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Ceará, vol. 01, Tomo B1, Fortaleza, 2009.

COOK, C.; BAKKER, K. Water security: Debating an emerging paradigm. *Global Environmental Change*, v. 22, n. 1, p. 94–102, 2013.

CLAUDINO SALES, Vanda; PEULVAST, Jean-Pierre. GEOMORFOLOGIA DA ZONA COSTEIRA DO ESTADO CEARÁ, NORDESTE DO BRASIL. Litoral e sertão: natureza e sociedade no nordeste brasileiro, v. 1, p. 349, 2006.

EMBRAPA. Manejo adequado do solo aumenta sequestro de carbono. 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/72379135/manejo-adequado-do-solo-aumenta-sequestro-de-carbono-em-areas-irrigadas#:~:text=A%20reten%C3%A7%C3%A3o%20de%20CO2%20no,conhecer%20e%20mitigar%20mudan%C3%A7as%20clim%C3%A1ticas>. Acesso em: 15 nov. 2022.

EPENGENHARIA. Efallengenharia, 2019. Geração Elétrica Mundial 2019: Queda de Uso do Carvão e Aumento das Renováveis. Disponível em: [https://efallengenharia.com.br/blog/geracao-eletrica-mundial-2019-queda-de-uso-do-carvao-e-aumento-das-renovaveis-1547#:~:text=Segundo%20a%20Ag%C3%Aancia%20Internacional%20de,hora%20\(TWh\)%20de%20energia](https://efallengenharia.com.br/blog/geracao-eletrica-mundial-2019-queda-de-uso-do-carvao-e-aumento-das-renovaveis-1547#:~:text=Segundo%20a%20Ag%C3%Aancia%20Internacional%20de,hora%20(TWh)%20de%20energia). Acesso em: 25 nov. 2022.

FERNANDES, A. 1990. Conjunto vegetacional cearense. Pp. 51-98. In: A. Fernandes (Ed.). *Temas fitogeográficos*. Fortaleza, Stylyus Comunicações.

FERREIRA, Jurandyr Pires. *Enciclopédia dos municípios Brasileiros*. XVI Volume, IBGE; Rio de Janeiro, 1959.

FIGUEIREDO, M.A. 1997. A cobertura vegetal do Ceará (Unidades Fitoecológicas) In: Ceará (Ed.). *Atlas do Ceará*. Fortaleza, IPLANCE.

FUNCEME. Calendário de Chuvas. Chuva Máxima Do Ano Por Município. Disponível em: <http://funceme.br/app-calendario/anual/municipios/maxima/2020> . Acesso em: 20 nov. 2022.

FURTADO, Lara Moura. *Vulnerabilidade natural e ambiental do município de São Gonçalo do Amarante, Ceará*. 2016.

GARRICK, D.; HALL, J. W. Water Security and Society: Risks, Metrics, and Pathways. *Annual Review of Environment and Resources*, v. 39, n. 1, p. 611–639, 2014.

GONÇALVES, Carlos Porto. O desafio ambiental. In: EMIR, Sader. *Os porquês da desordem mundial, mestres explicam a globalização*. Rio de Janeiro: Record, 2004.

GRIGORIEV, A. A. OS FUNDAMENTOS TEÓRICOS DA MODERNA GEOGRAFIA FÍSICA (TA". 1968).

IPECE. PERFIL BÁSICO MUNICIPAL 2014: São Gonçalo do Amarante. Fortaleza: 2014. Disponível em: https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2013/01/Sao_Goncalo_do_Amarante.pdf . Acesso em: 20 nov. 2022.

JENSEN, John R. Sensoriamento Remoto do Ambiente: Uma perspectiva em recursos terrestres, tradução autorizada segunda edição. São José dos Campos, São Paulo: Parêntese Editora, 2011. XIII p.

JEPSON, W. Measuring “no-win” waterscapes: Experience-based scales and classification approaches to assess household water security in colonias on the US-Mexico border. *Geoforum*, v. 51, p. 107–120, 2014.

LEFF, Enrique. La Capitalización de la Naturaleza y las Estratégias Fatales de la Sustentabilidad. In *Formation Ambiental* vol 7, n. 16, 17-20, 1996.

LOUREIRO, Caroline Vitor. A vulnerabilidade como indicador de qualidade ambiental em área do baixo curso dos rios Maranguapinho e Ceará/CE: subsídios para o zoneamento ambiental. 2011.

MAGALHÃES, Carolina Carneiro. Análise Geoambiental e Alterações Socioespaciais na Planície Litorânea de São Gonçalo do Amarante-CE, 2014.

MENDES, Marina Ceccato. Desenvolvimento sustentável. 2008. Disponível em: http://educar.sc.usp.br/biologia/textos/m_a_txt2.html . Acesso em: 20 nov. 2022.

MENDONÇA, Francisco de Assis. Geografia e meio ambiente. São Paulo: Cortez, 8. ed. 2005.

NIMER, E. 1972. Climatologia da Região Nordeste do Brasil: subsídios à geografia regional do Brasil, *Revista Brasileira de Geografia* 34(2): 5-51.

NUTO, Sharmênia de Araújo Soares et al. Port and industrial compound of Pecém: an epidemiological survey. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 26, p. 1613-1624, 2021.

PRAHALAD, C. K. A Riqueza na base da pirâmide: como erradicar a pobreza com o lucro. Porto Alegre: Bookman, 2005.

RIJSBERMAN, Frank R. Water scarcity: fact or fiction?. *Agricultural water management*, v. 80, n. 1-3, p. 5-22, 2006.

ROLIM, G. de S.; SENTELHAS, P. C. Balanço hídrico normal por Thorntwaite e Mather (1955). Piracicaba: ESALQ/USP–Departamento de Ciências Exatas: Área de Física e Meteorologia, 1999.

ROSS, Jurandy L. S. Análise empírica da fragilidade empírica dos ambientes naturais e antropizados. *Revista do Depto de Geografia da USP*. São Paulo. n.8, 1994.

SANTOS, Jader et al. Abordagem Geoambiental Aplicada à Análise da Vulnerabilidade e dos Riscos em Ambientes Urbanos-DOI 10.5216/bgg. v34i2. 31730. *Boletim Goiano de Geografia*, v. 34, n. 2, p. 215-232, 2014.

SEEG. Observatório do clima. Estatísticas: Entenda as emissões em números, por setor, atividade e tipo de gás. Disponível em: <https://plataforma.seeg.eco.br/cities/statistics> . Acessado em: 20 nov. 2022.

SILVA, Alanda Mábilli Aguiar; SILVA, Célia Maria Santos da. O turismo sustentável como comportamento de moda. 2013. 9 f. Monografia (Especialização) - Universidade Estadual do Piauí, Teresina, 2013.

SILVA, Jorge Xavier; ZAIDAN, Ricardo Tavares. Geoprocessamento & Análise Ambiental, Aplicações, Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

SOARES, Tailandia Oliveira et al. IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELO DESMATAMENTO: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA. Revista Saúde e Meio Ambiente, v. 9, n. 2, 2019.

TENÓRIO, Fernando Guilherme; NASCIMENTO, Fabiano Christian Pucci do; Fundação Getúlio Vargas. Responsabilidade social empresarial: teoria e prática. 2. ed. Rio de Janeiro (RJ): 2006 Ed. da FGV.

TÓFOLI, Ana Lúcia Farah de. Disputas territoriais entre o Complexo Industrial e Portuário do Pecém e as populações tradicionais. Reunião Brasileira de Antropologia, v. 28, p. 1-20, 2012.

VEIGA, José Eli da. Cidades Imaginárias – o Brasil é menos urbano do que se calcula. Campinas: Editora da Unicamp, 2005.

VÖRÖSMARTY, Charles J. et al. Global threats to human water security and river biodiversity. nature, v. 467, n. 7315, p. 555-561, 2010.

WWF. Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/questoes_ambientais/desenvolvimento_sustentavel/. Acessado em 20 nov. 2022.

WWF. Pegada Ecológica? O que é isso. Disponível em: https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/especiais/pegada_ecologica/o_que_e_pegada_ecologica/. Acessado em 20 nov. 2022.