



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E NATURAIS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

GUILHERME ARANTES RIBEIRO

Ações Antrópicas E Morte De Manguezais Em Ipojuca-PE

VITÓRIA

2026

GUILHERME ARANTES RIBEIRO

Ações Antrópicas E Morte De Manguezais Em Ipojuca-PE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Geografia do Centro de Ciências Humanas e Naturais da Universidade Federal do Espírito Santo como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Geografia.

Orientador: Dr. Pablo De Azevedo Rocha

VITÓRIA

2026

Ações Antrópicas E Morte De Manguezais Em Ipojuca-PE

Autor

Guilherme Arantes Ribeiro

Resumo

Esse artigo busca evidenciar a morte de manguezais localizados no município de Ipojuca-PE mais especificamente no distrito de Serrambi por ações antrópicas. Para tal foram utilizados dados climáticos e foram coletadas e analisadas amostras de solo e água, utilizando-se de métodos de caracterização pedológicas, tradagens e a utilização da sonda multiparamétrica para as amostras de água, além de reconhecimento dos indicativos dos fluxos hídricos por sensoriamento remoto. A área de estudo apresentava no passado fluxo hídrico constante como pode ser observado nas imagens de satélite (Landsat 1) no ano de 1976. Esses fluxos foram sendo interrompidos com o avanço da ocupação da região e a construção de estradas que reconfiguraram toda dinâmica natural da área, desviando e enclausurando os cursos dos rios áreas como a analisada nesse artigo, trazendo ao centro dessa discussão os efeitos e consequências das ações antrópicas, que podem ser observadas em todos os resultados físico-químicos de solo e água, que indicaram notoriamente altos índices de sódio, enxofre e um pH predominantemente ácido no solo, além de altos valores de salinidade e condutividade elétrica da água nos períodos de seca e a ausência do parâmetro sigma que indica a inexistência de água do mar nos períodos chuvosos. As intervenções antrópicas adotadas foram até então negativas e promoveram o impedimento dos fluxos hídricos que, por sua vez, criou condições para a mortandade dos manguezais nessa região, interferindo na saúde ambiental do local.

PALAVRAS-CHAVE: Fluxo Hídrico; Manguezal; Qualidade do solo; Saúde Ambiental.

Abstract

This article seeks to highlight the death of mangroves located in the municipality of Ipojuca-PE, more specifically in the district of Serrambi, due to anthropogenic actions. To this end, climate, soil, and water data were collected and analyzed using methods recognized as efficient for this type of characterization, such as climate data, remote sensing analysis, soil sampling, and the use of a multiparametric probe for water samples. In the past, the study area had a constant water flow, as can be seen in satellite images (Landsat 1) from 1976. These flows were interrupted with the advance of occupation in the region and the construction of roads that reconfigured the entire natural dynamics of the area, diverting the courses of rivers and enclosing areas such as the one analyzed in

this article, bringing to the center of this discussion the effects and consequences of anthropic actions, which can be observed in all the physicochemical results of soil and water, which indicated notoriously high levels of sodium, sulfur, and a predominantly acidic pH in the soil, in addition to high values of salinity and electrical conductivity of water in dry periods and the absence of the sigma parameter, which indicates the absence of seawater in rainy periods. Thus, the impediments to water flows are the sole causes of mangrove death, since they generate a derivation of other factors that cause mangrove mortality.

Keywords: Water Flow; Anthropocene; Urban Expansion; Roads.

1. Introdução

Os manguezais são caracterizados como ecossistemas costeiros tropicais e subtropicais, de transição entre os ambientes terrestre e marinho. Localizados em quase todo litoral do Brasil, do Oiapoque (04°30'N) no Amapá até Laguna (28°30'S) em Santa Catarina, compreendendo uma área que varia entre 10.000 km² a 25.000 km² (MACIEL, 1987). O processo de ocupação da costa brasileira, de maneira mais acentuada, remete ao início da colonização, isto porque as populações dos países tropicais após o estabelecimento das primeiras colônias tenderam a se concentrar, às margens de rios e pelo litoral. Desde então os manguezais foram sendo demasiadamente alterados e degradados, principalmente pelo processo de urbanização que se deu de forma rápida e desordenada. As costas tropicais viram algumas das maiores taxas de urbanização do século XXI, apresentando uma ameaça particular ao manejo dos ecossistemas de manguezais. Isso é composto por um vazio significativo em nossa compreensão de como funcionam os mangues urbanos (BRANOFF, 2018). Nesse contexto Vale et al (2012) destaca que os impactos que sofrem os manguezais desviam a energia desse sistema, fazendo com que este se adapte, ou não, frente às condições de tensão em que estão submetidos.

A área selecionada para realização desse trabalho pertence a APA (Área de Proteção Ambiental) Estuarina dos Rios Sirinhaém e Maracaípe-PE, está enquadrada na Bacia Hidrográfica do rio Sirinhaém (UP 04). A Bacia Hidrográfica do rio Sirinhaém (BHRS) é composta por um total de 19 municípios que abrangem uma área, segundo a APAC (2010), de 2.090,64 km². Dentre esses municípios está o de Ipojuca -PE, onde a área a ser analisada está localizada, mais especificamente no distrito de Serrambi a aproximadamente 14km ao sul da famosa praia de Porto de Galinhas, zona com intenso turismo e interesse imobiliário. A BHRS possui extensão do canal principal de aproximadamente 158 quilômetros, com sentido noroeste-sudeste que atravessa formações geológicas pré-cambrianas, terciárias e quaternárias. A área a ser analisada está inserida no contexto geológico-geomorfológico em depósitos quaternários fluviomarinhos, inserida em antiga planície

fluviomarinha, atualmente não mais existente devido a intervenções antrópicas, o que gerou uma espécie de sistema de Laguna/Lagoa Antropogênica. O solo dominante na área analisada são os Gleissolos Tiomórficos Sódicos com a presença de Neossolos Quartzarênicos Hidromórficos no entorno. Em termos vegetacionais a área ainda possui tímidos fragmentos de manguezais e é cercada por estradas e habitações que impedem os antigos fluxos naturais com ecossistemas de manguezais vizinhos, florestas não inundadas de restinga e brejos herbáceos. A classificação do clima da região é do tipo As segundo a Köppen e Geiger, Clima tropical chuvoso, com invernos chuvosos e estação seca no verão. Para a área correspondente a BHRS os sistemas atmosféricos mais atuantes são os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN), Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOL) e Sistema de Brisas.

Serrambi possui, conforme último censo IBGE (2022), população fixa de 4.300 habitantes, havendo um elevado aumento nesses números no período de verão. A economia é baseada em serviços de turismo, manutenção de condôminos de alto padrão, construção civil e pesca, o distrito possui uma pequena atividade comercial que visa atendimento dos moradores, não suportando os períodos de verão. Parte do distrito foi construído sobre manguezais e sofria com períodos prolongados de alagamento devido à má drenagem e inundações advindas do rio Sirinhaém, conjugadas com maré advindas da Foz do rio Maracaípe. Tais inundações foram bloqueadas com a construção da PE 051, que possui trecho em Serrambi, e a avenida Dos Santos, que bloquearam fluxos hídricos do rio Sirinhaém e a maré da Foz do rio Maracaípe, respectivamente.

2. Objetivos

O objetivo do artigo é identificar os fatores que levaram a morte dos manguezais no distrito de Serrambi, para buscar e propor soluções diante da nova dinâmica-natural do ambiente, buscando diagnosticar e apontar os fatores que levaram a morte do manguezal.

3. Metodologia

A metodologia utilizada para essa espécie de “autópsia” do manguezal parte do levantamento dos principais pontos de pressão antrópica sendo realizado a aplicação de “checklist” de indicadores, conforme metodologia adaptada de Tommasi (1994) e Sánchez (2008), para áreas estuarinas. O método consiste na elaboração de uma tabela, a ser preenchida pelo pesquisador, através da observação “in loco” realizado pelo meu orientador o Dr. Pablo De Azevedo Rocha, onde os principais impactos ambientais são apresentados em colunas e os seus efeitos, em linhas. Cada impacto pode apresentar peso 1 (pequeno), 3 (moderado) ou 5 (extremo), estabelecidos subjetivamente, de acordo com a sua importância em relação aos princípios da análise adotados. O

peso atribuído aos impactos listados seguiu recomendações de Tommasi (1994), Sánchez (2008) e Vila Nova e Torres (2012).

Para complementação das observações in loco foram realizadas atividades em campo com coletas, destacando que os caminhamentos e coletas de solo e água foram realizados em 2024 para um possível plano de recuperação, sendo disponibilizados os resultados para elaboração do presente artigo pelo Dr. Pablo De Azevedo Rocha;

- Caminhamentos: Foram realizados caminhamentos na área indicada para a análise, com elaboração de diferentes transectos. Também foram realizados caminhamentos na área de influência direta. A delimitação da área de influência direta tem os seguintes limites: ao norte a foz do rio Maracaípe, limite sul a foz do rio Sirinhaém, a Leste a área urbana de Serrambi e a Oeste a região conhecida como Feiteria de Serrambi/Sítio Feiteiria, juntamente com o levantamento de dados, por escuta ativa da população residente, e apontamentos em relação a justiça epistêmica.
- Solos: Foram realizadas tradagens de solos, assim como coletas de amostras para realização de análises químicas e física, para isso foram determinados 3 pontos de coleta de amostras de solo (Figura 3.1) em 2 ambientes distintos (Manguezal de Rhizophora, Manguezal de Laguncularia). Se procurou realizar uma amostragem que representasse a maior variedade possível de ambientes dentro da área do estudo, de modo a haver diversificação nos pontos de coleta quanto a granulometria do solo, vegetação, topografia e grau de inundação (alagamento).



Figura 3.1 – Pontos de amostragens de solo (Perfil) na área de estudo.

Para a análise granulométrica, as amostras foram secas em casa de secagem a temperatura ambiente e posteriormente processadas em peneiras de 2 mm. A terra fina seca ao ar (TFSA) dos solos do manguezal passaram por dois pré-tratamentos. Como esses solos são ricos em

matéria orgânica (M.O) e sais, foi utilizado hipoclorito de sódio 6% para oxidar a M.O e álcool etílico (C_2H_5OH) a 60% para remoção do excesso de sais, segundo metodologia proposta pela Embrapa (2011), de modo a não prejudicar a ação do agente dispersante. A umidade das amostras foi avaliada em base gravimétrica, conforme Embrapa (2011). Após os pré-tratamentos dos solos de manguezal, a análise granulométrica das amostras de manguezal e tabuleiros costeiros foi determinada conforme Embrapa (2011), porém, com uso de agitação lenta conforme indicações de Ruiz (2005).

Para a realização das análises químicas das amostras de solos de manguezal foi realizado pré-tratamento através da lavagem com álcool etílico a 60% para a remoção prévia dos sais solúveis, segundo metodologia proposta pela Embrapa (2011).

As análises químicas de rotina foram realizadas conforme procedimentos indicados por Alvarez V. et al., (2001), Camargo et al., (2009) e Embrapa (2011). Foram realizadas determinações de pH em água, acidez potencial, saturação por base, saturação por alumínio, P-remanescente, P-disponível, sódio, cálcio, magnésio, ferro, enxofre e potássio. Os teores de matéria orgânica desses solos (M.O.S) foram determinados pelo método termogravimétrico, conforme Nóbrega (2013). Como os solos de manguezal possuem muitos elementos em estado reduzido, os valores de COT e M.O.S poderiam ser superestimados quando determinados conforme Yeomans & Bremner (1988).

- Aspectos Hídricos/Hidrológicos: Foram realizadas medidas de parâmetros físico-químicos da água na área analisada e em pontos de controle na área de influência direta, assim como observação do nível de alagamento, sendo utilizado como registro imagens fotográficas e medições de lâmina de d'água. Foram listados todos os impedimentos hidrológicos infra estruturais na área de influência direta do estudo.

Foram avaliados 18 pontos (Figura 3.2) sendo dois de controle, um em água doce dentro de uma caixa de água de uma casa e outro no mar. Os pontos amostrais foram coletados em diferentes estações climáticas ao longo do ano, divididos na tabela 4.1, por cores sendo vermelho o período do outono, a roxa durante o inverno, verde durante a primavera e amarelo para as coletadas durante o verão.

para compor imagens coloridas em Falsa-cor vermelha o que evidencia a vegetação na cor vermelha, as composições utilizadas foram Landsat 1(R4G1B2), Landsat 5(R4G3B2), LandSat 8/9(R5G3B2+PAN8) (Dalla Corte et al. 2020)

4. Resultados e Discussão

Contextualização da Situação Ambiental

Atualmente a área a ser analisada é um ambiente enclausurado com reduzidas conexões hidrológicas localiza numa zona turística entre duas fozes indicadas na figura 4.1 com setas, dado o alto grau de impedimentos hidrológicos infra estruturais que bloquearam o antigo sistema de drenagem (Figura 4.2).

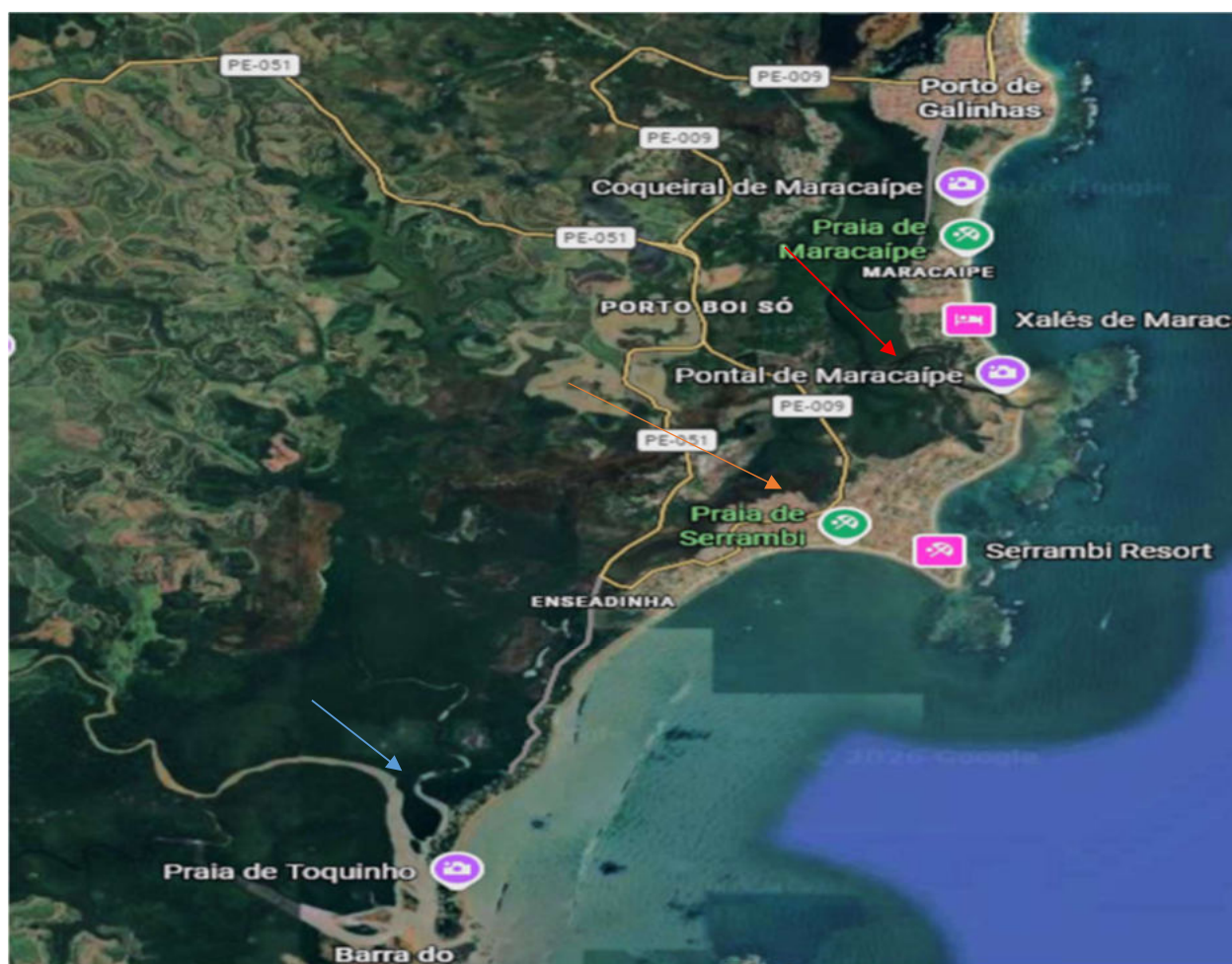


Figura 4.1-Mapa ampliado da região entre a Barra do rio Sirinhaém ao sul (seta azul) a cidade de Porto de Galinhas ao norte, indicado pela seta vermelha está o rio Maracaípe e área de estudo (Seta laranja). Fonte: Google Maps



Figura 4.2- As setas apontam para os impedimentos de fluxo hídricos representados por ruas projetadas para atender o Condomínio do Toquinho, pela rodovia PE 051 indicado pelas setas laranjas a esquerda da imagem, pela avenida dos Santos indicado pela seta azul e por passarela construída pela comunidade do entorno indicado pela seta vermelha ao centro da imagem. Em amarelo polígono da área analisada.

O Sistema hidrográfico da bacia do Sirinhaém, foi desconfigurado no setor de Serrambi-PE devido a instalação de estradas e ocupações urbanas. Assim houve a conversão de uma antiga planície fluviomarinha, que no passado recente era colonizada por manguezais, em uma espécie de Laguna/Lagoa construída antropicamente, com presença de diminutos bosques de manguezais que se apresentam na forma de “Scrub”, que possuem uma faixa de colonização bem definida dentro da Laguna/Lagoa antrópica. A estrutura e vigor dessa vegetação varia conforme condições ambientais relacionadas diretamente a questão hidrológica, havendo retração e expansão da vegetação, porém limitada a faixa de colonização. Se trata de uma típica paisagem do Antropoceno, longe da dinâmica natural de uma Planície Fluviomarinha que caracteriza ambientes de manguezais.

A área em questão não recebe mais fluxo fluvial a montante do rio Sirinhaém, além de receber diminuto fluxo de maré, que adentrava a área tanto pela foz do rio Sirinhaém, a montante e principalmente pela foz do rio Maracaípe, a jusante, que também possui um drástico bloqueio hidrológico, além dos pequenos, mas não menos importantes, bloqueios dos fluxos hídricos realizados no reverso da área analisada (Figura 4.2). Essa obliteração dos fluxos hídricos advém de bloqueios

aos mesmos, exercidos por infraestruturas viárias, sejam ruas/rodovias e passarela para pedestre. (Figura 4.2).

O fluxo de maré advinda da foz do rio Maracaípe, é um pouco mais representativo nas marés de Sizígia (Vivas/Astronômicas) dos meses de março e agosto, toda via, de modo geral, a maré não chega à área em sua totalidade, devido ao mal dimensionamento das manilhas, além de erro locacional de uma delas e baixa densidade de instalação das mesmas na avenida Dos Santos, na entrada norte de Serrambi. Das duas manilhas, somente uma delas está em funcionamento, fazem com que a maré na maior parte do ano adentre a área de forma limitada, de maneira que todo o controle de inundação/alagamento é exercido de sobremaneira pelas águas atmosféricas (precipitação), sendo a participação da maré nesse processo diminuta, fato ratificado pelos dados de imagens de satélite, observação de lâmina d'água em associação com dados pluviométricos e parâmetros físico-químicos da água.

Na área em questão, a água da chuva e de maré tem dificuldade de escoar pela foz do rio Maracaípe, devido à baixa energia gravitacional, uma vez que a área é um pouco mais rebaixada topograficamente que as áreas adjacentes e possui pontos abaixo do nível do mar. Somada a essa característica topográfica, não mais existe energia mecânica fluvial a montante o que também se soma para gerar estagnação hídrica e alta lâmina d'água na área, o que consequentemente foi um dos aspectos que levaram a morte os manguezais que ali se estabeleciam, toda a contextualização da dinâmica hídrica apresentada geraram reflexos nos resultados dos parâmetros físico-químicos da água.

Dados analíticos da água e da precipitação

Os dados da sonda multiparâmetro, em especial os parâmetros de Sigma, Salinidade e Condutividade elétrica apresentaram grande variações em curto espaço de tempo. O parâmetro Sigma, que representa a densidade de água do mar, se mostrou significativo para o início do mês de abril e final do mês de setembro, logo após a maré de março e agosto, respectivamente tendo um pico acentuado no mês de dezembro com a chegada do verão. Porém quando se inicia o período de elevada precipitação (abril, maio, junho e julho) o mesmo parâmetro se mostrou nulo (zero) quando da medição no início de julho, voltando a apresentar valor significativo no início do mês de setembro quando findada a maré de agosto. Já os parâmetros de condutividade elétrica e salinidade, recuam drasticamente no período chuvoso e voltam a subir com o início da estação seca tendo seus picos no mês de dezembro (Tabela 4.1).

O parâmetro sigma, densidade de água, obtido pela sonda em função dos valores de temperatura, pressão e salinidade evidencia o enclausuramento da área, os notáveis zeros nos meses chuvoso,

pontos em roxo (Tabela 4.1) indicam a baixa influência de água do mar na área, já constantes valores de sigma acima 50 no período seco, pontos em amarelo (Tabela 4.1) indicam o avanço das mares que ficam enclausuradas na área com delgada lâmina d'água, que pode muitas vezes não se manter, de modo que a área apresente solo completamente exposto, esses valores de sigma no período seco passam do possível de ser medido pelo equipamento, assim como os valores de salinidade, evidenciando que os fluxos vindo dos rios não conseguem chegar até esses pontos .

Assim a área só recebe água doce em forma de precipitação, a salinidade desses períodos chuvosos corrobora com o descrito anteriormente, sendo baixo o parâmetro de salinidade no período chuvoso, de modo que a área se torna um grande lago de água da chuva, porém sendo extremamente elevado no período mais seco, em dezembro, chegando a ultrapassar os 70% de concentração, salinidade consideravelmente maior do que no ponto de controle P18 (Tabela 4.1) que se encontra no mar. Esse aspecto pode estar associado a formação de solos hipersalinos, com altos índices de sódio. O mesmo raciocínio pode ser aplicado a condutividade elétrica, que é um indicador de sais dissolvidos na água, seguindo a mesma tendencia dos parâmetros indicados anteriormente, tendo um pico no mês de dezembro (Tabela 4.1) sendo maior na área de estudo do que no P18(Tabela 4.1) o que indica uma concentração de sais maior na área de estudo do que no mar.

Pontos	Parâmetros					Obs
	Temperatura da água(°C)	pH	Condutividade elétrica EC (µS/cm)	Salinidade (%)	Sigma T[sT]	
P1	38,96	7,95	37.870	23,60	10	Área de Estudo/Outono
P2	38,03	8,24	40.290	25,32	11,6	
P3	30,33	8,30	4.057	2,13	0	Área de Estudo/Inverno
P4	30,83	8,34	4.182	2,20	0	
P5	29,34	8,28	5.393	2,89	0	
P6	30,32	8,18	5.393	2,01	0	
P7	28,41	8,24	3.970	2,09	0	
P8	28,77	8,24	3.957	2,08	0	
P9	35,60	8,12	26.800	16,18	5,8	Área de Estudo/Primavera
P10	28,16	8,14	26.740	16,31	8,4	
P11	32,16	8,36	28.860	17,64	8,1	
P12	28,63	8,28	41.260	26,33	15,7	
P13	34,45	7,70	127.700	>70	>50	Área de Estudo/Verão
P14	32,29	7,85	129.000	>70	>50	
P15	32,80	7,63	145.500	>70	>50	
P16	38,58	7,37	156.600	>70	>50	
P17	27,74	8,14	897	0,42	0	Ponto Controle água Doce/Verão
P18	28,74	7,90	52.500	31,94	19,9	Ponto Controle Mar/Verão

Tabela 4.1 – Medidas realizadas na água nos meses de abril (vermelho), julho (Roxo), setembro (Verde) e dezembro (Amarelo)

Dada a nova hidrologia da área, que se configura como uma grande lagoa com lâmina d'água permanente sem nenhuma ou quase nenhuma influência dos rios da região nos períodos chuvosos,

tendo a possibilidade de secar somente no período de baixa pluviosidade, a depender do acumulado de precipitação trimestral. A altura da lâmina d'água é controlada primeiramente e majoritariamente pela precipitação atmosférica, logo nos meses de maior quantidade de chuva representados pelos meses de abril, maio, junho e julho (Tabela 4.2) a lâmina d'água obtém maior altura. Do ponto 3 ao 8 no período chuvoso, com a combinação dos altos índices pluviométricos entre os meses de março e agosto (Tabela 4.2) e as marés de Sizígia a lâmina d'água atinge sua maior altura, ultrapassando o limite das estradas e ruas adjacentes associados a eventos hidrodinâmicos de inundação.

Ano	Precipitação (mm)											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2025	94.8	85.7	172.3	227.7	289.1	382.3	259.7	180.8	87.2	39.5	33.4	43.4
2024	144.9	27.4	28.7	233.5	243.4	565.7	253.1	16.5	39.4	22.0	10.6	29.0
2023	94.2	196.3	222.5	331.9	292.4	508.2	253.7	236.1	155.3	34.6	31.5	63.7
2022	277.3	174.3	484.3	249.5	651.1	531.2	353.8	167.3	92	62.3	142.2	93.2
2021	80.8	88.6	261.9	326.8	412	186.4	243.9	412.4	63.8	42.2	36.3	216.4
2020	13.7	101.3	232	249	292.3	359.5	164.4	130.3	101.9	11	49	65.2
2019	118.2	143	202	218.8	294.7	348.9	488.5	246.4	129.7	30	7.9	36.6
Normal Climatológica Sirinhaém	111	131	189	261	318	438	322	208	121	53	46	61

Tabela 4.2 – Precipitações meteorológicas da estação Sirinhaém para os anos de 2019 a 2025 e normal climatológica para o intervalo de 1998 a 2021. Fonte: Agência Pernambucana de Água e Clima (APAC, 2025).

Ainda em relação a aspectos climáticos é importante ressaltar a relação entre precipitação e evapotranspiração que possui relação direta com a disponibilidade de água no solo e consequentemente com as plantas. O município de Ipojuca-PE possui balanço hídrico negativo para os meses de setembro a janeiro (Figura 4.4).

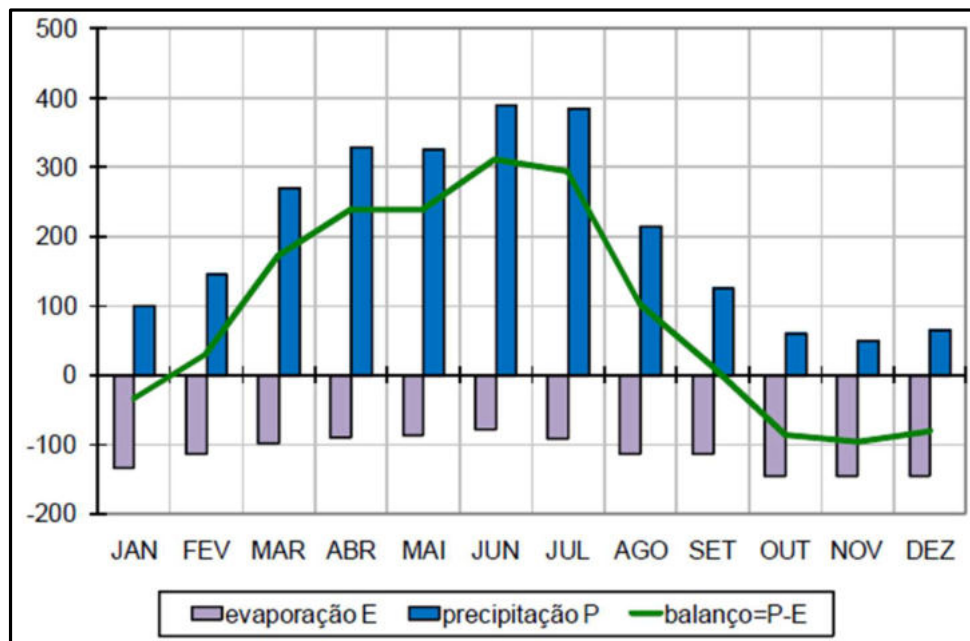


Figura 4.4. Balanço hídrico simplificado médio mensal (1961-1990) para o município de Ipojuca-PE. Fonte: Apac

Sensoriamento Remoto

Com a utilização da composição falsa-cor vermelha (Dalla Corte et al. 2020) foi possível diferenciar áreas vegetas, alagadas e com solo exposto ou área urbanizada. O que está em vermelho é predominantemente área vegetada, as áreas em tons de verde a azul são áreas predominantemente com a presença de água ou umidade e as áreas em branco são áreas descobertas como é o caso da faixa de areia ou ocupação urbana (Figura 4.5 e 4.6), sendo possível se observa no ano de 1976, uma alto nível vegetacional e com fluxo hídrico onde hoje se encontra a lagoa antrópica, levando em consideração que nesse período é onde se inicia a ocupação com o surgimento da vila de Serrambi, quase não se é possível observar solos expostos somente nas faixas de areia. Já em 1996 com o avanço da urbanização e do desenvolvimento do turismo já é possível notar a mudança da hidrodinâmica local, observando que o nível de vegetação na área cai havendo um acúmulo de água onde anteriormente havia vegetação. Seguindo para as últimas décadas existe uma intensa interrupção do fluxo hidrológico não somente advindo do continente como também do mar.

O desenvolvimento dessa área alagada, como já descrito e agora com dados gráficos históricos, está diretamente ligada ao avanço da urbanização, mais especificamente o avanço da malha viária, que fica evidente, considerando que o acúmulo de água na região se intensifica à medida que as estruturas viárias se desenvolvem em seu entorno.

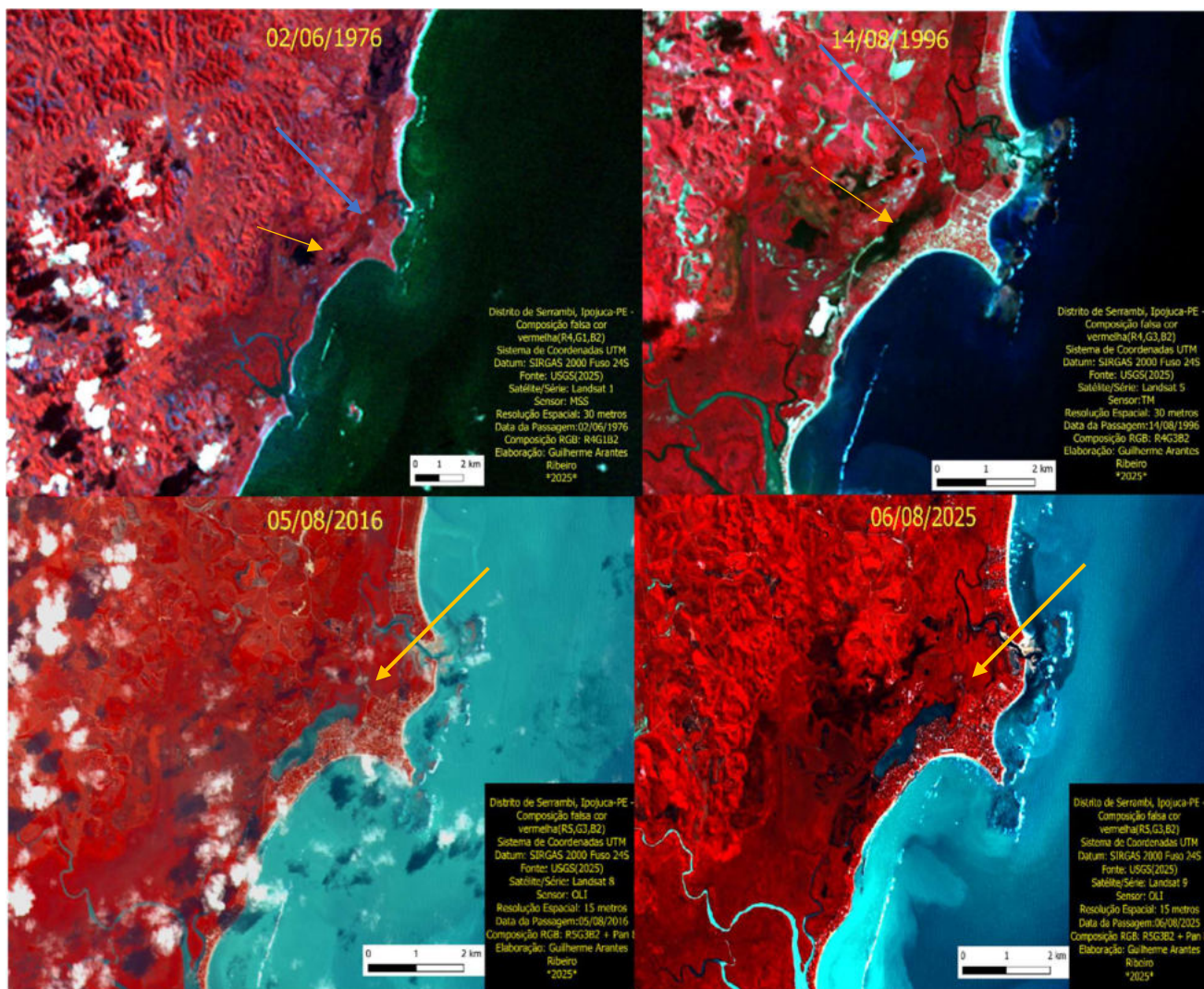


Figura 4.5 - – Composição Falsa-cor vermelha da área sob análise, retiradas da série histórica do sistema de satélites Landsat 1,5,8 e 9 desde 1976 até 2025 no período mais chuvoso. Seta amarela (área de estudo), setas azuis ponto inicial de barramento do fluxo hídrico.

Focando especificamente na Figura 4.5 essas imagens foram feitas no período chuvoso ao observar a seta azul no ano de 1996 é possível ver uma linha branca o que representaria a instalação de uma estrada, diferente da imagem no ano de 1976 em 96 já existe o represamento de parte do fluxo que ia em direção a foz do Rio Maracaípe indicado pela mancha escura que aparece junto com o surgimento do traçado da estrada.

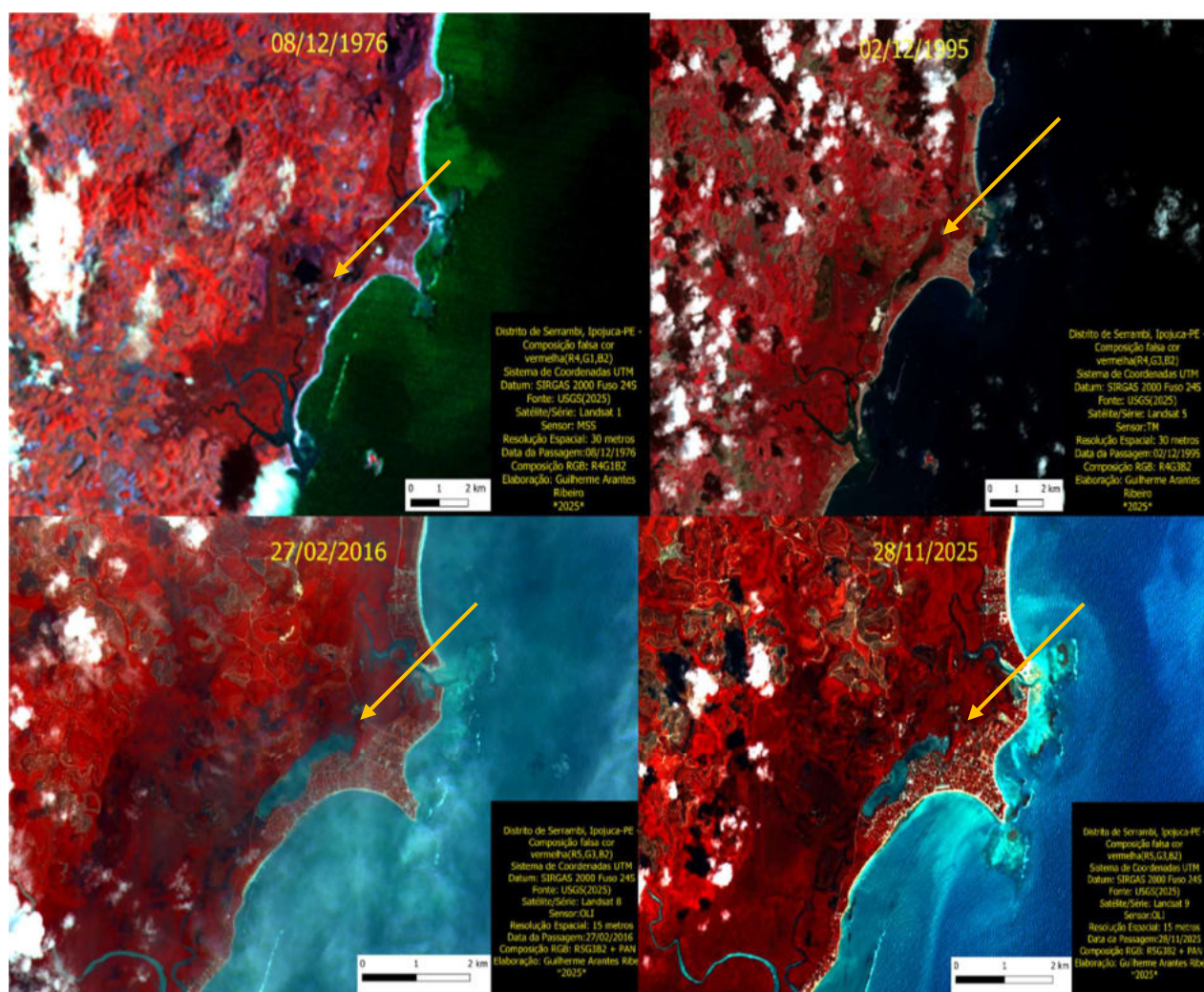


Figura 4.6- – Composição Falsa-cor vermelha da área sob análise, retiradas da série histórica do sistema de satélites Landsat 1,5,8 e 9 desde 1976 até 2025 no período mais seco. Seta amarela (área de estudo).

O uso das tecnologias de sensoriamento remoto no contexto da análise reforça de forma gráfica o que os resultados físico-químicos vêm evidenciando durante toda a análise, a hidrodinâmica da área foi completamente alterada tomando forma como uma lagoa/laguna criada não diretamente “pelas mãos humanas” mais sim como consequências de suas ações.

Solos da área

As características sucintas de cada um dos perfis de solos amostrados se encontram na tabela 4.3.

Pontos de Coleta (Perfil)	Tipo de Solo	Localização na área do estudo	Vegetação Atual	Coordenadas UTM (25K) WGS 84	
01	Gleissolos Tiomórficos	Ilha do Manguezal	Predomínio de Rhizophora(Mangue Vermelho)	9053046.59 m S	276538.69 m E
02	Gleissolos Tiomórficos	Margem esquerda ao centro	Predomínio de Laguncularia	9053159.31 m S	276248.32 m E
03	Gleissolos Tiomórficos	Ferradura, limite sul da área	Predomínio de Laguncularia(Mangue Branco)	9052716.07 m S	276193.54 m E

Tabela 4.3 Características sucintas locais dos pontos de coleta de solos.

Os 3 perfis de solos coletados procuraram representar os solos dominantes na área de estudo. Por meio de informações advindas do relevo local, hidrodinâmica, vegetação, análises laboratoriais e das observações de campo, os solos foram classificados como GLEISSOLOS TIOMÓRFICOS Órticos Sódicos, que ora se apresentam mais arenosos ora mais argilosos.

As evidências que apontam para a presença de material sulfídrico se dão pelo ambiente em que esses solos estão submetidos, caracterizado no passado por forte influência de cunha salina marinha, que atualmente é de menor porte, devido aos impedimentos hidrológicos na área. A cunha salina marinha aporta, naturalmente, nesses solos inúmeros íons, dentre eles o sulfato, que chega ao ambiente de manguezal e é reduzido a sulfeto. Ainda em relação a presença de material sulfídrico, as análises apontam teores elevados de enxofre (S) disponível (Tabelas 4.4), que combinado com o elevado teor de ferro (Fe) aportado, em grande quantidade no passado, advindo das formações terciárias e pré-cambrianas. Esse ferro em ambientes hidromórficos se apresenta na forma de Fe^{2+} (Ferro livre), que se combinam com os sulfetos, formando sulfetos de ferro, o principal mineral encontrado em manguezais e ambientes sob influência marinha, esse mineral é denominado de Pirita Framboidal.

A Pirita é oxidada durante a realizações das análises químicas laboratoriais gerando acidez no solo, o que pode diminuir os valores de pH como observado em alguns dos perfis analisados. Essa condição foi verificada para alguns desses solos, quando se observam os valores de pH medidos em laboratório e aqueles normalmente vistos em medições de campo, tal dinâmica foi observada em trabalhos de Rocha (2016), Rocha (2019) e Costa (2019), onde todos os pesquisadores realizaram seus trabalhos em manguezais da Grande Vitória/ES. O perfil 3 não apresenta o aspecto mencionado nos trabalhos que é controlado pela disponibilidade de enxofre, ferro e teores de cálcio, magnésio, sódio e matéria orgânica do solo, além do tempo de permanência da lâmina d'água, que pode gerar um ambiente anaeróbico (hidromorfismo) que acaba consumindo H^+ , o que interfere diretamente no pH.

Os perfis 01, 02 e 03 dos solos em análise foram enquadrados como órticos, pois não se enquadra na categoria anterior, em terceiro nível categórico. Possui enquadramento em sódico no quarto nível categórico pois apresenta caráter sódico, ou seja, apresenta saturação por sódio $(100 \text{ Na}^+ / \text{T}) \geq 15\%$ em alguma parte da seção de controle que defina a classe. Quanto a fertilidade desses solos, os mesmos se apresentam elevadamente eutrófico, com altos teores de Sódio (Na), Potássio (K), Magnésio (Mg) e Cálcio (Ca), que consequentemente elevam os valores de pH, o que precipita formas de Al (Alumínio), principal elemento químico que controla a acidez em solos tropicais. Assim a elevação do pH faz com que o Al tenha baixa atividade nesse ambiente. Exceção a essa regra é feita ao perfil 01, que não possui o mesmo regime de alagamento que os demais perfis mencionados. Os solos apresentam, a princípio, “teores consideráveis” de matéria orgânica do solo (MOS) para uma

área de manguezal degradado, muito devido a esse solo possuir muitos compostos na forma reduzida o que pode estar superestimando os teores de MOS devido a metodologia empregada para quantificação de carbono orgânico que fez uso de dicromato, tendo a função de oxidação do material orgânico.

Assim como nos demais perfis de Gleissolo o perfil 01, apresenta concentrações elevadas de cátions básicos que nesse caso não tamponaram o pH em relação ao aporte de acidez gerado pela oxidação de Pirita (FeS_2). Pode ser o perfil com maior densidade de pirita devido a condições pretéritas e atuais, além de possuir um regime de alagamento menos rigoroso que os perfis 02 e 03. O processo de oxidação das piritas por conta de sua exposição a ambientes secos gerou uma forte frente de acidez na amostra de solo de modo que a amostra coletada apresenta pH muito ácido, diferente do que é normalmente observado em campo.

Todos os perfis apresentaram evidências de decapitação do horizonte A, de modo que a tradagem dos mesmos apresentou horizonte glei muito próximo a superfície o que corrobora os relatos da comunidade quando do evento em que a prefeitura fez a retirada dos manguezais mortos por ressecamento, realizando remoção tanto da parte aérea da planta, quanto do sistema radicular, o que culminou com o processo de decapitação do horizonte A. Era de se esperar uma expressiva camada orgânica nos solos da área analisada, dada a forte condição de hidromorfismo a que esses solos são submetidos, somado ao forte aporte de material vegetal das plantas de manguezais que ali habitavam.

Tabela 4.4 - Dados químicos de análise de rotina da fertilidade e granulométricos do Perfil 01.

Prof.cm	pH	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	t	T
		Cmolc/dm ³						
0-20	4,00	3,38	14,59	0,55	6,4	29,23	29,78	35,63
20-47	5,03	2,04	10,63	0,00	2,3	27,26	27,26	29,56
Prof.cm	P	K	Na	S	Cu	Mn	Fe	Zn
	mg/dm ³							
0-20	2,2	281	2.424,60	1.395,7	1,06	1,9	575,3	14,02
20-47	2,2	256	3.205,20	748,6	0,68	0,8	150,9	2,42
Prof.cm	P-Rem	MO	V	m	ISNa	Areia	Silte	Argila
	mg/L	dag/kg	%					
0-20	33,7	5,54	82,0	1,8	29,59	63,5	10,3	26,2
20-47	49,9	2,33	92,2	0,0	47,14	73,8	9	17,2

t - Capacidade de Troca Catiônica Efetiva

ISNa - Índice de Saturação por Sódio

V= Índice de Saturação por Bases

SB = Soma de Bases Trocáveis

T - Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0

m= Índice de Saturação por Alumínio

MO (Mat. Orgânica) = C.Org x 1,724 -Walkley-Black

P-rem = Fósforo Remanescente

Tabela 4.5- Dados químicos de análise de rotina da fertilidade e granulométricos do Perfil 02

Prof.cm	pH	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	t	T
		Cmolc/dm ³						
0-20	6,09	2,82	15,44	0,00	1,8	54,55	54,55	56,35
20-47	5,10	3,22	16,42	0,00	3,3	53,19	53,19	56,49
Prof.cm	P	K	Na	S	Cu	Mn	Fe	Zn
	mg/dm ³							
0-20	7,7	409	8.106,30	856,7	1,46	0,9	672,7	3,69
20-47	8,6	356	7.506,00	1.390,0	1,40	1,3	707,6	6,63
Prof.cm	P-Rem	MO	V	m	ISNa	Areia	Silte	Argila
	mg/L	dag/kg	%					
0-20	40,6	6,08	96,8	0,0	62,55	51,1	9,4	39,5
20-47	36,0	4,60	94,2	0,0	57,77	58,2	7,5	34,3

t - Capacidade de Troca Catiônica Efetiva

V= Índice de Saturação por Bases

ISNa - Índice de Saturação por Sódio

SB = Soma de Bases Trocáveis

T - Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0

m= Índice de Saturação por Alumínio

MO (Mat. Orgânica) = C.Org x 1,724 -Walkley-Black

P-rem = Fósforo Remanescente

Tabela 4.6 - Dados químicos de análise de rotina da fertilidade e granulométricos do Perfil 03

Prof.cm	pH	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	t	T
		Cmolc/dm ³						
0-20	6,85	2,72	15,33	0,00	0,8	47,71	47,71	48,51
20-47	6,84	3,08	13,73	0,00	0,8	44,34	44,34	45,14
Prof.cm	P	K	Na	S	Cu	Mn	Fe	Zn
	mg/dm ³							
0-20	16,1	404	6.582,60	994,3	0,97	1,7	153,1	4,08
20-47	17,3	381	6.106,50	959,9	0,94	0,3	250,5	7,62
Prof.cm	P-Rem	MO	V	m	ISNa	Areia	Silte	Argila
	mg/L	dag/kg	%					
0-20	46,6	5,37	98,4	0,0	59,00	37,8	21,3	40,9
20-47	46,5	3,95	98,2	0,0	58,82	34,4	20,3	45,3

t - Capacidade de Troca Catiônica Efetiva

V= Índice de Saturação por Bases

ISNa - Índice de Saturação por Sódio

T - Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0

MO (Mat. Orgânica) = C.Org x 1,724 - Walkley-Black

SB = Soma de Bases Trocáveis

m= Índice de Saturação por Alumínio

P-rem = Fósforo Remanescente

Morte dos Manguezais - Relação Água, Clima e Solos

Os resultados indicam que a causa da morte dos manguezais que habitavam a antiga Planície Fluviomarina (atualmente Laguna Antrópica/Lagoa Costeira Antrópica) foi à grande densidade de impedimentos hídricos, que trazem consigo inúmeras repercussões ambientais negativas à saúde ambiental, ou seja, geram aspectos ambientais que interferiram nos processos pedogenéticos, e que ainda são aniquiladores de qualquer tentativa de recuperação, salvo restaurando-se as conexões hídricas (principal viés para a restauração) ou buscando técnicas de bioengenharia (Centros dispersores), para amenizar alguns fatores de morte.

Dentre os aspectos ambientais específicos tem-se a estagnação da água (Figura 4.7) que causa a morte de manguezais por afogamento, gerando um “sufocamento” das raízes devido a lâminas d'água espessa e permanente. Essa água parada cobre as raízes aéreas, impossibilitando que o oxigênio alcance as raízes especializadas das plantas de manguezais.



Figura 4.7– Manutenção da lâmina d'água, registro de abril a agosto de 2024.

Essa permanência de lâmina d'água foi constatada por visualização *in loco* por parte do meu orientador e sua equipe, tendo se iniciado tal observação no mês de janeiro de 2024. Foi observada lâmina d'água para mais de 90% da área a ser analisada, inclusive sendo verificada a formação de

lâmina d'água no apicum, um dos sítios mais elevados topograficamente da área. Tal fato pode ser observado nas Figuras 4.8 e 4.9, que ilustram o sobrevoo de drone realizado no mês de março de 2024. De modo que a estagnação de água permanece até setembro do ano analisado (2024) conforme registros supracitados.



Figura 4.8- Sobrevoo realizada na área a ser analisada, que não demonstra dinâmica hidrológica típica de manguezal.



Figura 4.9- Lâmina d'água em área de Apicum com áreas adjacentes completamente inundadas.

Os únicos recuos de água observados foram nas laterais da área, região mais arenosa e topograficamente mais elevada, tal área não representa 10% da antiga Planície Fluvio-marinha. Ainda em relação a lâmina d'água foi relatado pelos antigos moradores que a Prefeitura utilizou uma máquina para a retirada do manguezal que se encontrava seco, realizando tal serviço no período de estiagem, removendo além da parte aérea da vegetação também as raízes, o que representa uma decapitação de aproximadamente 1 metro de horizonte A e C do solo. Tal ação causou uma maior altura da lâmina d'água nos períodos de maior precipitação e de maior acúmulo pluviométrico trimestral, elevando o período de estagnação de água no local, logo alterando o hidroperíodo.

Outro fator de morte derivado dos impedimentos hídricos é o extremo ressecamento do solo (Figuras 4.10, 4.11 e 4.12) nos períodos de baixos acúmulos pluviométricos trimestrais, a ponto de se verificar uma paisagem desértica, de modo que as plantas também morrem por ressecamento, salinização e possível tiomorfismo (Processo pedogenético específico que ocorre quando materiais que contêm sulfeto (pirita – FeS_2) são expostos a condições oxidantes, tais como, na drenagem de sedimentos e solos em áreas de mangue, na drenagem de solos originados de sedimentos marinhos). Esse ressecamento do manguezal também já foi relatado pela comunidade, apontando que tal processo já ocorre há cerca de 30/40 anos.



Figura 4.10 – Ressecamento extremo do solo da área analisada para dezembro de 2020. (Fonte: Google Maps)



Figura 4.11– Ressecamento extremo do solo da área analisada para agosto de 2018. (Fonte: Google Maps)

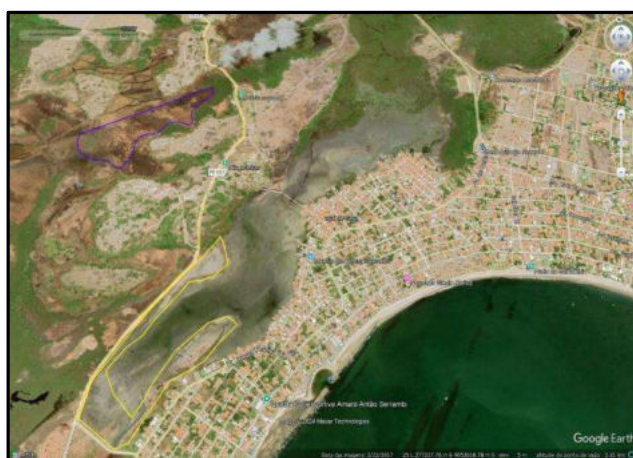


Figura 4.12 – Ressecamento extremo do solo da área analisada para fevereiro de 2017. (Fonte: Google Maps)

Reforçando que o ressecamento também pode gerar salinização das camadas superiores do solo devido à alta evapotranspiração na localidade de Ipojuca-PE, somada a baixa precipitação atmosférica que se inicia em agosto, tendo os meses de outubro e novembro menor valor pluviométrico (Figura 4.13)



Figura 4.13 – Ressecamento do solo da lagoa com presença de placas de sais na imagem a esquerda.

Assim, após a maré de agosto existe um recuo da precipitação atmosférica e aumento da evapotranspiração, de modo que o acumulado da frente salina da maré de agosto, soma-se e a entrada da cunha salina em marés de Sizígia dos meses subsequentes, mesmo que timidamente, aliadas a relação precipitação/evapotranspiração negativa podem gerar uma condição de halomorfismo dos solos (salinização). Tal processo juntamente com a posição topográfica dos solos na paisagem e bloqueio laterais dos mesmos impedem processos de lixiviação dos sais aportados pela maré e consequentemente precipitados devido as altas taxas de evapotranspiração potencial x precipitação. Assim ocorre não somente a manutenção desses sais nos solos, conforme verificado nas análise químicas dos mesmos, como também um fator de limitação do desenvolvimento das plantas devido a salinização das camadas mais superficiais do solo.

O ressecamento do solo se tornou ainda mais expressivo devido à ausência de material orgânico no solo, o que corrobora o relato da comunidade relacionado a retirada da vegetação ressecada, incluindo as raízes, era de se esperar, para a área, um teor considerável de material orgânico no solo especialmente por se tratar de um ambiente hidromórfico.

Existe um claro gradiente pedológico e de inundação que controla o desenvolvimento estrutural da floresta (Figura 4.14), gradiente dado pelo grau de submersão do solo, ressecamento, halomorfismo e possível tiomorfismo.



Figura 4.14 – Demonstrativo de gradiente estrutural vegetacional determinado por controle pedológico, obtida em 09 de 2024. Seta vermelha indica direcionamento do gradiente estrutural vegetacional.

Esses solos estão inseridos em ambiente de manguezal, logo, apresentam forte influência do lençol freático em sua dinâmica cristalóquímica. Tais solos são submetidos, todos os dias do ano, a dinâmicas de maré, de modo que se encontram ou encharcados ou submersos, condição que varia de acordo com a tábua de maré e precipitação local. Essa frente de encharcamento e submersão gera o processo de gleização, dotando esses solos de cores acinzentadas que denotam o carregamento de Fe^{2+} no perfil do solo. Essas áreas de manguezais recebem sedimentos oriundos das partes topograficamente mais elevadas, logo sendo um ambiente deposicional (de sedimentação). Como o material que se deposita nessas áreas tem natureza fina, mais argilosa, além de possuir alto teor de ferro, quando submetido a um ambiente fortemente hidromórfico, encontram condições suficientes, como já mencionado, para a instalação de processos de gleização.

A salinização dos solos é mais constante em regiões tropicais de clima quente e seco, com elevadas taxas de evapotranspiração e baixos índices pluviométricos como pode ser observado para a área analisada, em especial entre os meses de outubro a janeiro.

O aumento de sais solúveis em um solo, eleva o seu potencial osmótico, as plantas têm dificuldade de absorção de água e nutrientes provocando a redução do seu crescimento e grande mortandade. Segundo KÄMPF (2012) a salinização é um processo pedogenético específico caracterizado pela acumulação de sais (cloretos, sulfatos e carbonatos de sódio, potássio, cálcio e magnésio) próximo à superfície. Geralmente, o acúmulo de sais ocorre em planícies ou depressões onde a drenagem é deficiente e a precipitação pluviométrica é menor do que a evapotranspiração, resultando em aumento

da condutividade elétrica e da pressão osmótica do solo (condutividade elétrica $> 4 \text{ mS m}^{-1}$ e porcentagem de saturação por sódio $\geq 15\%$). Sendo importante frisar que todas as amostras de solos coletadas apresentaram caráter sódico, ou seja, saturação por sódio superior a 15%, o que é normal para solos de manguezais, porém na área indicada para o estudo, devido as condições climáticas de primaveras e verões secos, somadas a condições hidrológicas que limitam a entrada da maré em sua totalidade assim como o recuo da mesma, os solos podem apresentar grande ressecamento criando condições propícias a salinização, gerando um fator limitante ao desenvolvimento das plantas, que apesar de possuírem adaptações para ambientes halomórficos, não suportam a ambientes hipersalinos. A acumulação de sais e sódio nos solos é um fenômeno observado particularmente sob condições de aridez. A alta taxa de evaporação e baixa precipitação, associada as características do material de origem e as condições geomorfológicas e hidrológicas, condicionam a formação de solos com teores elevados de sais solúveis e sódio trocável (WHITEMORE, 1975). A maior parte de solos salinos e sódicos ocorre principalmente em regiões áridas e semiáridas onde os processos de salinização e sodificação são frequentemente acelerados por irrigação pouco eficiente e insuficiente drenagem, em áreas planas, deltas e bacias fechadas, onde quase sempre a drenagem é deficiente (KOVDA, 1964). Segundo documento Embrapa 180 (2001), intitulado Salinidade em Agricultura Irrigada - Conceitos básicos e práticos, os principais locais de ocorrência de processos de salinização são Bacias Fechadas, para estes locais ocorrem que as águas carregam grandes quantidades de sais, ao evaporar a água, o conteúdo de sais aumenta cada vez mais, dando origem a solos salinos e sódicos. Além de locais de Bacias Fechadas, a salinização também ocorre onde as águas do mar invadem as zonas baixas, ou seja, a área em questão atende as essas duas características fisiográficas supracitadas.

Com isso o fluxo hídrico para a área foi desviado criando outras frentes de expansão do manguezal então talvez a única possibilidade possa ser cuidar dessas áreas em expansão e não permitir que sejam ocupadas de forma desordenada. Casos como esse vem sendo reportados pelo mundo todo o que indica um grande desequilíbrio ambiental, o trabalho de Danghan Xie et al (2021) intitulado Implications of Coastal Conditions and Sea-Level Rise on Mangrove Vulnerability: A Bio-Morphodynamic Modeling Study , Agustina Putri Cahyaningsih et al (2022), Causes and impacts of anthropogenic activities on mangroves, deforestation and manipulation in Indonesia, relatam que existe uma tendência de afogamento dos manguezais pelo aumento da lâmina d'água por conta do aumento do nível do mar e não só isso A. James Cook University relata a morte do manguezal no Golfo de Carpentaria por ressecamento devido à falta de acesso a água do mar.

A estagnação da lâmina causada pelo bloqueio do fluxo está entre as principais causas das mortes relatadas seja água do mar ou continental, seja por bloqueios diretos de rios a montante como em Serrambi ou com a alteração na foz como é relatada no trabalho de Adams e Human (South African

Journal of Botany, Investigation into the mortality of mangroves at St. Lucia Estuary, 2016), onde foram investigados os impactos de alterações antrópicas na foz do lago que resultaram no fechamento da foz para o mar em 2002, nesse caso foi identificado áreas de alagamento permanentes afogando *Avicennias-marina* que podem ter raízes emergidas de até 30 cm. Breen e Colina (1969) no estuário da Baía de Kosi na África do Sul descobriram que após 5 meses numa inundação de 50 cm após o fechamento da foz as plantas manguezal foram declaradas mortas.

No caso de Serrambi não houve o bloqueio total da dinâmica de marés o que causa a salinização do solo, fato semelhante ao publicado pela Forward (<https://planetforward.org/story/restricted-water-flow-and-nutrient-pollution-threaten-southwest-floridas-mangrove-forests/>) publicou em 2022, relatando algo semelhante no caso do Sudeste da Florida a baixa influência da maré leva ao acúmulo de sulfeto de hidrogênio.

No Brasil casos de obras sem a menor preocupação com as questões ambientais são bem comuns. A Plataforma Mar Sem Fim relata a morte de um manguezal na cidade Iguape-SP por conta do excesso de água doce devido a abertura do Canal do Valo Grande. Todos esses relatos não são fatos isolados eles compõem um cenário que vem se tornando nas últimas décadas a realidade dos ambientes costeiros completamente alterados sem o planejamento adequado e os problemas socioambientais que isso traz vai ser cada vez mais vivido, problemas como: inundações, proliferação de doenças a extinção de espécies animais e vegetais que significam a sobrevivência de muitas pessoas.

Por fim, a tabela 4.7 traz um resumo com as principais pressões antrópicas observadas na área analisada e seus respectivos pesos em relação aos graus de impacto negativo que causam. Como se era esperado, depois dos resultados apresentados anteriormente, todos os indicadores são negativos o que é reflexo da ocupação desordenada do distrito de Serrambi, o indicador Estradas e rodovias nos manguezais (Tabela 4.7), representado fisicamente pelas rodovias estaduais PE-051 e PE-009 e suas estradas vicinais, são responsáveis diretamente pela reconfiguração do fluxo hídrico na área o que levou a morte dos manguezais na área, esse indicador não “anda” sozinho sendo impulsionado e motivado pelo indicador Expansão urbana (Tabela 4.7) que ocorre de forma desordenada propiciando a evolução negativa dos demais indicadores.

Indicadores	Peso	Efeito
Estradas e rodovias nos manguezais	5	-5
Passarelas	5	-5
Expansão urbana	5	-5
Queimadas no manguezal	3	-3
Invasão de áreas públicas	3	-3
Emissão de fluentes domésticos	2	-2

Processos erosivos	1	-1
Deposição de resíduos sólidos	1	-1

Tabela 4.7- Checklist das principais pressões antrópicas na área em Serrambi, Ipojuca – PE. (Fonte: Tommasi (1994), Sánchez (2008) e Vila Nova e Torres (2012).

5. Considerações Finais

Diante do cenário global os ambientes costeiros onde estão incluídos os mangueais são as áreas sensíveis a sentirem os efeitos do antropoceno, com alta capacidade de armazenamento de carbono, mesmo tendo uma alta adaptabilidade a mudanças, seu equilíbrio é mantido delicadamente e pode ser destruído pelas menores interferências podendo tornar-se permanentes dependendo da situação.

Com o avanço constante das políticas desenvolvimentistas, ambientes como esses tendem a morrer por todo mundo como pode ser observado nos inúmeros trabalhos nas últimas décadas relatando essas mortes. No caso de Serrambi sua morte foi causada diretamente como consequência das ações antrópicas por planejamento inadequado, a questão em si não é a construção da rodovia e sim a construção da rodovia ignorando fatores que deveriam ser básicos pois a dinâmica hidrológica não foi simplesmente perturbada, o curso do rio foi alterado, modificando completamente a paisagem, além do bloqueio do fluxo fluvial na área estuarina a ocupação da barra próxima a foz e o também mal dimensionamento no manilhamento faz com que a dinâmica da maré se torne de menor magnitude sendo presente apenas nos períodos de maré alta. Todo esse cenário sufoca o manguezal sendo afogado por uma lâmina d'água meteórica nos períodos chuvosos e se tornando uma espécie de deserto salino nos períodos de seca com avanço fraco da maré.

A antiga Planície Fluviomarinha foi completamente desconfigurada por intervenções antrópicas, em especial as que bloquearam de sobremaneira os fluxos hídricos tanto a montante quanto a jusante, gerando estagnação de lâmina d'água, ressecamento excessivo do solo em períodos de estiagem, provável salinização das camadas mais superficiais do solo devido a elevada evapotranspiração potencial e baixo nível de precipitação (Primavera e Verão), fatores que levaram a morte da antiga vegetação de manguezal. Atualmente a área em questão não possui dinâmica de Planície Fluviomarinha, se tratando meramente de uma Lagoa Costeira Antrópica/Laguna Antrópica, ou seja, um alagado criado por ações antrópicas, e que ganhou profundidade de lâmina d'água devido a decapitação do horizonte A.

Em se mantendo as configurações ambientais atuais, ou seja, em não se retirando os aspectos que levaram a morte os manguezais, é inviável a recuperação dessa área e de qualquer outra que considerando a resistência completa da diminuição da expansão do mercado imobiliário e turístico em áreas costeiras com construção de condomínios, resorts e rodovias, que alteram

significativamente as dinâmicas naturais de tal ecossistema, havendo somente fragmentos de manguezais em sua margem, que não se expandem na área.

Porém a área possui grande potencial para o restabelecimento de manguezais, havendo substrato (solo) adequado para tal restauração (desde que estabelecidos os fluxos hídricos), com características químicas que remetem o antigo manguezal ali estabelecido. Tal potencial está represado, esse represamento pode ser desconstruído desde que reestabelecidos os fluxos hídricos, para uma posterior aplicação de uma abordagem de restauração ecológica e não somente de plantio, uma vez que a restauração de mangues envolve uma abordagem integrada, para além do reflorestamento de mudas, de modo que com tal abordagem a área pode ser restaurada, desde que a natureza seja posta como prioridade e não a circulação de turistas e a expansão imobiliária nessas regiões .

6. Agradecimentos

Eu gostaria de agradecer primeiramente a Deus e minha família, também ao meu orientador o Dr. Pablo De Azevedo Rocha e sua equipe por terem realizado os caminhamentos e coletas na área e disponibilizado os resultados para a realização desse artigo, sem o qual não seria possível a elaboração deste trabalho e também ao professor Dr. Claudio Luiz Zanotelli pelo apoio.

7. Referências Bibliográficas

Alvarez V., V. H.; Dias, L. E.; Ribeiro Júnior, E. S.; Souza, R. B.; Fonseca, C. A. Métodos de análises de enxofre em solos e plantas. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 131 p

ALBUQUERQUE, E, M. Avaliação da técnica de amostragem “Respondent-driven Sampling” na estimação de prevalências de Doenças Transmissíveis em populações organizadas em redes complexas. 2009. 99f. Dissertação (Mestrado em Saúde) - Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca Fiocruz, Rio de Janeiro, 2009.

ALMEIDA, S, S. Identificação, Avaliação de Impactos Ambientais e Uso da Flora em Manguezais Paraenses. Ciênc. da Terra 8, 1996.

BRANOFF, B. L. Urban Mangrove Biology and Ecology: Emergent Patterns and Management Implications. Department of Biology, University of Puerto Rico-Río Piedras. 2018.

CAMARGO, O.A. de; MONIZ, A.C.; JORGE, J.A.; VALADARES, J.M.A.S. Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agrônomo de Campinas Campinas: Instituto Agrônomo, 2009. 77p.

CORDEIRO, G, G. EMBRAPA-Salinidade em Agricultura Irrigada (Conceitos básicos e práticos). Documentos 180. 2001.

EMBRAPA (Centro Nacional de Pesquisa de Solos). Manual de métodos de análise de solo.

Centro Nacional de Pesquisa de Solos, Rio de Janeiro. p. 212. 2011.

Explorando o QGIS 3.X [livro eletrônico / Ana Paula Dalla Corte... [et al.]. Curitiba: Ed dos autores, 2020.

FIGUEIREDO, B. L. Dinâmica espaço-temporal dos manguezais brasileiros: efeitos das mudanças climáticas e flutuações do nível do mar. Tese apresentada ao Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo. 2023.

KAMPF, N; CURI, N. VII – Formação e evolução do solo (Pedogênese). In: Ker, JC; Curi, N; Schaefer, CEGR; Vidal-Torrado, P (eds). Pedologia: fundamentos. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 207-302. 2012.

MACIEL, N.C. Os manguezais e as unidades de preservação no Brasil. In: Simpósio sobre ecossistemas da costa sul e sudeste brasileira: síntese dos conhecimentos (vol. 1). Cananeia-SP. p.149-172. 1987.

NÓBREGA, G. N. Blue Carbon em solos de manguezais do semiárido: Importância, métodos de quantificação e emissão de gases C-CO₂. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.

PORTELA, B, M. Análise da vulnerabilidade à inundação na Bacia Hidrográfica do rio Sirinhaém, utilizando o Método de Análise Hierárquica. Revista Brasileira de Geografia Física v.16, n.03 1247-1262. 2023.

RUIZ, H. A. Dispersão física do solo para análise granulométrica por agitação lenta. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 30. Recife - PE. CD-ROM. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 2005.

SÁNCHEZ, L. H. Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos. São Paulo: Oficina de textos, 2008

SILVA, W, F. Evolução Morfoestrutural e Morfotectônica da Bacia Hidrográfica do Rio Sirinhaém a Partir da Reorganização Fluvial: Os Índices Morfométricos Como Mecanismo de Análise. Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia do Centro de Filosofia e Ciências Humanas, da Universidade Federal de Pernambuco. Recife. 2023.

TOMMASI, L. R. Estudo de Impacto Ambiental. São Paulo, CETESB/Terragraph, Artes e Informática, 1994.

VALE, C. C, SILVA, E. D, WANDERLEY, T. C. Monitoramento de um Trecho do Bosque de Mangue situado na Foz do Rio São Mateus, Conceição da Barra (ES) entre os anos de 1970 e 2011. REVISTA GEONORTE, Edição Especial, V.1, N.4, p. 208 – 220, 2012

VILA NOVA, F, V, P E TORRES, M, F, A. AVALIAÇÃO AMBIENTAL EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO: ESTUÁRIO DO RIO MARACAÍPE, IPOJUCA-PE, BRASIL. Revista de Geografia (UFPE) V. 29, No. 3, 2012.

WHITEMORE, J. Saline and sodic soils. S.I., s.ed., 1975. 7p. Mimeografado.

XIE, D, et al. Implications of Coastal Conditions and Sea-Level Rise on Mangrove Vulnerability: A Bio-Morphodynamic Modeling Study. Journal of Geophysical Research: Earth Surface. 2021.

YEOMANS, J.M.; BREMNER, J.C. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. *Commun Soil Sci. Plant Anal.* v. 19. p. 1467–1476, 1988.