**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ**

**INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

**FACULDADE DE OCEANOGRAFIA**

## TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

# ANÁLISE DECADAL (2005-2014) DA VAZÃO DO ESTUÁRIO DO RIO OIAPOQUE (AMAZÔNIA ORIENTAL)

**TRABALHO APRESENTADO POR:**

**MARLON SERGIO CORDOVIL PINTO**

**Orientador: Prof. Dr. Maamar El-Robrini (UFPA)**

**BELÉM – PARÁ**

**2025**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ**

**INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

**FACULDADE DE OCEANOGRAFIA**

## TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

# ANÁLISE DECADAL (2005-2014) DA VAZÃO DO ESTUÁRIO DO RIO OIAPOQUE (AMAZÔNIA ORIENTAL)

**TRABALHO APRESENTADO POR:**

**MARLON SERGIO CORDOVIL PINTO**

**Orientador: Prof. Dr. Maamar El-Robrini (UFPA)**

**BELÉM – PARÁ**

**2025**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD**
**Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará**
**Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

---

P659a Pinto, Marlon Sergio Cordovil.
Análise decadal (2005-2014) da vazão do Estuário do rio Oiapoque (Amazônia Oriental) / Marlon Sergio Cordovil Pinto. — 2025.
xiii, 22 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. Maamar El-robrini
Trabalho de Conclusão (Graduação) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Faculdade de Oceanografia, Belém, 2025.

1. Vazão. 2. Pluviosidade. 3. El Niño e La Niña. 4. Temperatura. 5. Oiapoque. I. Título.

CDD 551.4607

---

**Universidade Federal do Pará**
**Instituto de Geociências**
**Faculdade de Oceanografia**

# ANÁLISE DECADAL (2005-2014) DA VAZÃO DO ESTUÁRIO DO RIO OIAPOQUE (AMAZÔNIA ORIENTAL)

**Trabalho apresentado por**

**MARLON SERGIO CORDOVIL PINTO**

**Como requisito à obtenção de Grau de Graduado em OCEANOGRAFIA**

**Data de Aprovação: 07 / 03 / 2025**

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Maamar El Robrini

(Orientador – UFPA)

Prof. Dr. Estanislau Luczynski

(Membro – UFPA)

Me. Izabele Miranda Rodrigues

(Membro – UFPA)

Dedico este trabalho à Skitty pelo privilégio de tê-la encontrado.

# AGRADECIMENTOS

Agradeço ao CNPq pela oportunidade de bolsa concedida durante meu período de estágio.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Maamar El-Robrini por todo apoio e oportunidades. Sua ajuda foi essencial para meu progresso acadêmico. Obrigado por todos os ensinamentos, conselhos e paciência.

Ao Grupo de Estudos Marinhos e Costeiros (GEMC), do qual fiz parte e pude desenvolver minhas pesquisas.

À Prof. Dr. Lucinice Belúcio por ter me acolhido em seu Laboratório de Biologia Aquática (BioAQUA), onde obtive bastante conhecimento.

À Luciana que me orientou e foi uma grande parceira durante minha estadia no Laboratório BioAQUA.

Aos meus grandes amigos que fiz pelo caminho da graduação em Oceanografia: Larissa, Márcio, Juliany e Yasmin, e a todos os colegas que acrescentaram algo bom na minha vida. Obrigado pelo companheirismo e apoio nos momentos mais difíceis.

Aos amigos que, mesmo sem relação direta com este trabalho, estiveram presentes, trazendo leveza e alegria nos momentos necessários: Surama, Jan, Helen. Em especial á minha prima Karla que foi um ombro amigo que me encorajou diversas vezes,. Cada um tem seu lugar específico nas páginas da minha vida.

Aos professores: Renan Peixoto, Leilanhe Ranieri e Sury Monteiro, por todo o cuidado e empatia comigo seja em sala de aula ou em atividades de campo.

Á minha família, minha mãe Alice, meu pai Mário, minha irmã Mylena, meus gatos e aos meus tios Luiz e Dal. Obrigado pelo carinho e por acreditarem no meu potencial. Aqui concluo minha jornada.

*“Em algum lugar, algo incrível está esperando para ser descoberto.”*

*(Carl Sagan)*

## RESUMO

A vazão do Estuário do rio Oiapoque ao longo de uma década (2005-2014) e sua relação com fenômenos climáticos, como El Niño e La Niña, foram alguns dos objetos de estudo abordados no presente trabalho. O estuário, localizado na parte norte do Amapá e compartilhado com a Guiana Francesa, apresenta alta hidrodinâmica e influência significativa da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). Foram coletados dados de vazão, pluviosidade e temperatura a partir de estações meteorológicas e fluviométricas instaladas no rio ou nas proximidades. A análise revelou que, apesar da predominância de eventos de La Niña durante o período avaliado, a pluviosidade foi inferior à esperada, sugerindo a influência de outros fatores climáticos. Os resultados contribuem para uma melhor compreensão das dinâmicas climáticas da região e reforçam a importância de estudos a longo prazo para avaliar as variações na disponibilidade hídrica na região.

**Palavras-chave:** vazão; pluviosidade; El Niño e La Niña; temperatura; Oiapoque.

## ABSTRACT

The discharge of the Oiapoque River Estuary over a decade (2005-2014) and its relationship with climatic phenomena such as El Niño and La Niña were some of the subjects addressed in this study. The estuary, located in the northern part of Amapá and shared with French Guiana, exhibits high hydrodynamics and significant influence from the Intertropical Convergence Zone (ITCZ). Discharge, precipitation, and temperature data were collected from meteorological and hydrometric stations installed in or near the river. The analysis revealed that, despite the predominance of La Niña events during the evaluated period, precipitation was lower than expected, suggesting the influence of other climatic factors. The results contribute to a better understanding of the region's climatic dynamics and reinforce the importance of long-term studies to assess variations in water availability in the area.


**Keywords:** discharge; precipitation; El Niño and La Niña; temperature; Oiapoque.

# LISTA DE ILUSTRAÇOES

Figura 1- Ponte Binacional no rio Oiapoque……1

Figura 2- Atividade pesqueira no rio Oiapoque…...……...……...……..2

Figura 3- Deslocamento norte-sul da ZCIT……...……..3

Figura 4- Pôr-do-sol na Floresta Amazônica……...……4

Figura 5- Rios voadores……...……4

Figura 6- Esquema representando o aquecimento ocasionado pelo El Niño e o resfriamento ocasionado pela La Niña……..……...5

Figura 7- Afloramentos rochosos no rio Oiapoque……...……...6

Figura 8- Usina Hidrelétrica de Tucuruí. O planejamento da área é essencial para um bom aproveitamento dos recursos disponíveis……..……..……..7

Figura 9- Réguas linimétricas de estação fluviométrica telemerizada……...…..…….9

Figura 10- Mapa de localização da área de estudo destacando as coordenadas das estações utlizadas……10

Figura 11- Gráfico pluviométrico decadal (2005-2014)……..……...11

Figura 12- Série temporal de 10 anos do ONI……..…….…….13

Figura 13- Média da vazão anual do rio Oiapoque……..……...14

Figura 14- Média da temperatura anual em escala decadal……..……..15

Figura 15- Correlação dos dados de pluviosidade e temperatura……..…….16

## LISTA DE SIGLAS

AMJ- Abril, Maio, Junho

ANA- Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico

AP- Amapá

ASO- Agosto, Setembro, Outubro

°C- Graus Celsius

CNB- Corrente Norte do Brasil

CPTEC- Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos

DJF- Dezembro, Janeiro, Fevereiro

ENSO- El-Niño-Southern Oscillation

FMA- Fevereiro, Março, Abril

INMET- Instituto Nacional de Meteorologia

IPO- Oscilação Interdecadal do Pacífico

JAS- Julho, Agosto, Setembro

JFM- Janeiro, Fevereiro, Março

JJA- Junho, Julho, Agosto

MAM- Março, Abril, Maio

MJJ- Maio, Junho, Julho

mm- Milímetro

$m^3/s$- Metro cúbico por segundo

NOAA- National Oceanic and Atmospheric Administration

OND- Outubro, Novembro, Dezembro

ONI- Índice Oceânico Niño

PNCO- Parque Nacional do Cabo Orange

SON- Setembro, Outubro, Novembro

TSM- Temperatura da Superfície do Mar

ZCIT- Zona de Convergência Intertropical

## SUMÁRIO

**DEDICATÓRIA** .....iv

**AGRADECIMENTOS**.....v

**EPÍGRAFE**……vi

**RESUMO**.....vii

**ABSTRACT**.....viii

**LISTA DE ILUSTRAÇÕES**.....ix

**LISTA DE SIGLAS**……...x

**1 INTRODUÇÃO** .....1

1.1 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO OIAPOQUE.....1

1.2 ÁREA DE ESTUDO .....1

1.3 CENÁRIO SÓCIO-ECONÔMICO.....2

1.4 PARÂMETROS CLIMÁTICOS.....2

1.5 PARÂMETROS GEOLÓGICOS……..5

1.6 JUSTIFICATIVA……..…..6

**2 OBJETIVOS**.....8

2.1 OBJETIVO GERAL.....8

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....8

**3 METODOLOGIA**.....9

3.1 AQUISIÇÃO DE DADOS DE VAZÃO, PLUVIOSIDADE, TEMPERATURA E EVENTOS DE EL NIÑO E LA NIÑA……..…….9

3.2 ANÁLISE DOS DADOS……...…….10

**4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**.....11

**5 CONCLUSÃO** .....17

**REFERÊNCIAS** …..……..…..……18

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO OIAPOQUE

A região amazônica é uma zona bastante vulnerável a fenômenos climáticos, e nesse contexto, encontra-se o Estuário do rio Oiapoque, localizado na costa norte do Estado do Amapá, um recurso transfronteiriço compartilhado com a Guiana Francesa, departamento ultramarino da França, que fica próximo ao primeiro parque nacional criado no Amapá em 1980, o Parque Nacional do Cabo Orange (PNCO), e de diversas áreas protegidas. É conhecido por sua alta produtividade primária que se destaca mundialmente (Alves *et al.* 2001), por sua alta hidrodinâmica e por várias comunidades indígenas que habitam sua margem.

Um estuário por definição segundo M Neto *et al.* (2019), é um "*corpo de água costeiro, parcialmente fechado, com uma ligação livre ao oceano, situado na parte terminal de uma bacia hidrográfica, onde no seu interior a água salgada marinha se dilui de forma mensurável com a água doce fluvial*".

Figura 1-Ponte Binacional no rio Oiapoque. Fonte: Cleber Barbosa, 2014.

## 1.2 ÁREA DE ESTUDO

O Estuário do rio Oiapoque conta com um regime de mesomaré com maiores velocidades de maré enchente, e valores de vazão média de 835 $m^3.s^{-1}$ (Laut *et al.* 2023). Pertence à Bacia Hidrográfica do Atlântico Sul Trecho Norte/Nordeste, com sua nascente localizada no lado oeste do

Estado do Amapá, no interior do Parque Nacional Montanhas do Tumucumaque, e apresenta área de 15.000 km² na porção brasileira (SEMA 2004). O rio Oiapoque tem diversos tributários tanto no lado brasileiro, como no lado francês, o que dá ao rio um papel importante na região no quesito via de transporte de pessoas e mercadorias.

## 1.3 CENÁRIO SÓCIO-ECONÔMICO

Múltiplas atividades econômicas são exercidas no rio Oiapoque como a agricultura, a criação de animais, a pesca artesanal e o garimpo para extração do ouro. Com o auge da garimpagem no passado, houve uma grande contaminação do rio por mercúrio no lado do Brasil, problema que persiste devido a essas atividades ainda serem executadas de forma ilegal. Entre outras fontes poluidoras se destacam a contaminação por dejetos orgânicos, esgoto e chorume que são despejados ou escoam diretamente no rio ou afluentes. As cidades que margeiam esses cursos d'água não apresentam sistema de tratamento de esgoto (Laut *et al.* 2023).

Figura 2-Atividade pesqueira no rio Oiapoque. Fonte: Cleber Barbosa, 2013.

Este trabalho objetiva compreender em escala decadal o comportamento da vazão do Estuário do rio Oiapoque sob a influência de fenômenos climáticos de grande escala como El Niño e La Niña. A disponibilidade de uma série temporal contínua de dados facilita a identificação de padrões e permite compreender com maior clareza de que maneira fenômenos climáticos, como os ENSO, afetam a hidrodinâmica do estuário.

## 1.4 PARÂMETROS CLIMÁTICOS

A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) acontece em uma região da zona equatorial, mais especificamente ao norte da linha do equador (Philander *et al.* 1996), na qual há interações

intensas de padrões oceânicos e atmosféricos. É um sistema sinótico com variações longitudinais e sazonais, que resulta das convergências dos ventos alísios, e comanda o clima do local em que se situa. As regiões tropicais são intensamente afetadas por grandes variações de temperatura e pluviosidade.

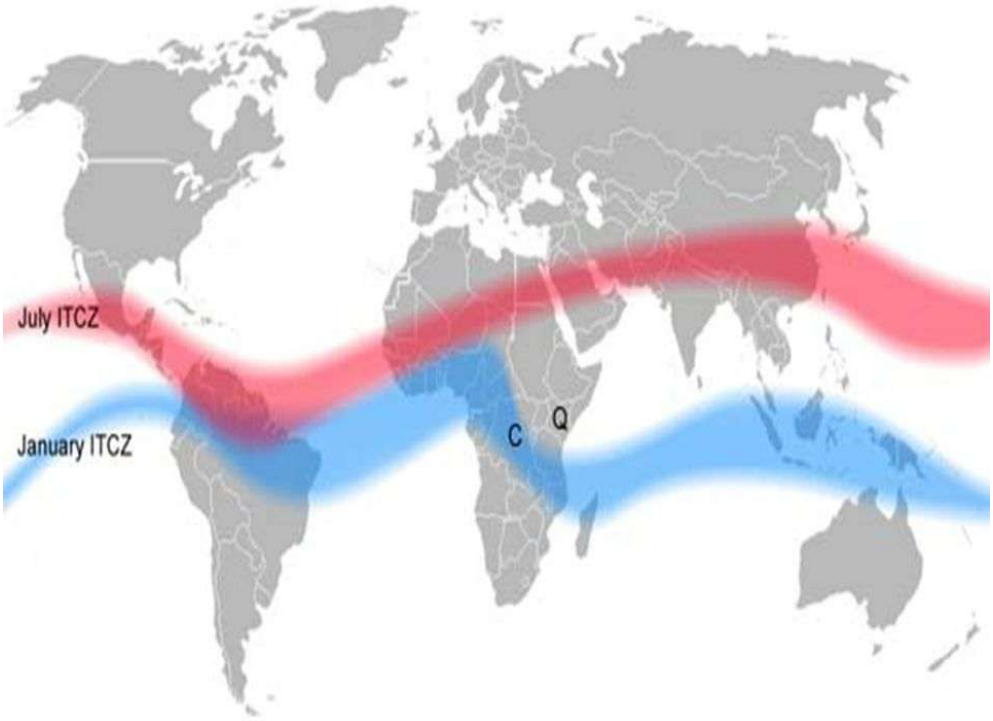


Figura 3-Deslocamento norte-sul da ZCIT. Fonte: Luis Franco, 2016.

O sistema de classificação climática adotada por Novais (2023), diz que o índice de precipitação média na região do Estuário do rio Oiapoque está na faixa acima de 2.001 mm, com média anual de temperatura superior a 26 °C. É classificado como zona tórrida (ou muito quente), seu domínio climático é equatorial, subdomínio semiúmido, e o tipo climático é amazônico oriental com litorâneo amazônico apenas na sua foz. A pluviosidade na região é alta durante os meses de março a maio e baixa nos meses de setembro a novembro.

Figura 4-Pôr-do-sol na Floresta Amazônica. Fonte: Thiago Orsi Laranjeiras, 2019.

Figura 5-Rios voadores. Fonte: Rios… (2011) O Globo.

Os fenômenos climáticos de grande escala El Niño e La Niña, conhecidos em conjunto como ENSO (El-Niño-Southern Oscillation) afetam a região equatorial, causando períodos de alta e baixa pluviosidade ao longo do ano, além disso, também modificam os regimes hídrico e térmico. A sua influência afeta significativamente o clima local, e posteriormente o clima global, através de

ondas atmosféricas que se propagam mundialmente, evento chamado de teleconexões (Alizadeh 2023). O El Niño se relaciona com a anomalia de aquecimento das águas oceânicas presente sobre o Pacífico Equatorial centro-leste, enquanto a La Niña se liga ao resfriamento anômalo das águas oceânicas equatoriais sobre a bacia centro-leste (Trenberth 1997).

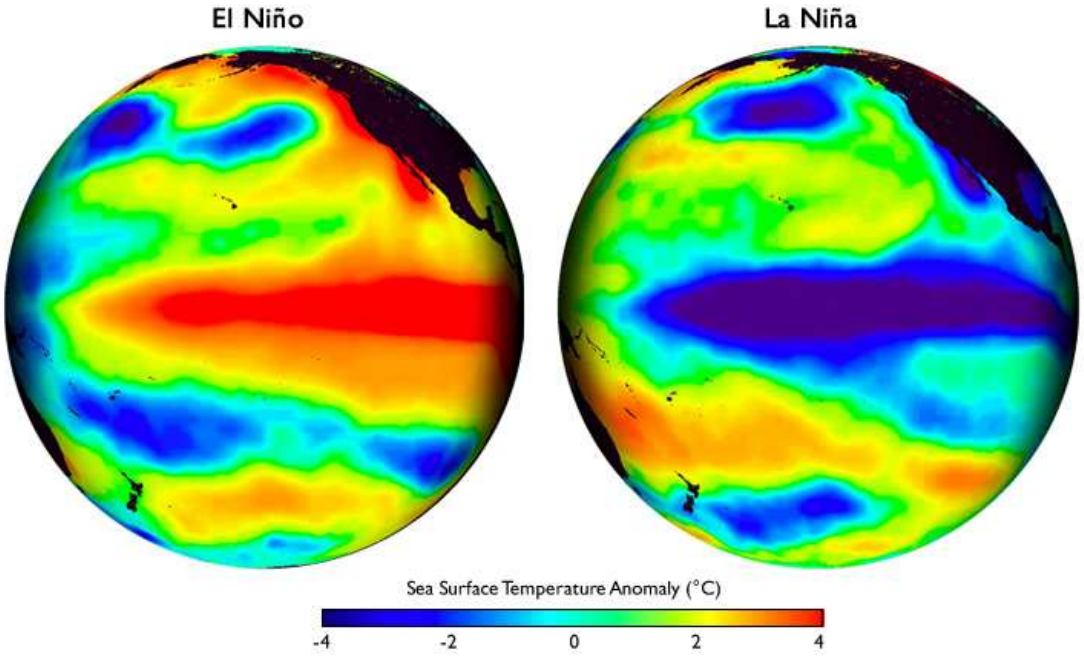


Figura 6-Esquema representando o aquecimento ocasionado pelo El Niño e o resfriamento ocasionado pela La Niña. Fonte: Ronaldo Oliveira, 2015.

## 1.5 PARÂMETROS GEOLÓGICOS

Em relação à geomorfologia, Mancio Filho *et al.* (2022) afirma que, no litoral do Estuário do rio Oiapoque, observam-se franjas de manguezais estreitas. A região está localizada em uma zona transicional entre um setor costeiro erosional e uma costa deposicional, que se estende para noroeste, formando os maiores bancos lamosos do mundo. Estas formações começaram a se desenvolver cerca de 6.000 anos atrás onde grandes bancos de lama migraram continuamente para o oeste influenciados pela Corrente Norte Brasileira (CNB).

Está inserido sobre o Planalto Dissecado do Norte do Amapá no Escudo das Guianas, que engloba aproximadamente uma área de 1,5 milhão de quilômetros quadrados, abrangendo partes de 5 países (Suriname, Venezuela, Guiana, Guiana Francesa e Brasil) (Mancio Filho *et al.* 2022). Todas essas formações geomorfológicas causam um relevo dissecado pela rede hidrográfica, o que gera uma paisagem característica como afloramentos rochosos ao longo do rio, e devido a sua

formação geológica, há corredeiras sentido montante em seu alto curso e no sentido jusante em seu baixo curso (Palhares; Guerra 2016).

Figura 7-Afloramentos rochosos no rio Oiapoque. Fonte: Afloramentos… (2011) Flickr.

Na parte mais a montante do rio Oiapoque predominam minerais típicos de rochas metamórficas (xistos), com destaque a granada, estaurolita, andalusita e sillimanita, que fazem parte da Formação Paramaca Inferior. E na parte da jusante, encontra-se minerais oriundos de rochas básicas (hornblendas verdes e marrons), que fazem parte da Formação Paramaca Superior, parcialmente coberta por depósitos costeiros (Pujos *et al.* 1989).

## 1.6 JUSTIFICATIVA

A importância desta análise reside no registro de um conjunto de dados de vazão e pluviosidade do Estuário do rio Oiapoque em um período de dez anos, permitindo um planejamento e uma gestão mais eficazes de seus recursos.

Figura 8-Usina Hidrelétrica de Tucuruí. O planejamento da área é essencial para um bom aproveitamento dos recursos disponíveis. Fonte: Ferdinando de Sousa, 2019.

# 2 OBJETIVOS

## 2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar o comportamento decadal (2005-2014) da vazão do Estuário do rio Oiapoque, em função de fenômenos climáticos, com ênfase nos ENSO.

## 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

· Compreender o comportamento da vazão do Estuário do Rio Oiapoque em diferentes escalas temporais.

· Avaliar a influência de fenômenos climáticos na dinâmica de vazão do Estuário do rio Oiapoque.

# 3 METODOLOGIA

## 3.1 AQUISIÇÃO DE DADOS DE VAZÃO, PLUVIOSIDADE, TEMPERATURA E EVENTOS DE EL NIÑO E LA NIÑA

Foi realizada uma análise bibliográfica por meio da seleção de literaturas que abordam dados hidrodinâmicos de vazão do Estuário do rio Oiapoque, pluviosidade, temperatura e eventos de El Niño e La Niña considerando diferentes períodos ao longo de 10 anos. A plataforma HidroWeb da ANA (Agência Nacional das Águas) também foi utilizada para a aquisição de dados de vazão, assim como o NOAA para obtenção de dados de El Niño e La Niña, e o CPTEC e INMET para obter dados de temperatura e pluviosidade.

Os dados de vazão, temperatura e pluviosidade foram extraídos de estações de registros fluviométricos e meteorológicos (Tabela 1 e Figura 10):

Figura 9-Réguas linimétricas de estação fluviométrica telemetrizada. Fonte: Réguas… (2025) PB Hidrometria & Topografia.

Tabela 1-Estações de registro presentes no Estuário do rio Oiapoque.

| CÓDIGO | NOME | LATITUDE | LONGITUDE | TIPO |
|---|---|---|---|---|
| 32246 | Oiapoque/AP | 3°43’12.0”N | 51°55’30.0”W | Meteorológica |
| A242 | Oiapoque | 3°48’49.0”N | 51°51’45.0”W | Meteorológica |
| 30.050.000 | Estirão do Cricou | 3°43’19.0”N | 51°55’52.0”W | Fluviométrica |

Fonte: Autor, 2025.

## 3.2 ANÁLISE DOS DADOS

O conjunto de dados reunidos serão analisados por meio de interpretação de gráficos. Essa análise visa contribuir para um melhor entendimento da hidrodinâmica de vazão do Estuário do rio Oiapoque sob a ação de fenômenos climáticos.

Figura 10-Mapa de localização da área de estudo destacando as coordenadas das estações utlizadas. Fonte: Elaborado pelo autor a partir do Google Earth, 2025.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O rio Oiapoque é o principal rio da Bacia do Oiapoque e um dos mais importantes da parte Norte do Estado do Amapá (Silva Junior *et al.* 2022), com extensão total de 345,424 km. Está inserido na porção denominada oriental do ambiente amazônico na zona equatorial. Essa região se destaca pelo intenso regime pluviométrico e que atinge máximas bem proeminentes nos períodos trimestrais de dezembro, janeiro e fevereiro, e março abril e maio (período chuvoso amazônico). A sazonalidade da chuva depende dos fenômenos climáticos de grande escala que influenciam a área, no Oceano Pacífico os eventos dominantes são os ENSO (El Niño/La Niña) e no Oceano Atlântico se destaca o Gradiente de anomalias de Temperatura da Superfície do Mar (TSM). Ambos coincidentes com os períodos trimestrais de pluviosidade alta na região. A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) é o principal sistema que induz chuva, em especial na área norte da América do Sul no Oceano Atlântico desde os tempos antigos (Ruiz 2018). Quando a mesma se afasta da região indo em direção do norte, o índice de chuva cai bruscamente.

A região do rio Oiapoque apresenta índices de pluviosidade variando entre 2.700 e 2.900 mm (Souza; Cunha 2010), valores comuns para a faixa litorânea local, porém no gráfico apresentado na Figura 11, é mostrada uma pluviosidade máxima anual de 400 mm no ano de 2007, número muito abaixo do esperado, o que pode explicar que algum fenômeno atuou com grande intensidade nessa área durante o período decadal causando anomalias.

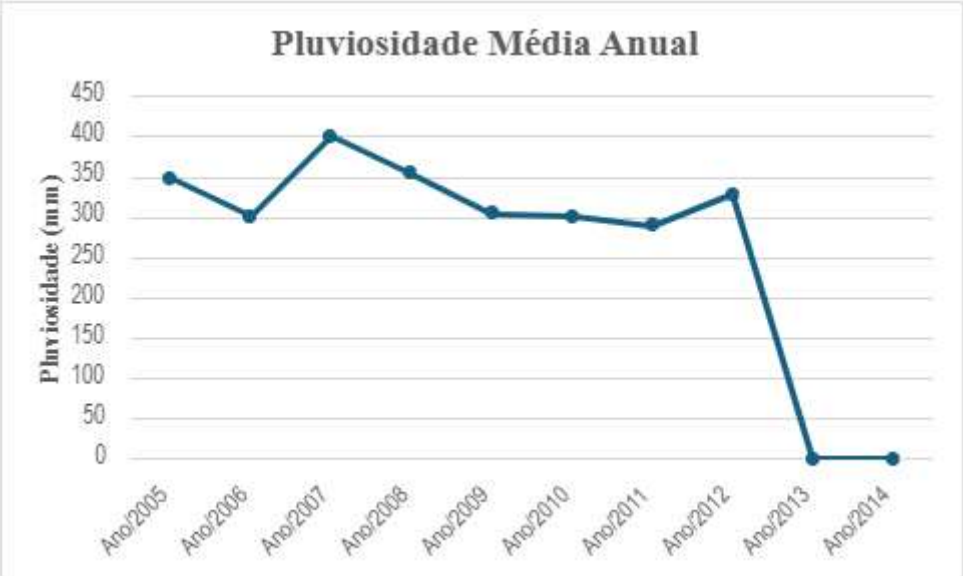


Figura 11-Gráfico pluviométrico decadal (2005-2014). Fonte: Autor, 2025.

Os períodos trimestrais de menor pluviosidade local acontecem de junho, julho e agosto a setembro, outubro e novembro, com índices de 500-700 mm e 100-200 mm respectivamente. Diferente de outros lugares que possuem as estações do ano bem definidas, a Amazônia tem sua estação própria dividida em período sazonal chuvoso e seco. Assim, os períodos de junho a novembro são considerados os mais secos, mesmo que no início seja um pouco mais chuvoso. Dessa forma, o gráfico aparentemente mostra que durante um período de oito anos (2005-2012), não levando em consideração os dados de 2013 e 2014 que estão incompletos, o índice de chuva atingiu máximos referentes à fase de transição entre o período chuvoso e período seco.

O Índice Oceânico Niño (ONI) é a métrica principal para monitorar El Niño e La Niña. Ele mede a anomalia de TSM na região do Pacífico Equatorial Central. A classificação do ONI é detalhada na Tabela 2:

Tabela 2-Classificação dos valores que determinam períodos de El Niño e La Niña.

| **ENSO** | **CLASSIFICAÇÃO** |
|---|---|
| EL NIÑO | Maior ou igual a +0,5°C[1] |
| LA NIÑA | Menor ou igual a –0,5°C[1] |
| NEUTRO | Valor entre +0,4°C e –0,4°C |

Fonte: Autor, 2025.

Os ENSO descrevem aquecimento ou resfriamento anormal da temperatura da superfície do mar (TSM), tais variações afetam temperatura e pluviosidade. A aceleração das mudanças climáticas vem afetando os padrões climáticos antes cíclicos, intensificando secas em eventos de El Niño com a redução das chuvas, e amplificando enchentes e inundações em períodos de La Niña, onde a pluviosidade é bastante evidenciada.

O estudo de séries históricas permite observar parâmetros de clima, temperatura, descarga de rio ao longo dos anos, viabiliza entender em ampla escala de tempo os processos que podem ter ocorrido, e possibilita que planejamentos mais precisos sejam implementados na área analisada.

1 Por pelo menos 5 trimestres consecutivos

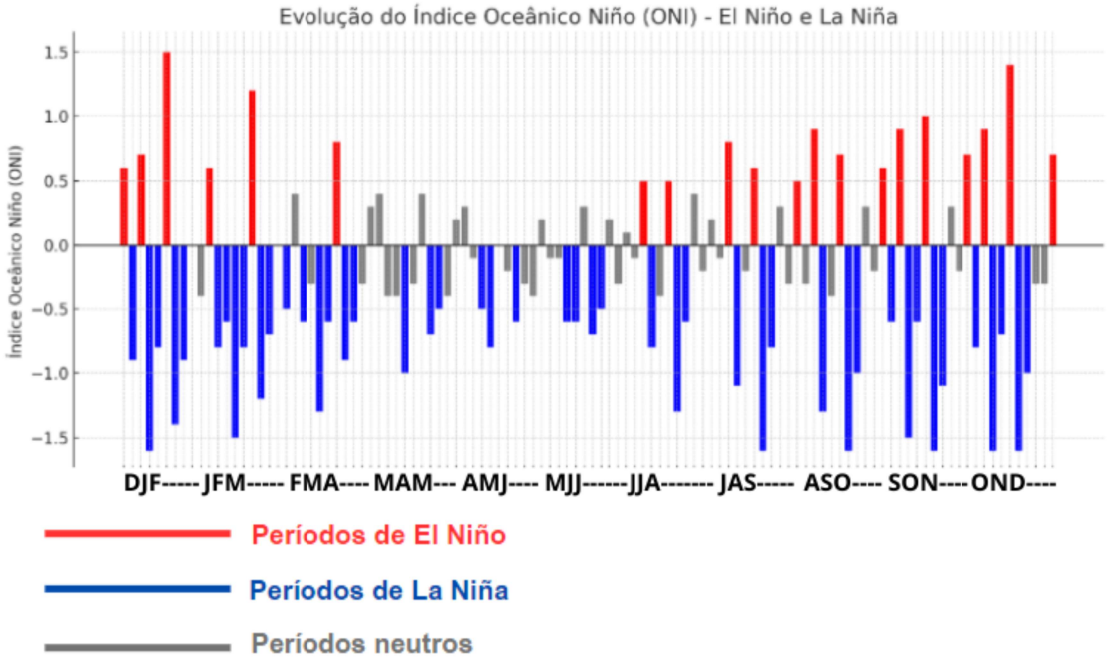


Figura 12-Série temporal de 10 anos do ONI. Fonte: Autor, 2025.

Os dados de anomalia de El Niño e La Niña estão representados na Figura 12. As siglas representam os períodos trimestrais de cada ano de 2005 à 2014 e se naquele momento haviam fenômenos ENSO ativos ou em fase neutra. Há ainda outra divisão que classifica os eventos ENSO em fraco, moderado e forte de acordo com informações coletadas do GOLDEN GATE WEATHER SERVICE. Observa-se na Tabela 3:

Tabela 3-Divisão do ENSO de acordo com a intensidade.

| **EL NIÑO** | | **LA NIÑA** | | |
|---|---|---|---|---|
| Fraco | Moderado | Fraco | Moderado | Forte |
| 2006-2007 | 2009-2010 | 2005-2006 | 2011-2012 | 2007-2008 |
| | | 2008-2009 | | 2010-2011 |

Fonte: Autor, 2025.

Como se pode notar, durante o período decadal analisado, não aconteceram eventos de El Niño fortes, ao contrário da La Niña que se mostrou dominante. Segundo Duarte (2017), esse acontecimento pode ter relação com a Oscilação Interdecadal do Pacífico (IPO) que acontece no Oceano Pacífico, e através das teleconexões afetam a América do Sul ocasionando alterações atmosféricas. Os anos de intensidade da La Niña coincidem com o período decadal abordado nessa análise.

O El Niño causou pouca alteração na área, porém a La Niña foi mais expressiva e a pluviosidade deveria ser bem alta, nesse cenário a precipitação ainda se mostrou abaixo da média

esperada, levando a concluir que os ENSO não tiveram muita influência no local nessa época. Algum outro fator foi decisivo e mais intenso para determinar os padrões locais.

Com a redução da pluviosidade, o padrão de vazão também tende a diminuir, situação que não aconteceu do rio Oiapoque. A Figura 13 demonstra que o rio manteve sua descarga média de 835 $m^3.s^{-1}$ (Laut *et al.* 2023).

Esse fator pode indicar que há uma manutenção da entrada de água no estuário, que podem ser tempestades isoladas ou devido a extensão da bacia que o rio está incluso, onde afluentes oriundos de outras localidades trazem essa água que mantém o rio com a média de vazão estável.

Figura 13-Média da vazão anual do rio Oiapoque. Fonte: Autor, 2025.

A temperatura segundo Novais (2023) marca valores superiores a 26 °C na região, dado que coincide com os valores plotados na Figura 14.

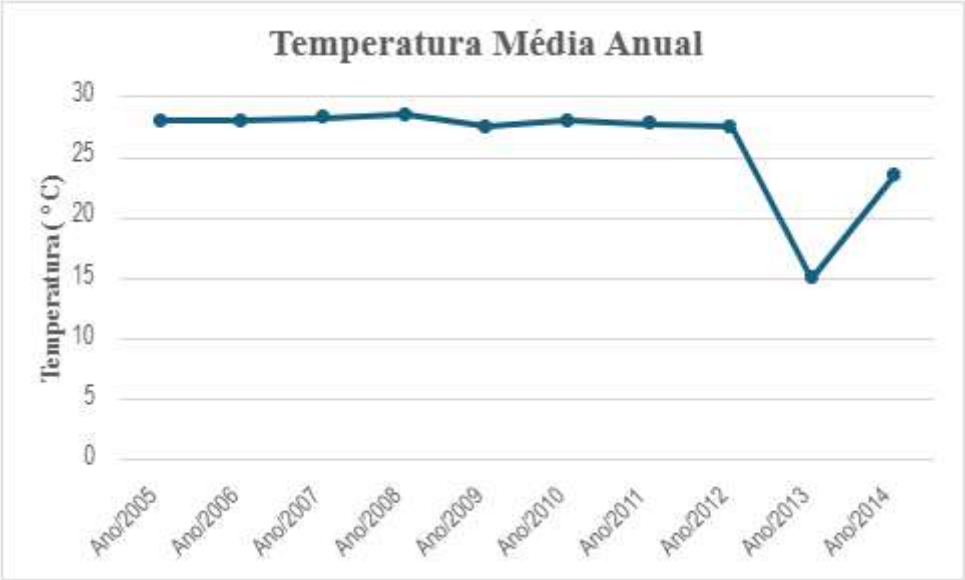


Figura 14-Média da temperatura anual em escala decadal. Fonte: Autor, 2025.

A pluviosidade demostrou estar na média esperada para o período sazonal marcando 400 mm, que se caracteriza seco, mesmo que nos anos analisados a La Niña foi dominante, o que deveria aumentar de forma notável as chuvas locais. Os dados de 2013 e 2014 de pluviosidade e temperatura devem ser desconsiderados, pois estão incompletos e, portanto, imprecisos. Do mesmo modo, a vazão e temperatura também apresentaram padrões esperados para a área.

Os dados de ENSO revelaram que os anos de 2013 e 2014 tiveram os menores índices de fenômenos El Niño e La Niña, em especial o ano de 2013 que mostrou medições neutras. No período decadal analisado, a maior parte dos anos estudados estava sob efeito de La Niña, o que consequentemente deveria aumentar o índice pluviométrico, porém aconteceu o contrário, com valores extremamente baixos mesmo sob essa condição.

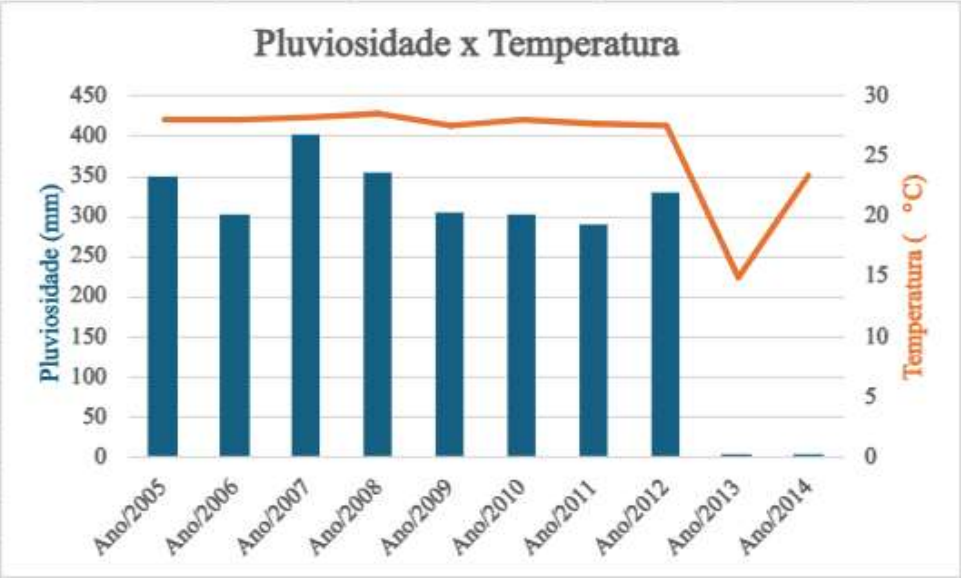


Tabela 15-Correlação dos dados de pluviosidade e temperatura. Fonte: Autor, 2025.

Na relação da pluviosidade com a temperatura (Figura 15), nota-se que não ouve uma interferência direta entre os parâmetros apresentados. Os dados utilizados englobam o período de oito anos, pois, dois anos de dados (2013-2014) estavam incompletos para uma conclusão assertiva. A temperatura permaneceu estável ao longo desse tempo, e percebe-se que não regulou a pluviosidade local. Durante a época de pouca chuva na região, as maiores médias do período decadal, indicaram chuvas isoladas, relacionadas a eventos locais.

Uma explicação que poderia resolver essa situação seria a movimentação da ZCIT para o Atlântico Norte, reduzindo as chuvas locais, deslocamento que pode ter influência de outros sistemas climáticos e teleconexões (Santos 2024).

Uma análise mais profunda englobando eventos climáticos de grande escala ou locais seria necessário para uma compreensão mais exata das hipóteses mencionadas.

## 5 CONCLUSÃO

Conclui-se que, a presente análise permitiu uma avaliação geral do comportamento da vazão do Estuário do rio Oiapoque ao longo de um período decadal (2005-2014), correlacionando dados pluviométricos, hidrodinâmicos e de temperatura sob a influência dos fenômenos ENSO, ZCIT e interferências oriundas das teleconexões. Os resultados demonstraram que, apesar da predominância de eventos de La Niña, que tendem a aumentar a pluviosidade na região, houve períodos de anomalias negativas de precipitação junto com a estabilidade da descarga do rio Oiapoque, indicando a atuação de outros fatores locais, climáticos e oceânicos que modificam os cenários de chuva e contribuem para a manutenção da vazão.

## REFERÊNCIAS

Afloramentos rochosos no rio Oiapoque *Flickr*, 20/10/2011. Disponível em: https://www.flickr.com/photos/wwfbrasil/6264493588. Acesso em: 28 de fevereiro de 2025.

Alizadeh O. 2023. A review of ENSO teleconnections at present and under future global warming. *WIREs Climate Change*. **15**: e861. Disponível em: https://doi.org/10.1002/wcc.861. Acesso em: 24 de dezembro de 2024.

Alves J.R.P., Pereira Filho O., Peres R.A.R. 2001. Aspectos geográficos, históricos e socioambientais dos manguezais. *In:* Alves J.R.P. (ed.). *Manguezais: educar para proteger.* Rio de Janeiro, p. 9-18.

Barbosa C. Amapá em Paz: O BRASIL COMEÇA AQUI: Oiapoque quer entrar no roteiro de viagem. 2014. Disponível em: https://amapaempaz.blogspot.com/2014/02/o-brasil-comeca-aqui-oiapoque-quer.html. Acesso em: 28 de fevereiro de 2025.

Barbosa C. Blog Conexão Brasília: A CHANCE DE OIAPOQUE: Cidade fronteiriça quer ser descoberta. 2013. Disponível em: https://conexao-brasilia.blogspot.com/2013/08/a-chance-de-oiapoque-cidade-fronteirica.html. Acesso em: 28 de fevereiro de 2025.

Carvalho M.A.V., Oyama M.D. 2013. Variabilidade da largura e intensidade da Zona de Convergência Intertropical Atlântica: aspectos observacionais. *Revista Brasileira de Meteorologia*. **28** (3). Disponível em: https://doi.org/10.1590/S0102-77862013000300007. Acesso em: 24 de dezembro de 2024.

CPTEC/INPE: banco de dados. 2025. Disponível em: https://satelite.cptec.inpe.br/home/index.jsp. Acesso em: 23 de dezembro de 2024.

CPTEC/INPE (Climanálise): banco de dados. 2025. Disponível em: http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/cliesp10a/zcit_1.html. Acesso em: 16 de fevereiro de 2025.

Duarte Laís Gonçalves Fernandes. *O fenômeno El Niño-oscilação sul e os eventos extremos de precipitação em Santa Catarina*. Orientador: Regina R. Rodrigues. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017, 86 p. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/182076/349370.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 15 de março de 2025.

Franco L. El clima em Guatemala: ¿Qué es la Zona de Convergencia Intertropical?. 2016. Disponível em: https://elclimaenguatemala.blogspot.com/2016/05/que-es-la-zona-de-convergencia.html. Acesso em: 28 de fevereiro de 2025.

GOLDEN GATE WEATHER SERVICES: banco de dados. 2025. Disponível em: https://ggweather.com/enso/oni.htm. Acesso em 02 de janeiro de 2025.

GOOGLE EARTH: banco de dados. 2025. Disponível em: https://earth.google.com/web/. Acesso em: 26 de fevereiro de 2025.

HidroWeb (ANA): banco de dados. 2025. Disponível em: https://www.snirh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas. Acesso em: 23 de dezembro de 2024.

INMET: banco de dados. 2025. Disponível em: https://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos. Acesso em: 28 de fevereiro de 2025.

Laranjeiras T.O. InfoEscola: Clima no Amazonas. 2019. Disponível em: https://www.infoescola.com/geografia/clima-do-amazonas/. Acesso em: 28 de fevereiro de 2025.

Laut L., Pereira K., Belart P., Carelli T.G., Souza F., Santos V.F. 2023. Caracterização ambiental do Estuário do rio Oiapoque, Brasil-Guiana Francesa. *Quaternary and Environmental Geosciences*, **14** (1):62-74. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/374549747_Caracterizacao_ambiental_do_Estuario_do_Rio_Oiapoque_Brasil-Guiana_Francesa. Acesso em: 25 de dezembro de 2024.

M Neto J., Caçador I., Caetano M., Chaínho P., Costa L., Gonçalves A.M.M., Pereira, L., Pinto L., Ramos J., Seixas S. 2019. Estuários. *In:* Feio M.J., Ferreira V. (ed.). *Rios de Portugal: comunidades, processos e alterações*. Coimbra, p. 381-421.

Mancio Filho S.P., Palhares J.M., Santos V.F. 2022. Análise da precipitação e regime hidrológico na Bacia Hidrográfica do Rio Oiapoque, 1998/2019, Amapá/Brasil. *Ciência Geográfica*. **26** (4). Disponível em: https://www.agbbauru.org.br/publicacoes/revista/anoXXVI_4/agb_xxvi_4_web/agb_xxvi_4-25.pdf . Acesso em: 24 de dezembro de 2024.

NOAA: banco de dados. 2025. Disponível em: https://www.noaa.gov/. Acesso em: 25 de dezembro de 2024.

Novais G.T., Machado L.A. 2023. Os climas do Brasil: segundo a classificação climática de Novais. *Revista Brasileira de Climatologia*. **32**: ISSN 2237-8642. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/367023032_OS_CLIMAS_DO_BRASIL_segundo_a_classificacao_climatica_de_Novais_The_climates_of_Brazil_according_to_the_climate_classification_of_Novais_Los_climas_de_Brasil_segun_la_clasificacion_climatica_de_Novais. Acesso em: 25 de dezembro de 2024.

Oliveira R. Observatório Histórico-Geográfico: O El Niño e o La Niña. 2015. Disponível em: https://obshistoricogeo.blogspot.com/2015/10/o-el-nino-e-o-la-nina.html. Acesso em: 28 de fevereiro de 2025.

Palhares J.S., Guerra A.J.T. 2016. Potencialidades no Município de Oiapoque, Amapá, para o Desenvolvimento do Geoturismo. *Espaço Aberto*. **6** (2):51-72. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/336647353_Potencialidades_no_Municipio_de_Oiapoque_Amapa_para_o_Desenvolvimento_do_Geoturismo. Acesso em: 24 de dezembro de 2024.

Philander S.G.H., Gu D., Halpern D., Lambert G., Lau N.C., Li T., Pacanowski R.C. 1996. Why the ITCZ is mostly north of the equator. *Journal of Climate*. **9**: 2958-2972. Disponível em: https://doi.org/10.1175/1520-0442(1996)009%3C2958:WTIIMN%3E2.0.CO;2. Acesso em: 27 de dezembro de 2024.

Pujos M., Bouysse P., Pons J.C. 1989. Sources and distribution of heavy minerals in late quaternary sediments of the French Guiana continental shelf. *Continental Shelf Research*. **10**: 59-79. Disponível em: https://doi.org/10.1016/0278-4343(90)90035-K. Acesso em: 20 de dezembro de 2024.

Réguas linimétricas de estação fluviométrica telemetrizada *PB Hidrometria & Topografia*, 2025. Disponível em: https://pbhidrometria.com.br/servico/instalacao-de-estacoes-fluviometricas-telemetrizadas/. Acesso em: 28 de fevereiro de 2025.

Rios voadores *O Globo*, 03/11/2011. Disponível em: https://oglobo.globo.com/saude/ciencia/floresta-amazonica-responsavel-por-44-das-chuvas-no-brasil-mostra-pesquisa-2719562. Acesso em: 28 de fevereiro de 2025.

Ruiz Verónica Marcela Ramirez. *Influência da Zona de Convergência Intertropical na monção sul-americana durante o último período glacial com base em registros geoquímicos de espeleotemas da Colômbia*. Orientador: Francisco William da Cruz Junior. Tese de doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018, 191 p. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44142/tde-30052019-131807/publico/PDF_Doutorado.pdf. Acesso em: 15 de março de 2025.

Sampaio R.S., El-Robrini M. 2023. Mudança de níveis de água (1995-2021) no Estuário Superior do rio Amazonas (Baixo Amazonas-Pará): possíveis fatores que afetam. *Revista Brasileira de*

*Geografia Física*. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/380095355_Water_level_changes_1995-2021_in_the_Upper_Amazon_Estuary_Lower_Amazon_-Para_possible_climate_factors. Acesso em: 16 de janeiro de 2025.

Santos C.A.G., Santos D.C., Brasil Neto R.M., Oliveira G., Santos C.A.C., Silva R.M. 2024. Analyzing the impact of ocean-atmosphere teleconnections on rainfall variability in the Brazilian Legal Amazon via the Rainfall Anomaly Index (RAI). *Atmospheric Research*. **307**. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2024.107483. Acesso em: 16 de janeiro de 2025.

Santos S.R.Q., Silva R.B.C., Barreto P.N., Nunes H.G.G.C., Rodrigues R.S., Campos T.L.O.B. 2011. Regime térmico e hídrico do solo para a área de floresta tropical em anos de El Niño e La Niña, Caxiuanã-PA: estudo de caso. *Revista Brasileira de Meteorologia*. **26** (3). Disponível em: https://doi.org/10.1590/S0102-77862011000300004. Acesso em: 23 de dezembro de 2024.

SEMA: banco de dados. 2025. Disponível em: https://sema.portal.ap.gov.br/. Acesso em: 19 de dezembro de 2024.

Silva Junior O.M., Silva E.A.C., Amaral C.F.A.C., Melém T.M.F., Silva W.S., Silva P.S. 2022. *Atlas Geográfico Escolar do Estado do Amapá*. Disponível em: https://www2.unifap.br/ppgeo/files/2022/04/Livro-Atlas-geografico-escolar-do-Estado-do-Amapa.pdf. Acesso em: 16 de fevereiro de 2025.

Sondag F., Guyot J.L., Moquet J.S., Laraque A., Adele G., Cochonneau G., Doudou J.C., Lagane C., Vauchel P. 2010. Suspended sediment and dissolved load budgets of two Amazonian rivers from the Guiana Shield: Maroni River at Langa Tabiki and Oyapock River at Saut Maripa (French Guiana). *Hydrological Processes*. **24**: 1433-1445. Disponível em: https://doi.org/10.1002/hyp.7603. Acesso em: 17 de janeiro de 2025.

Sousa F. Ferdinando de Sousa: A impactante construção da Usina Hidrelétrica de Tucuruí. 2019. Disponível em: https://ferdinandodesousa.com/2019/06/07/a-impactante-construcao-da-usina-hidreletrica-de-tucurui/. Acesso em: 28 de fevereiro de 2025.

Souza E.B., Cunha A.C. 2010. Climatologia de Precipitação no Amapá e Mecanismos Climáticos de Grande Escala. *In:* Cunha A.C., Souza E.B., Cunha H.F.A. (ed.). *Tempo, Clima e Recursos Hídricos: Resultados do Projeto REMETAP no Estado do Amapá*. Macapá, IEPA, p. 177-196.

Souza E.B., Kayano M.T., Ambrizzi T. 2004. The regional precipitation over the eastern Amazon/Northeast Brazil modulated by tropical pacific and atlantic SST anomalies on weekly

timescale. *Revista Brasileira de Meteorologia*. **19**: 113-122. Disponível em: https://www.semanticscholar.org/paper/THE-REGIONAL-PRECIPITATION-OVER-THE-EASTERN-AMAZON-Souza-Kayano/82e3861cf4fa5b75fb71ac35f64c45b497ab8a0e. Acesso em: 15 de janeiro de 2025.

Souza E.B., Kayano M.T., Tota J., Pezzi L., Fisch G., Nobre C. 2000. On the influences of the El Niño, La Niña and Atlantic Dipole Paterni on the Amazonian Rainfall during 1960-1998. *Acta Amazônica*. **30** (2): 305-318. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1809-43922000302318. Acesso em: 16 de janeiro de 2025.

Trenberth K.E. 1997. The definition of El Niño. *Bulletin of the American Meteorological Society.* **18**: 2771-2778. Disponível em: https://doi.org/10.1175/1520-0477(1997)078%3C2771:TDOENO%3E2.0.CO;2. Acesso em: 18 de janeiro de 2025.