

UFF - UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE  
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

TIAGO NICOLAY RODRIGUES

Análise de séries históricas de dados meteorológicos no litoral brasileiro

CAMPOS DOS GOYTACAZES

2017

UFF - UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE  
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

TIAGO NICOLAY RODRIGUES

ANÁLISE DE SÉRIES HISTÓRICAS DE DADOS METEOROLÓGICOS NO LITORAL  
BRASILEIRO

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Universidade Federal  
Fluminense como requisito para a  
obtenção do grau Bacharel em  
Geografia.

ORIENTADOR: Professor Dr. Eduardo Manuel Rosa Bulhões

CAMPOS DOS GOYTACAZES  
2017

TIAGO NICOLAY RODRIGUES

**ANÁLISE DE SÉRIES HISTÓRICAS DE DADOS METEOROLÓGICOS NO  
LITORAL BRASILEIRO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Universidade Federal Fluminense como requisito  
para a obtenção do grau Bacharel em Geografia.

Aprovado em \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2017

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Eduardo Manuel Rosa Bulhões (orientador)  
UFF – Universidade Federal Fluminense

---

1  
Prof.a. Dr.a. Maria Carla Barreto Santos  
UFF – Universidade Federal Fluminense

---

2  
Prof.a. Dr.a. Sandra Fernandes de Andrade  
UFF – Universidade Federal Fluminense

*Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por ser essencial em minha vida, autor de meu destino, meu guia. Ao meu pai Gilberto, minha mãe Cristina que não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa. Aos meus irmãos por todos os ensinamentos, fundamentais em minha vida.*

*Aos meus avós paternos e maternos "In memorian" que tenho como exemplo de bondade e sabedoria. Ao meu amigo Mateus, "In memorian", pela amizade e pelos bons momentos que tivemos na sua breve passagem.*

Agradeço ao meu professor e orientador Eduardo Bulhões, pelos ensinamentos, pela atenção e pela disponibilidade em me ajudar a concluir este objetivo.

Aos meus pais Gilberto e Cristina que sempre me incentivam a correr atrás dos meus sonhos e dedicam muito suor e trabalho para que isto seja possível. Este trabalho não é nada perto daquilo que vocês passam todos os dias, tenho vocês como exemplo de dedicação, amor e carinho, sou eternamente grato por isso.

Aos amigos que nos últimos anos acompanharam de perto cada passo que dei nesta caminhada, e que em todos os momentos estiveram comigo: João, Camilla, Karlany, Laura, Paula, Diego, Mariana e Tayná. Cada palavra e cada conselho dado certamente não serão esquecidos, tenho muito orgulho de ter vocês comigo.

Aos membros da banca, pela disponibilidade e pela atenção dedicadas a mim, e a esta fase de conclusão do curso, sem vocês isto não seria possível.

Aos amigos e professores da Universidade Federal Fluminense, pela boa convivência ao longo desses anos e pelas experiências compartilhadas que somaram para a minha trajetória acadêmica e pessoal até então.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

## RESUMO

O território brasileiro, marcado por sua grande extensão, possui diferenciados regimes de temperatura e precipitação, variando o clima de Norte a Sul, graças à complexidade da atmosfera e atuação de diversos fatores que influenciam o clima. Obtiveram-se dados meteorológicos de estações localizadas na zona costeira do Brasil e posteriormente a aplicação de procedimentos estatísticos para geração dos resultados, agrupados em ambiente sig com os gráficos obtidos. A análise dos dados meteorológicos tem contribuído para o desenvolvimento da climatologia, oferecendo suporte para diversas áreas de estudo, reforçando também o cenário de mudanças climáticas e estratégias de planejamento para as cidades costeiras. Quanto aos resultados, o litoral Norte apresenta maiores valores de precipitação e maiores temperaturas registradas nas séries históricas. O litoral Nordeste apresenta baixa amplitude térmica e regime pluviométrico bem definido. Para os litorais Sudeste e Sul, destacam-se os pluviométricos distribuídos de forma mais homogênea e maiores amplitudes térmicas, que coloca em evidência a diversidade climática do litoral brasileiro. Alguns elementos são evidenciados para melhor entendimento dos dados em questão.

Palavras chave: climatologia, zona costeira, séries históricas

## **ABSTRACT**

The Brazilian territory, marked by its great extension, has different regimes of temperature and precipitation, varying the climate from North to South, thanks to the complexity of the atmosphere and the performance of several factors that influence the climate. Meteorological data were obtained from stations located in the coastal zone of Brazil and later the application of statistical procedures to generate the results, grouped in a sig environment with the graphs obtained. The analysis of meteorological data has contributed to the development of climatology, supporting several areas of study, also reinforcing the scenario of climate change and planning strategies for coastal cities. As for the results, the North coast presents higher rainfall values and higher temperatures recorded in the historical series. The Northeast coast presents low thermal amplitude and well defined pluviometric regime. For the Southeastern and Southern coasts, the pluviometries distributed in a more homogeneous way and greater thermal amplitudes are highlighted, which highlights the climatic diversity of the Brazilian coast. Some elements are evidenced for a better understanding of the data in question.

Keywords: climatology, coastal zone, historical series

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Abertura do Oceano Atlântico. ....	14
Figura 2: Macrocompartimentos costeiros do Brasil.....	17
Figura 3: Costa brasileira segundo Silveira (1964) .....	20
Figura 4: Mapa de Localização da área de estudo.....	22
Figura 5: Falésias no município de Beberibe - CE.....	30
Figura 6: Praia do Forte, Cabo Frio - RJ .....	31
Figura 7: Cordão Litorâneo e Cristas de Praias, Caravelas - BA .....	32
Figura 8: Laguna de Araruama - RJ .....	33
Figura 9: Cobertura sedimentar do Grupo Barreiras, Praia das Barreiras, Camocim - CE.....	34
Figura 10: Planície costeira de Santos - SP .....	35
Figura 11: Delta do Rio Doce, Vila de Regência - ES .....	36
Figura 12: Dunas costeiras, Cabo Frio - RJ.....	37
Figura 13: Mangue, Augusto Correa - PA.....	38
Figura 14: Restinga, Macaé - RJ .....	39
Figura 15: Tômbolo, Aracruz - ES .....	40
Figura 16: Península de Maraú - BA .....	41
Figura 17: Cabo em Arraial do Cabo - RJ.....	42
Figura 18: Costão Rochoso em Ubatuba-SP .....	43
Figura 19: Mapa do Brasil com as estações utilizadas classificadas por região com os climogramas dos litorais Norte e Nordeste.....	49
Figura 20: Mapa do Brasil com as estações utilizadas classificadas por região com os climogramas dos litorais Sudeste e Sul. ....	51
Figura 21: Mapa do Brasil com as estações utilizadas classificadas por região com o gráfico de dias chuvosos em relação à quantidade de precipitação para os litorais Norte e Nordeste. ....	52
Figura 22: Mapa do Brasil com as estações utilizadas classificadas por região com o gráfico de dias chuvosos em relação à quantidade de precipitação para os litorais Sudeste e Sul. ....	54
Figura 23: Mapa do Brasil com as estações utilizadas classificadas por região com o gráfico de umidade relativa em relação à temperatura média para os litorais Norte e Nordeste.....	55
Figura 24: Mapa do Brasil com as estações utilizadas classificadas por região com o gráfico de umidade relativa em relação à temperatura média para os litorais Sudeste e Sul. ....	56
Figura 25: Mapa do Brasil com as estações utilizadas classificadas por região com o gráfico de evaporação em relação à precipitação para os litorais Norte e Nordeste.....	57

Figura 26: Mapa do Brasil com as estações utilizadas classificadas por região com o gráfico de evaporação em relação à precipitação para os litorais Sudeste e Sul. .... 58

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BDMEP	Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa
CIT	Convergência intertropical
E	Leste
FPA	Frente polar atlântica
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
MEA	Massa de ar equatorial atlântica
MEAN	Massa Equatorial do Atlântico Norte
MEAS	Massa Equatorial do Atlântico Sul
MEC	Massa de ar equatorial continental
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MM	Milímetros
MPA	Massa de ar polar atlântica
MPP	Massa polar do pacífico
MTA	Massa de ar tropical atlântica
MTC	Massa de ar tropical continental
N	Norte
NE	Nordeste
NNE	Nor-Nordeste
SSW	Sul-Sudoeste
NW	Noroeste
OMM	Organização Mundial de Meteorologia
PNGC	Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro
S	Sul
SIG	Sistemas de informação geográfica
SE	Sudeste
SW	Sudoeste
UFF	Universidade Federal Fluminense
W	Oeste
ZCAS	Zona de Convergência do Atlântico Sul

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO</b> .....	12
1.1 FORMAÇÃO DO LITORAL BRASILEIRO .....	12
1.2 COMPARTIMENTAÇÃO DO LITORAL BRASILEIRO .....	16
1.3 DELIMITAÇÃO TEMÁTICA .....	21
1.4 OBJETIVO .....	21
1.5 JUSTIFICATIVA .....	21
1.6 ÁREA DE ESTUDO .....	22
<b>2.0 BASE CONCEITUAL</b> .....	27
2.1 DINÂMICA COSTEIRA: AGENTES MODELADORES DA COSTA .....	28
2.2 ELEMENTOS DO CLIMA X FORMAÇÃO DO RELEVO .....	43
2.3 SISTEMAS CLIMÁTICOS ATUANTES NO BRASIL.....	46
<b>3.0 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	48
<b>4.0 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	49
<b>5.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	60
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	62

## CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

O ambiente costeiro tem como característica as frequentes mudanças em sua morfologia, seja na escala temporal, seja na espacial, que ocasionam uma grande diversidade de feições geomorfológicas e geológicas, que são resultado de uma complexa interação de processos deposicionais e erosivos combinados à ação de ondas oceânicas, correntes de maré e litorâneas, além das influências antrópicas que podem alterar significativamente a paisagem em determinado local (FLORENZANO, 2008).

As terras expostas às vagas marinhas vão apresentar diferentes naturezas no que se trata das rochas, da altura do relevo e compartimentos topográficos, concomitantemente as águas das regiões costeiras seguem em seu processo de constante abrasão e sedimentação, desde os pólos aos trópicos e na desembocadura dos rios, numa interação isocrônica que se desenvolve também pela dinâmica dos ventos e brisas que oscilam dia e noite, do mar pra terra e da terra pro mar (AB´ SABER, 2001).

Desta maneira, tal como aponta Souza *et al.*, (2005), diferentes condicionamentos geológicos e climáticos ao longo de toda a zona costeira do Brasil são responsáveis por uma grande diversidade de aspectos geomorfológicos.

Como coloca Florenzano (2008), a análise da paisagem costeira atual e sua evolução no decorrer do tempo geológico permitem reconstituir padrões de nível do mar e também entender fatores intrínsecos e extrínsecos que exerceram suas mudanças através do tempo. Estes estudos são de suma importância, uma vez que a zona costeira responde de imediato à variação no nível de base (nível relativo do mar em ambientes costeiros), por mais sutil que seja. Além de consistir em um sistema deposicional efêmero, tanto geográfica quanto temporalmente, o que gera morfologias variadas em constante estado de mudança, desta forma, a caracterização dos ambientes costeiros recentes e passados é um importante suporte para a reconstituição da história geológica, assim como na elaboração de estratégias que minimizem possíveis impactos negativos para as próximas gerações.

### 1.1 FORMAÇÃO DO LITORAL BRASILEIRO

Do ponto de vista geomorfológico, a linha de costa se caracteriza por instabilidade resultada das alterações causadas por efeitos naturais e antrópicos, que se materializam na quantidade de sedimentos disponíveis, no clima de ondas e na altura relativa do nível do mar.

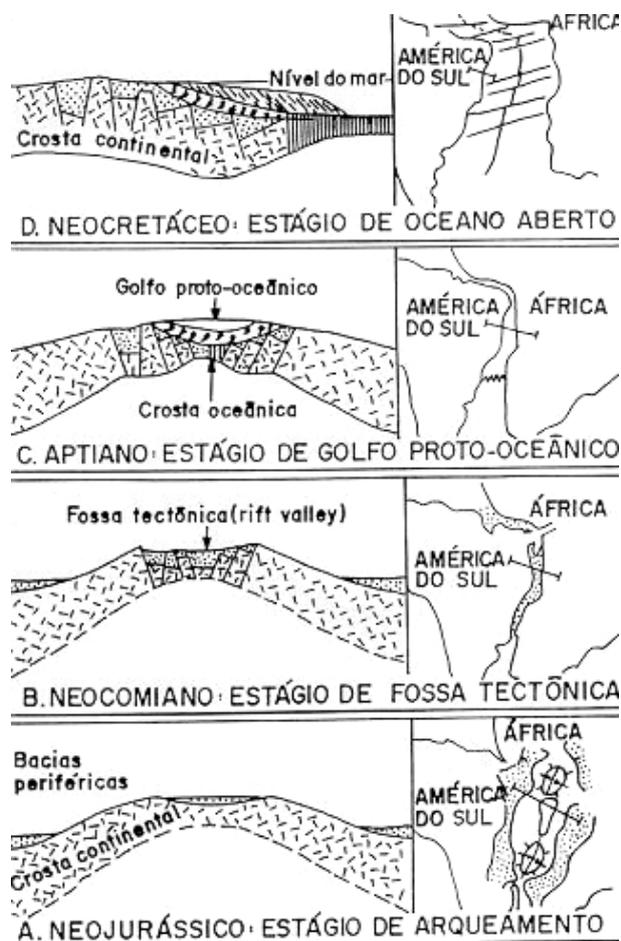
O litoral, com destaque, as praias reagem com mudanças de forma e posição, que podem ter consequências desagradáveis (MUEHE, 2001).

A composição do litoral brasileiro, tanto em termos de orientação da linha de costa quanto à sua posição geográfica, resultou, em grande parte, da reativação pós-paleozóica que originou as bacias sedimentares tafrogênicas e à própria gênese do Oceano Atlântico (TESSLER e GOYA, 2005).

Como aponta Ab'Saber (2001) a história fisiográfica e ecológica do litoral brasileiro é envolta de uma herança complexa de múltiplos fatores e processos que exercem interferência, como aponta a Figura 1.

Desta forma, é necessário observar a história geológica ao fim do período Jurássico (há cerca de 150 milhões de anos), quando ocorreu a separação do supercontinente Gondwana acompanhada por eventos tectono-magmáticos, representados pela extrusão de magma alcalino e formação de bacias na área da atual margem continental como na área continental adjacente, bacias que posteriormente foram preenchidas com sedimentos (TESSLER e GOYA, 2005).

Figura 1: Abertura do Oceano Atlântico.



Fonte: PONTE e ASMUS (1978) extraído de TESSLER e GOYA (2005)

Os lineamentos estruturais, como falhas e fraturas resultantes das diversas fases de dobramento de fundo e atividade tectônica não somente deram condição para a fragmentação do bloco gondwanico e a posterior separação dos continentes sul-americano e africano, dando origem ao Oceano Atlântico, mas se mantém impressos no relevo pela maneira na qual as redes de drenagem e a direção da linha de costa se dispõem (MUEHE, 2003).

Segundo Muehe (2003), as direções mais comuns, nordeste-sudoeste ou nor-nordeste-su-sudoeste, determinada direção brasiliana e a direção noroeste-sudeste, determinada direção caraíba, condicionaram juntamente os grandes alinhamentos da linha de costa, predominando ora a direção caraíba, como no litoral norte e parte do Nordeste, até o cabo Calcanhar (RN), ora a direção brasiliana, do cabo Calcanhar ao Rio Grande do Sul.

As densas bacias sedimentares tectônicas, que receberam milhares de metros de sedimento marinho em áreas que atualmente constituem a plataforma continental submersa do

território brasileiro, demonstram os últimos episódios geológicos ligados aos grandes movimentos tectônicos de placas (AB´ SABER, 2001).

Após a formação das bacias petrolíferas da plataforma continental brasileira (Cretáceo Superior), os planaltos superiores se soergueram e se efetuaram falhamentos do tipo Serra do Mar e da Mantiqueira, originando às feições mais gerais do relevo do Brasil sul-oriental. Assim, produzia-se a retroterra acidentada do espaço que seria marginado pela zona costeira tal como se observa hoje.

Desta forma, ao fim das flexuras que soergueram e espessaram o feixe de sedimentos dos tabuleiros, a zona costeira ficou sob intervenção dos movimentos do nível dos oceanos, ditos glacio-eustáticos, época muito fria ou menos quente, conforme a estocagem maior de gelo nos pólos e em altas montanhas. Nos períodos interglaciários, houve sempre reaquecimentos que promoveram a elevação do nível do mar pelo degelo parcial das calotas polares e retração das geleiras das altas montanhas. Disso resulta que o período Holoceno na fachada atlântica do Brasil envolveu um importante processo de (re)tropicalização (AB´ SABER, 2001)

A respeito dos condicionantes oceanográficos, Muehe (2003) lista três responsáveis por processos costeiros de curto e médio prazo. O primeiro deles é o clima de ondas, encarregado pelo transporte de sedimentos nos sentidos longitudinal e transversal à linha de costa, de maneira que a energia das ondas, a intensidade e a recorrência das tempestades que controlam a dinâmica dos processos de erosão e acumulação na interface do continente.

A morfologia resultante vai depender de outros fatores, como a disponibilidade de sedimentos, a geologia, a variação do nível relativo do mar, mas a abrangência espacial de diferentes climas de ondas constitui o primeiro passo para a identificação de compartimentos costeiros (MUEHE, 2003).

O segundo fator listado pelo autor é o transporte litorâneo. A alteração no volume de sedimentos transportados paralelamente à linha de costa é uma das causas mais frequentes da erosão ou progradação costeira. Esse transporte produzido pela corrente longitudinal gerada entre a zona de arrebenção e a linha de praia, em decorrência da obliquidade de incidência das ondas, tem sentido e intensidade definidos pela altura e direção das ondas incidentes e pela orientação da linha de costa (MUEHE, 2003).

O último fator, segundo o mesmo autor, é a amplitude de maré, caracterizada pela diferença de altura entre a preamar e baixa-mar, que traduz um elemento fundamental na definição da intensidade dos processos na costa, em virtude da velocidade das correntes correlacionadas. Estas, denominadas correntes de maré, tem a capacidade de moldar a

morfologia da plataforma continental interna, gerando bancos de grande mobilidade, ou condicionar a morfologia dos cordões litorâneos, e a manutenção ou não dos canais de maré, em função do predomínio entre as forças geradas pela altura das ondas, que levam ao fechamento dos canais, ou pela amplitude da maré, que tende a abrir os canais.

## 1.2 COMPARTIMENTAÇÃO DO LITORAL BRASILEIRO

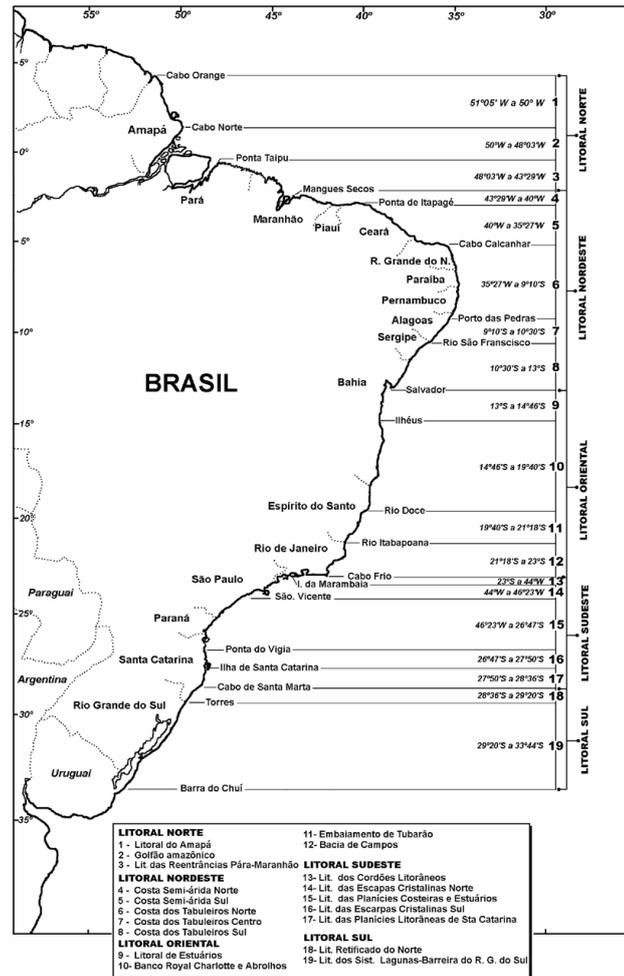
A vasta costa do Brasil garante uma elevada diversidade paisagística ao litoral, que partindo das zonas equatoriais se estende por segmentos semiáridos, tropicais e subtropicais. Muitos processos continentais atuam nos sistemas erosivos e deposicionais das faixas costeiras, como também processos oceânicos através do regime de ondas e pelo transporte de sedimentos em paralelo à linha de costa, além da amplitude das marés e seu potencial geomórfico.

A longa interação entre os processos tectônicos, geomorfológicos, climáticos e oceanográficos é o que vai dar origem à configuração do litoral, e sua identificação de compartimentos com características relativamente homogêneas fundamenta-se como o passo inicial para a sistematização dos conhecimentos existentes (MUEHE, 2003).

A identificação destes compartimentos, tal como aponta Muehe (2003), pode ser feita indutivamente, integrando informações já existentes, com o auxílio de Sistemas de Informação Geográfica. Na compartimentação o autor, utilizou-se o método de dedutivo, partindo de variáveis oceanográficas responsáveis pela intensidade de e direção dos processos de erosão, transporte, deposição, associados com aspectos morfométricos, fluviográficos, climáticos e de feições geomorfológicas e sedimentológicas da zona costeira.

Silveira (1964) identificou cinco regiões geográficas que até hoje permanece como uma das mais aceitas: Norte, Nordeste, Leste ou Oriental, Sudeste e Sul, estas por sua vez divididas em macrocompartimentos, onde nem sempre as opiniões coincidem, mas no geral há consenso. Assim, a definição dos compartimentos partiu dos estudos de Silveira (1964), passando por modificações conforme os trabalhos vinham a ser atualizados. Vale ressaltar que a divisão geográfica regional não coincide precisamente com a oficial, porém é preservada por melhor se adequar às características diferenciadoras da zona costeira em macroescala (MUEHE, 2003).

Figura 2: Macrocompartimentos costeiros do Brasil



Fonte: MUEHE, 2003

O Litoral Norte é dividido em três macrocompartimentos e tem como característica uma plataforma continental larga, em grande parte recoberta por sedimentos lamosos, com forte influência da descarga do Amazonas e, com isso, significativo aporte de água doce, indo do extremo norte do Amapá até o Golfão Maranhense (MUEHE, 2003). O macrocompartimento Amapá (AP) apresenta forte influência dos sedimentos carregados pelo Rio Amazonas e também sofre influência da corrente das Guianas, que movimenta e deposita os sedimentos na direção noroeste. O macrocompartimento Golfão Amazônico (AP/PA) caracteriza-se como uma área de deposição sedimentar dos rios Amazonas e Tocantins, marcada pela grande quantidade de ilhas planas e com baixas altitudes de idade holocênica, com sua plataforma continental ampla colocando-se mar adentro. Já o macrocompartimento Litoral das Reentrâncias Pará-Maranhão (PA/MA) possui menor interferência do aporte

sedimentar da Bacia Amazônica, caracteriza-se pela sucessão de pequenos estuários e por possuir uma grande quantidade de manguezais (MUEHE, 2003).

O Litoral Nordeste, segundo Silveira (1964) *apud* Muehe (2003), se estende das proximidades da baía de São Marcos até a baía de Todos os Santos, divide-se em duas porções distintas: a costa semi-árida, a noroeste do cabo Calcanhar, e a costa nordeste oriental, ou das Barreiras, do cabo Calcanhar até a baía de todos os Santos, destaca-se que a denominação Barreiras se refere aos depósitos terciários em forma de tabuleiros, do Grupo Barreiras. De acordo com Muehe (2003) o macrocompartimento Costa Semiárida Norte (MA/PI/CE) apresenta em sua maioria os depósitos sedimentares da formação Barreiras, uma de suas características mais marcantes é o grande campo de dunas no Maranhão. O macrocompartimento Costa Semiárida Sul (CE/RN) possui planícies costeiras com tamanho reduzido devido à proximidade dos tabuleiros da Formação Barreiras, que avançam em direção à costa. Há também a presença de campos de dunas. Já o macrocompartimento Costa dos Tabuleiros Norte (RN/PB/PE/AL) diferencia-se das costas semiáridas por características climáticas e pela alteração da linha de costa (de W-E para NNE-SSW). Apresenta também tabuleiros que atingem o oceano em grandes falésias. O macrocompartimento Costa dos Tabuleiros Centro (AL) apresenta um lineamento predominante NE-SW, com pequenas praias marcadas por falésias da Formação Barreiras. Por fim, o macrocompartimento Costa dos Tabuleiros Sul (SE/BA) é caracterizado pela progradação da linha de costa, possuindo falésias ativas da Formação Barreiras, com exceção dos arredores de Salvador, onde são encontrados afloramentos cristalinos.

O Litoral Oriental ou Leste, segundo Silveira (1964) *apud* Muehe (2003), se estende de Salvador ao cabo Frio, apresentando muitas características geomorfológicas da costa Nordeste, principalmente a presença do relevo tabuliforme do Grupo Barreiras, desaparecendo entre o recôncavo baiano e Ilhéus, onde já surgem afloramentos do escudo Pré-cambriano e de rochas cretáceas. O aporte fluvial é significativo, apresentando planícies costeiras em forma de delta com a planície dos rios Jequitinhonha e Caravelas, na Bahia; Doce, no Espírito Santo e Paraíba do Sul, no Rio de Janeiro. Sobre o cabo Frio, este apresenta um dos mais significativos limites sob o aspecto de processos oceanográficos, geológicos e biológicos. De acordo com Muehe (2003) o macrocompartimento Litoral de Estuários (BA) apresenta uma geologia que varia entre a Formação Terciária Barreiras e afloramentos cristalinos pré-cambrianos, com canais fluviais afogados e testemunhos de retrogradação da linha de costa. Já o macrocompartimento Bancos Royal Charlotte e Abrolhos (BA/ES) apresenta uma área onde a formação de Barreiras se estende em até 110 km para o interior e

limita-se com o Atlântico por falésias, com a foz do Rio Jequitinhonha à Norte e Doce à Sul. O macrocompartimento Embaiamento de Tubarão (ES) é onde a formação Barreiras passa a apresentar-se de maneira reduzida e descontínua em sentido meridional, dando espaço aos afloramentos cristalinos. Ao sul, o macrocompartimento Bacia de Campos (RJ) apresenta formações sedimentares quaternárias e ainda depósitos da Formação Barreiras, caracterizando-se pelo prolongamento da plataforma continental, associado ao aporte de sedimentos da foz do Rio Paraíba do Sul.

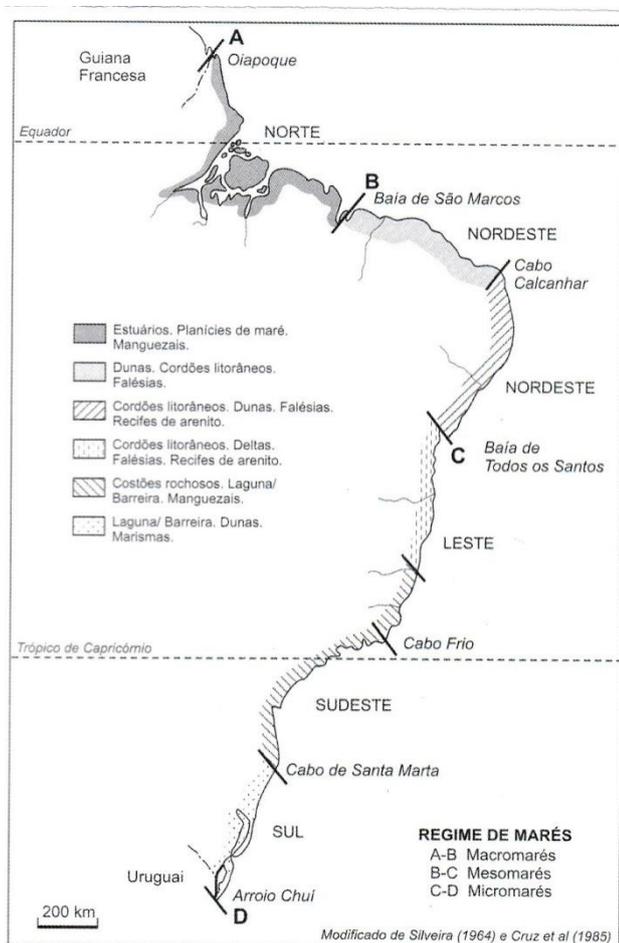
O Litoral Sudeste, segundo Silveira (1964) *apud* Muehe (2003) se estende do sul do Espírito Santo ao cabo Santa Marta (SC), tem como principal característica a proximidade com a encosta da Serra do Mar, que em muitos pontos chega até o oceano. Os sedimentos inconsolidados da Formação Barreiras vão progressivamente desaparecendo para dar lugar aos afloramentos das rochas pré-cambrianas, onde também adentram a linha de costa em alguns casos e originam esporões e ilhas em alguns segmentos. De acordo com o que descreveu Muehe (2003) o macrocompartimento dos Cordões Litorâneos (RJ) apresenta modificação no lineamento da costa, passando para a direção E-W, de maneira que o Planalto Atlântico fique próximo e até em contato com o oceano. O macrocompartimento Litoral das Escarpas Cristalinas Norte (RJ/SP) é marcado pela formação de "praias de bolso" que são reduzidas de areia pela grande proximidade ao Planalto do Atlântico, que adentra em direção ao oceano dando segmento as planícies costeiras, formando pequenas enseadas confinadas entre os avanços da Serra do Mar. Já o macrocompartimento Litoral das Planícies Costeiras e Estuários (SP/PR/SC) apresenta-se como a área em que a Serra do Mar passa a se distanciar da linha de costa, proporcionando planícies costeiras mais extensas e estuários, mantendo este padrão até a Ponta do Vigia (SC). O macrocompartimento Litoral das Escarpas Cristalinas Sul (SC) também apresenta descontinuidade da planície costeira, afloramentos cristalinos e incisão de esporões em direção ao mar, terminando na extremidade sul da Ilha de Santa Catarina. Por fim, o macrocompartimento das planícies Litorâneas de Santa Catarina (SC) é marcado pela sucessão de arcos praias separados por promontórios rochosos defrontes à extensas planícies costeiras, algumas com depósitos lagunares, estende-se até o Cabo de Santa Marta, ainda em Santa Catarina.

Segundo Muehe (2003), o Litoral Sul se estende do cabo de Santa Marta até o Chuí, é caracterizado por uma linha de costa retilinizada, à frente de cordões litorâneos em pontos recobertos por extensos campos de dunas e inúmeras lagunas, com destaque para a Lagoa dos Patos e Lagoa Mirim. O macrocompartimento Litoral Retificado do Norte (SC/RS) apresenta uma linha de costa sem segmentações, limitada pela Formação Serra Geral, com afloramento

das rochas vulcânicas em Torres (RS). O macrocompartimento dos Sistemas Laguna-Barreira do Rio Grande do Sul (RS) apresenta uma linha de costa retilínea, com a presença de sucessivos cordões litorâneos e de um conjunto de lagunas.

Como visto, a quantidade de subdivisões propostas para o litoral brasileiro traduz sua grandeza e suas múltiplas paisagens. Os processos ligados à dinâmica costeira são decisivos no desenvolvimento de uma série de características que os diversos segmentos da costa brasileira apresentam (SOUZA *et al.*, 2005). A Figura 3 ilustra a costa brasileira segundo Silveira (1964) modificado por Cruz *et al.* (1985) extraído de Souza *et al.*, (2005).

Figura 3: Costa brasileira segundo Silveira (1964)



Fonte: Silveira (1964) modificado por Cruz *et al.* (1985) extraído de Souza *et al.* (2005)

De forma geral, para a costa brasileira, é possível observar uma sucessão de planícies costeiras alternando-se com falésias e costões rochosos que bordejam uma antiga área continental formada por rochas de complexos ígneos e polimetamórficos pré-cambrianos,

sobre os quais assentam sequências sedimentares e vulcânicas acumuladas em bacias paleozoicas, mesozoicas e cenozóicas (SOUZA *et al.*, 2005)

### 1.3 DELIMITAÇÃO TEMÁTICA

Busca-se entender e explicar determinadas feições costeiras no Litoral Brasileiro a partir de dados climatológicos e estabelecer uma abordagem sobre alguns elementos da interação oceano-atmosfera, que podem ser melhores entendidos com o auxílio da climatologia e da geomorfologia.

### 1.4 OBJETIVO

O objetivo geral deste trabalho é fazer uma caracterização climática do Litoral Brasileiro a partir de séries históricas de dados meteorológicos. Já os objetivos específicos são:

- a) Compilar dados de variáveis meteorológicas em ambiente SIG
- b) Gerar mapas que apresentem as características climáticas gerais do litoral brasileiro

### 1.5 JUSTIFICATIVA

Como toda ciência, a geografia possui uma concepção interdisciplinar, já que ela deriva-se do estudo de diversos campos, dialogando as ciências da terra, natureza e social. Partindo desta concepção, a geomorfologia e a climatologia exercem um papel fundamental no que diz respeito à construção deste campo de estudo, pois atuam de maneira significativa no contexto geográfico, particularmente no processo de ordenamento territorial.

O Brasil, pela sua grande extensão territorial e localização, apresenta vários tipos de vegetação, espécies, ecossistemas e paisagens, ocasionadas principalmente pelas diferenças climáticas e geológicas que dispõe o território brasileiro. Há de se levar em consideração que estabelecer normas e parâmetros que garantam a gestão ambiental efetiva para a zona costeira, apresenta-se como um desafio, tanto em virtude da sua extensão quanto da diversidade de paisagens que o compõe, como dunas, estuários, falésias, recifes etc. Não deixando de lado a enorme pressão a qual cada unidade é submetida, integrando parte de um sistema complexo de tipos e padrões de ocupação distintos.



Fonte: Elaboração própria

Numa definição mais comumente utilizada, a Zona Costeira caracteriza-se como “o espaço geográfico de interação do ar, do mar e da terra, incluindo seus recursos ambientais” (BRASIL, 2001). Ou como bem definem Rodriguez e Windevoxhel (1998) “o espaço delimitado pela interface entre o oceano e a terra, ou seja, a faixa terrestre que recebe influência marítima e a faixa marítima que recebe influência terrestre”.

A zona costeira e marinha brasileira se estende da foz do rio Oiapoque (04°52'45''N) à foz do rio Chuí (33°45'10''S) e dos limites dos municípios da faixa costeira, a oeste, até as 200 milhas náuticas, incluindo as áreas em torno do Atol das Rocas, dos arquipélagos de Fernando de Noronha e de São Pedro e São Paulo e das ilhas de Trindade e Martin Vaz, situadas além do citado limite marítimo (MMA, 2010).

A faixa terrestre, de largura variável, se estende por aproximadamente 10.800 quilômetros ao longo da costa, se contabilizadas suas reentrâncias naturais, e possui uma área de aproximadamente 514 mil km<sup>2</sup>, dos quais 324 mil km<sup>2</sup> correspondem ao território de 395 municípios distribuídos ao longo dos 17 estados litorâneos. O dado aqui adotado, de 10.800 quilômetros, foi obtido no âmbito dos estudos sobre a representatividade dos ecossistemas costeiros no SNUC, e considera os recortes e reentrâncias naturais da costa brasileira (MMA, 2010).

A interface com o mar sendo qualificativo básico da posição analisada propicia alguns usos exclusivos do litoral. Inicialmente, sua posição qualifica os espaços litorâneos como as bases terrestres preferenciais de exploração de todos os recursos marinhos, o que lhe concede uma vantagem locacional para as instalações que atenderão à essas atividades (MORAES, 1999).

A zona costeira é caracterizada por intensa atividade humana e de grande riqueza ecológica. É uma área em que os processos físicos, biológicos, sociais, econômicos e culturais se relacionam, caracterizando então uma vasta complexidade de relações, o que identifica o conjunto biofísico chamada zona costeira. (RODRIGUEZ e WINDEVOXHEL, 1998)

Por considerada uma região de contrastes, torna-se um campo privilegiado para o exercício de diferentes estratégias de gestão ambiental. Por um lado são encontradas nessa região, áreas onde coincidem intensa urbanização, atividades portuárias e industriais relevantes e exploração turística em larga escala, como no caso das metrópoles e centros regionais litorâneos, em grande parte localizadas em áreas estuarinas e baías, centros

difusores dos primeiros movimentos de ocupação do Brasil, por constituírem, naturalmente, áreas abrigadas (PAIVA, 2007).

O Governo Brasileiro tem dado especial atenção ao uso sustentável dos recursos costeiros. Tal atenção se expressa no compromisso governamental com o planejamento integrado da utilização de tais recursos, visando o ordenamento da ocupação dos espaços litorâneos. Para atingir tal objetivo, concebeu e implantou o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC), implementando um processo marcado pela experimentação e pelo aprimoramento constante. (BRASIL, 2001). O PNGC foi instituído em 1988 e revisado em 1997 com a aprovação do PNGC II que procura adequar o mesmo à prática atual e demandas da sociedade. Este plano estabelece normas gerais visando à gestão ambiental da Zona Costeira do país, lançando as bases para a formulação de políticas, planos e programas estaduais e municipais (GRUBER *et al.*, 2003).

Quando evidenciada a perspectiva ambiental em geral, a área marinha costeira é um sistema aberto no qual convergem as águas das partes superiores das bacias hidrográficas para as profundidades do mar. Portanto, a área marinha costeira serve como um termômetro para a qualidade ambiental das atividades desenvolvidas ao nível da bacia. Os parâmetros ambientais da área marinha estão diretamente relacionados com as atividades realizadas em um país, como a agricultura, a indústria, o desenvolvimento urbano e atividades associadas a produção de energia. (RODRIGUEZ e WINDEVOXHEL, 1998)

Observa-se, portanto que a zona costeira em relação ao conjunto das terras emersas, circunscreve um espaço dotado de especificidades e de vantagens locais, um espaço finito relativamente escasso. Em outros termos, do ponto de vista global, os terrenos à beira-mar constituem uma pequena fração dos estoques territoriais disponíveis, e abrigam um amplo conjunto de funções especializadas e quase exclusivas, como visto (MORAES, 1999).

Como coloca Muehe (2003), o progressivo aumento da ocupação dos espaços costeiros e seu uso econômico com impactos, cujo resultado pode provocar degradação da paisagem e dos ecossistemas, até mesmo a inviabilização das atividades econômicas vem despertando na sociedade e nas instituições de pesquisa a necessidade de se encontrar uma situação de proporcionalidade entre uso e preservação do meio ambiente.

Os municípios concernentes à zona costeira brasileira, conforme definido pelo PNGC (1988) listados abaixo são:

#### **Região Norte**

- Amapá: Oiapoque, Calçoene, Amapá, Itaubal, Macapá, Santana e Cutias.

- Pará: Afuá, Chaves, Soure, Salvaterra, Cachoeira do Arari, Barcarena, Belém, Ananindeua, Santo Antonio do Tauá, Colares, Benevides, Vigia, São Caetano de Odivelas, Curuçá, Marapanim, Magalhães Barata, Maracanã, Salinópolis, São João de Pirabás, Primavera, Bragança, Augusto Corrêa, Vizeu, Santa Bárbara do Pará e Quatipuru.

### **Região Nordeste**

- Maranhão: Carutapera, Luís Domingues, Godofredo Viana, Cândido Mendes, Turiaçu, Bacuri, Cururupu, Cedral, Guimarães, Bequimão, Alcântara, Cajapió, São João Batista, Anajatuba, Santa Rita, Rosário, São Luís, Raposa, Paço do Lumiar, São José de Ribamar, Axixá, Icatu, Humberto de Campos, Primeira Cruz, Barreirinhas, Tutóia e Araióses.
- Piauí: Cajueiro da Praia, Ilha Grande, Parnaíba e Luiz Correia.
- Ceará: Chaval, Barroquinha, Camocim, Cruz, Jiboca de Jericoacoara, Acaraú, Fortim, Itarema, Amontada, Itapipoca, Trairi, Paraipaba, Paracuru, São Gonçalo de Amarante, Caucaíia, Fortaleza, Maracanaú, Maranguape, Horizonte, Pacajus, Itaitinga, Guaiúba, Pacatuba, Eusébio, Aquiraz, Pindoretena, Cascavel, Beberibe, Aracati e Icapuí.
- Rio Grande do Norte: Grossos, Tibau, Areia Branca, Mossoró, Carnaubais, Macau, Guamaré, Galinhos, São Bento do Norte, Pedra Grande, Touros, Maxaranguape, Rio do Fogo, Ceará-Mirim, Extremoz, Natal, Parnamirim, Nísia, Floresta, Senador Georgino Avelino, Goianinha, Arês, Tibau do Sul, Vila Flôr, Canguaretama, Baía e Formosa.
- Paraíba: Mataracá, Baía da Traição, Rio Tinto, Lucena, Cabedelo, João Pessoa, Bayeux, Santa Rita, Condé, Pitimbu, Caaporã e Alhandra.
- Pernambuco: Goiana, Itapissuma, Itamaracá, Agarassu, Abreu e Lima, Paulista, Olinda, Recife, Camaragibe, São Lourenço da Mata, Jaboatão dos Guararapes, Moreno, Cabo, Ipojuca, Sirinhaém, Rio Formoso, Tamandaré, Barreiros e São José da Coroa Grande.
- Alagoas: Maragogi, Japaratinga, Porto de Pedras, São Miguel dos Milagres, Passo de Camaragibe, Barra de Santo Antônio, Maceió, Pilar, Satuba, Paripueira, Santa Luzia do Norte, Coqueiro Seco, Marechal Deodoro, Barra de São Miguel, Roteiro, São Miguel dos Campos, Coruripe, Piaçabuçu, Feliz Deserto e Penedo.
- Sergipe: Brejo Grande, Pacatuba, Indiaroba, Pirambu, Santa Luzia do Itanhhy, Barra dos Coqueiros, Laranjeira, Santo Amaro das Brotas, Riachuelo, Aracaju, Maruim, Nossa

Senhora do Socorro, Rosário do Catete, São Cristóvão, Itaporanga D’Ajuda, Estância, Ilhas das Flores e Neópolis.

- Bahia: Jandaíra, Conde, Esplanada, Cardeal da Silva, São Felix, Mata de São João, Itanagra, Camaçari, Dias D’Ávila, Lauro de Freitas, Salvador, Simões Filho, Aratuípe, Candeias, Taperoá, São Francisco do Conde, Madre de Deus, Santo Amaro, Cachoeira, Saubara, Maragogipe, Salinas da Margarida, Itaparica, Vera Cruz, Jaguaripe, Valença, Cairú, Nilo Peçanha, Ituberá, Igrapiúna, Camamu, Maraú, Itacaré, Uruçuca, Ilhéus, Una, Canavieira, Belmonte, Santa Cruz de Cabralia, Porto Seguro, Prado, Alcobaça, Caravelas, Nova Viçosa e Mucuri.

### **Região Sudeste**

- Espírito Santo: Conceição da Barra, São Mateus, Jaguaré, Linhares, Sooretama, Aracruz, Fundão, Serra, Vitória, Cariacica, Vila Velha, Viana, Guarapari, Anchieta, Piúma, Presidente Kennedy, Itapemirim e Marataízes.
- Rio de Janeiro: São João da Barra, São Francisco de Itabapoana, Campos dos Goytacazes, Quissamã, Carapebus, Macaé, Casimiro de Abreu, Rio das Ostras, Armação dos Búzios, Cabo Frio, São Pedro d’Aldeia, Arraial do Cabo, Araruama, Saquarema, Maricá, Itaboraí, Niterói, São Gonçalo, Magé, Guapimirim, Duque de Caxias, Rio de Janeiro, São João do Meriti, Nilópolis, Nova Iguaçu, Queimados, Japeri, Belford Roxo, Itaguaí, Seropédica, Mangaratiba, Angra dos Reis e Parati.
- São Paulo: Ubatuba, Caraguatatuba, São Sebastião, Ilha Bela, Bertioga, Guarujá, Santos, Cubatão, São Vicente, Praia Grande, Mongaguá, Itanhaém, Peruíbe, Iguape, Cananéia e Ilha Comprida.

### **Região Sul**

- Paraná: Quaraqueçaba, Antonina, Morretes, Paranaguá, Pontal do Paraná, Matinhos e Guaratuba,.
- Santa Catarina: Itapoá, São Francisco do Sul, Joinville, Araquari, Balneário Barra do Sol, Barra Velha, Imaruí, Piçarras, Capivari de Baixo, Penha, Navegantes, Itajaí, Balneário Camboriú, Camboriú, Itapema, Porto Belo, Tijucas, Governador Celso Ramos, Biguaçu, Florianópolis, São José, Palhoça, Paulo Lopes, Garopaba, Imbituba, Laguna, Jaguaruna, Içara, Araranguá, Sombrio, São João do Sul, Bombinhas, Guaruva, Passo de Torres, Tubarão, Criciúma, Sangão e Santa Rosa do Sul.
- Rio Grande do Sul: Torres, Arroio do Sal, Três Cachoeiras, Três Forquilhas, Maquiné, Capão da Canoa, Terra da Areia, Xangrilá, Osório, Imbé, Tramandaí, Cidreira,

Palmares do Sul, Viamão, Mostardas, Barra do Ribeiro, Tapes, Tavares, Camaquã, Arambé, São José do Norte, São Lourenço do Sul, Rio Grande, Pelotas, Arroio Grande, Jaguarão e Santa Vitória do Palmar.

## 2.0 BASE CONCEITUAL

A geomorfologia litorânea tem como objetivo estudar as paisagens resultantes da morfogênese marinha, na zona de contato entre as terras e os mares, tornando-se complexa devido à interferência de processos marinhos e subaéreos sobre estruturas e litologias muito variadas (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Vale ressaltar que independente do período geológico, a ação dos processos litorâneos afeta uma faixa de largura reduzida, porém, as flutuações no nível marinho permitem distinguir formas atualmente submersas, assim como aquelas esculpidas a várias altitudes acima do nível do mar, por este motivo, o estudo da geomorfologia litorânea não se restringe somente à área sob influência da morfogênese marinha, mas toda zona afetada por estes processos, em função dos movimentos relativos do nível das terras e das águas no decorrer do passado geológico (CHRISTOFOLETTI, 1980).

As áreas litorâneas aportam um importante registro da sedimentação quaternária em seus tabuleiros, terraços e planícies costeiras, sendo as áreas onde tais depósitos se encontram em maior continuidade. Estes depósitos documentam períodos de transgressão e regressão marinha, fundamentais para a reconstituição dos paleoambientes quaternários em costas que foram submetidas às variações do nível marinho, tal como se verifica na costa brasileira (TORRES *et al.*, 2012).

Como coloca Muehe (2001), o contato entre o oceano e a terra pode se dar de forma brusca por meio de um obstáculo rígido, como falésias em rochas duras ou em sedimentos consolidados, em que as ondas são refletidas sem grande perda de energia, ou por meio de um contato em material móvel e permeável, conveniente para a dissipação da energia da onda, representado pelas praias, as quais podem ter sua composição variando de seixos a areias e lamas.

Por serem originadas de sedimentos não coesos, as praias, tais como outras feições, são moldadas de acordo com o clima de ondas e a altura do nível do mar, que requer estabilidade e que se caracteriza como pouco frequente na história geomorfológica quaternária, em especial no intervalo de tempo da transgressão holocênica. Uma vez que se

atinge esta estabilidade, a formação de depósitos sedimentares emersos na interface oceano-terra firme depende fundamentalmente da disponibilidade de sedimentos, sobretudo arenosos.

Para grande parte do litoral brasileiro, o abundante estoque de sedimentos acumulados na plataforma continental trazido pelo sistema fluvial durante as regressões marinhas dos períodos glaciais das médias e altas latitudes somado ao material erodido, por ocasião da transgressão, dos depósitos sedimentares continentais (Grupo Barreiras), representou a principal fonte para construção das feições topográficas costeiras de acumulação (MUEHE, 2001).

## 2.1 DINÂMICA COSTEIRA: AGENTES MODELADORES DA COSTA

O sistema costeiro é o palco de complexas flutuações de maré, ventos, ondas, correntes oceânicas e a ação de tempestades. São forças que atuam na modelação costeira, variando de praias planas a penhascos íngremes, sendo a base para diversos ecossistemas (CHRISTOPHERSON, 2012).

Destes agentes, as marés vão se caracterizar pela oscilação diária complexa do nível do mar em escala global, variando diversos metros em alguns lugares e sendo imperceptível em outros, sendo a sua energia uma força implacável para a morfologia costeira, fazendo com que ao subir e descer, as marés atuem na migração diária da linha de costa em direção ao continente e ao mar, causando mudanças significativas que afetam a erosão e o transporte de sedimentos (CHRISTOPHERSON, 2012).

No litoral brasileiro, do Alagoas ao Rio Grande do Sul, as variações de maré são inferiores à 2 m, chamadas de micromaré. Amplitudes superiores a 4 m (macromaré) ocorrem no estado do Maranhão, em parte do Pará e Amapá, o restante do litoral e alguns trechos do litoral da Bahia e Sergipe são do tipo mesomaré, com amplitudes entre 2 m e 4 m (MUEHE, 2003).

Florenzano (2008) coloca que a influência das marés na esculturação litorânea é indireta e relaciona-se com as variações do nível do mar que lhe são implicadas. A ação das ondas pode atuar sobre uma amplitude vertical ampla, por isto sua influência é mais acentuada onde as marés são maiores.

O atrito entre o ar em movimento (vento) e a superfície do mar causam ondulações na água conhecidas como ondas, representando a transferência direta da energia cinética da atmosfera para a superfície oceânica (FLORENZANO, 2008). De forma que quanto maior a

velocidade do vento, sua duração e a área sobre a qual exerce influência, maiores serão as ondas, e também maior o potencial de esculturação das paisagens costeiras.

A morfologia resultante vai depender dos fatores adicionais como tipo e disponibilidade de sedimentos, geologia, variação do nível relativo do mar, modificações geoidais, mas a identificação da abrangência espacial de diferentes climas de ondas constitui um primeiro e importante passo para identificação de compartimentos costeiros (MUEHE, 2003).

O papel dos ventos não se restringe apenas em gerar ondas. Ao ser movimentada pelas ondas e correntes, a areia depositada na praia seca e é movimentada em grande quantidade ao longo da linha de costa, desenvolvendo campos de dunas quando sopram do mar pra terra. Vale ressaltar que a orientação dos campos de dunas retrata o rumo dos ventos dominantes na região costeira (SOUZA *et al.*, 2005).

Um elemento que cabe ser destacado é a refração das ondas, que sobre um fundo raso, irregular, apresentara importante ação morfogenética. Florenzano (2008) exemplifica ao supor que um determinado setor da costa haja um esporão avançando para o mar e que se torna submarino, continuando mar adentro. As linhas paralelas do sistema das ondas em movimento, ao encontrarem o esporão, terão seus movimentos afetados pelo atrito com o fundo, onde a crista da onda continuará a se mover para frente de ambos os lados do esporão, de modo que a frente de onda se torna côncava para a terra e a energia da onda converge para a ponta rochosa emersa.

Com base nestas afirmações, a autora coloca que a refração de ondas exerce um papel importante no processo evolutivo das costas e lista dois pontos principais. Primeiro, as saliências iniciais da costa para o mar tendem a ser erodidas mais rapidamente do que as enseadas adjacentes e o segundo ponto é que a refração vai promover a formação de correntes que fluem ao longo das costas, onde a concentração das ondas provocara um aumento do nível da água, para os eixos das enseadas adjacentes, onde o nível da água é mais baixo.

Destaca-se também o papel do transporte litorâneo, que como aponta Muehe (2003), é uma das causas mais frequentes da erosão ou progradação costeira, alterando o volume de sedimentos transportados paralelamente à linha de costa. Este transporte, efetuado pela corrente longitudinal, gerada entre a zona de arrebentação e a linha de praia, em decorrência da obliquidade de incidência das ondas, tem sua intensidade e sentido gerados pela altura e direção das ondas e pela orientação da linha de costa.

O transporte longitudinal de sedimentos em decorrência da obliquidade de incidência das ondas provoca a modificação do perfil em planta de uma praia, com a erosão em uma das extremidades do arco praiar e acumulação na outra (MUEHE, 2003).

- *Processos e morfologia costeira por erosão*

As falésias formam-se pela ação erosiva do mar. Conforme as reentrâncias crescem lentamente no nível da água, uma falésia se torna entalhada e acabará por colapsar e recuar. Outras formas geradas pela erosão se desenvolvem em regiões costeiras dominadas por penhascos, inclusive grutas, arcos marinhos e montes marinhos, deixando montes isolados na água conforme aumentam as taxas de erosão e colapsam as estruturas (CHRISTOPHERSON, 2012).

Figura 5: Falésias no município de Beberibe - CE



Fonte: Google Earth

Ao colapsar, o material desmoronado é levado pelas correntes litorâneas, mantendo a base da falésia exposta à ação posterior de novas ondas marinhas, levando a constantes desmoronamentos (TORRES *et al.*, 2013).

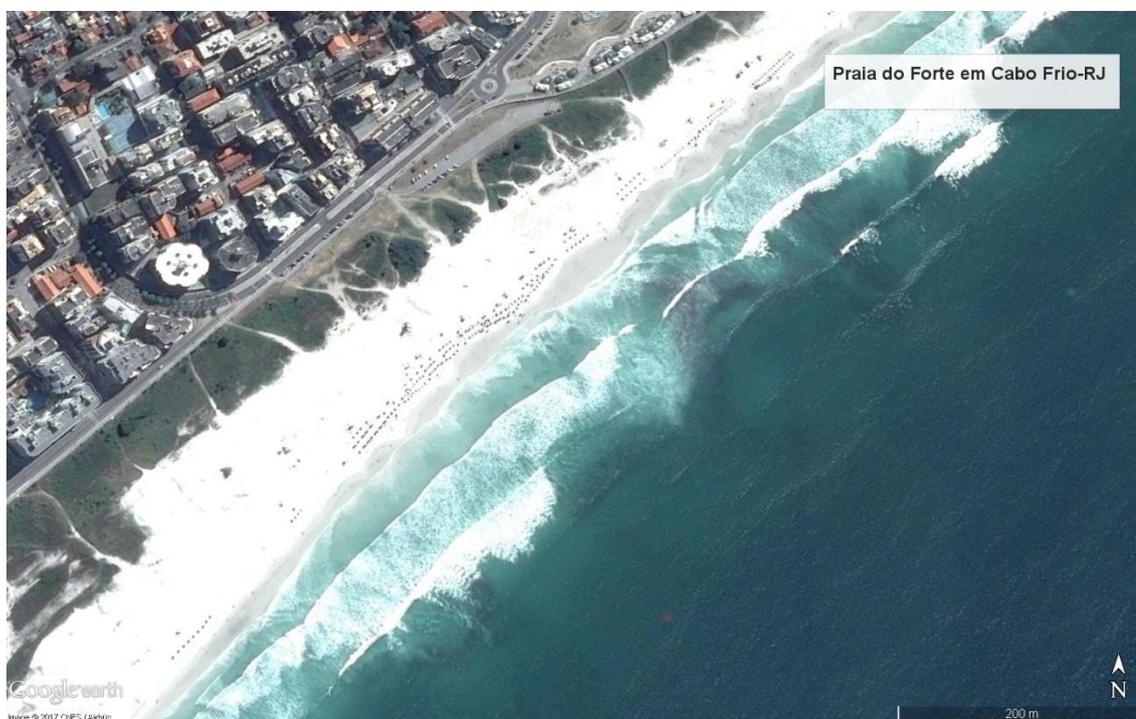
Ainda segundo o mesmo autor, a ação das ondas pode cortar um banco horizontal na zona de maré, estendendo-se de uma falésia para o mar. Tal estrutura caracteriza-se como

uma plataforma de abrasão marinha. Se a dinâmica entre a terra e o nível do mar mudou conforme o tempo, plataformas e terraços podem surgir como degraus partindo da costa, sendo estes registros importantes de variações no decorrer da história geológica.

- *Processos e morfologia costeira por deposição*

As costas deposicionais são normalmente encontradas em terras de relevo suave, onde há disponibilidade de sedimentos de diferentes origens, e são influenciadas por processos de erosão e inundação, especialmente durante tempestades (CHRISTOPHERSON, 2012).

Figura 6: Praia do Forte, Cabo Frio - RJ



Fonte: Google Earth

- Praias

De todos os ambientes deposicionais costeiros, as praias são possivelmente as mais conhecidas. Tecnicamente, uma praia é o lugar ao longo de uma costa onde os sedimentos estão em movimento, depositados por ondas, correntes e ventos. Materiais de origem continental e marinho residem temporariamente na praia em trânsito ativo pela costa (CHRISTOPHERSON, 2012).

Muehe (2001) define a praia como a parte frontal, oceânica, de uma feição geomorfológica em forma de terraço, quando apoiado em uma escarpa mais alta, ou em forma

de cordão ou barreira, de extensão lateral em grande parte dos casos muito maior do que em largura, comumente separado da planície costeira por uma laguna.

- Pontais, Cordões Litorâneos e Ilhas-Barreira

Figura 7: Cordão Litorâneo e Cristas de Praias, Caravelas - BA

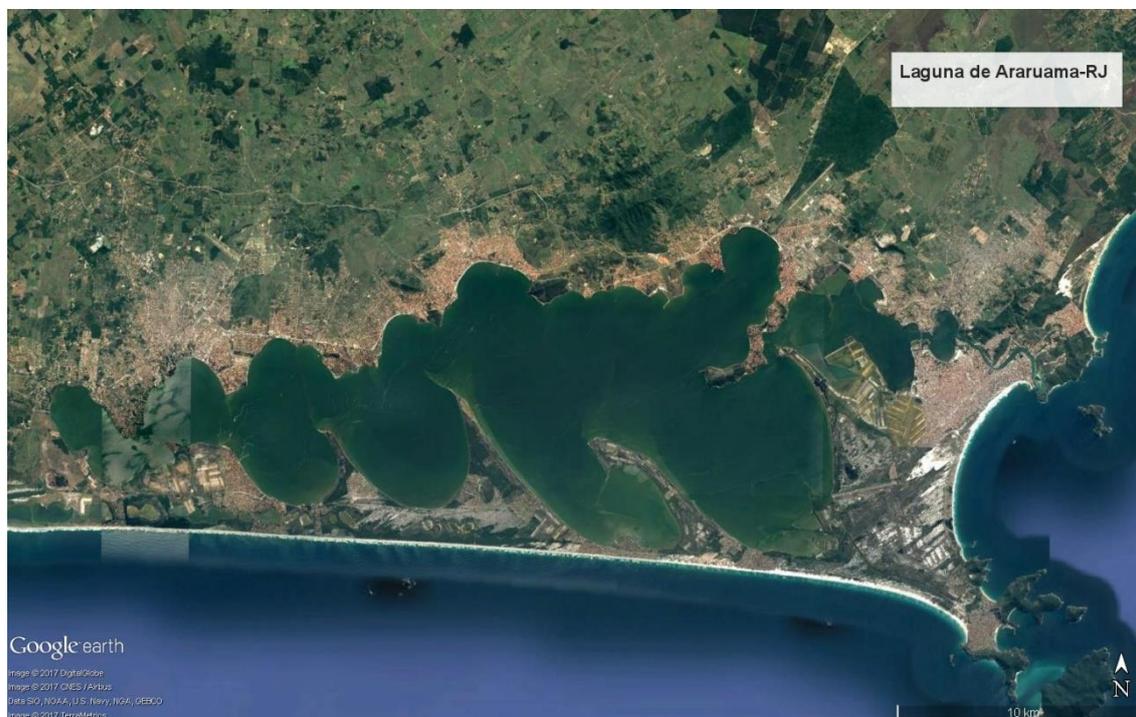


Fonte: Google Earth

Os Cordões podem se apresentar sem nenhuma conexão de suas extremidades com a terra firme, constituindo-se como ilhas barreira, com apenas uma das extremidades conectadas, constituindo os pontais, ou ambas as extremidades conectadas à terra firme, constituindo os cordões litorâneos (MUEHE, 2001).

- Laguna

Figura 8: Laguna de Araruama - RJ



Fonte: Google Earth

Depressão com água salobra ou salgada que se encontra na borda litorânea, separada do mar por um obstáculo, como uma barreira arenosa, existindo também as lagunas com conexão com o mar aberto (TORRES *et al* 2013).

- Grupo Barreiras

Figura 9: Cobertura sedimentar do Grupo Barreiras, Praia das Barreiras, Camocim - CE

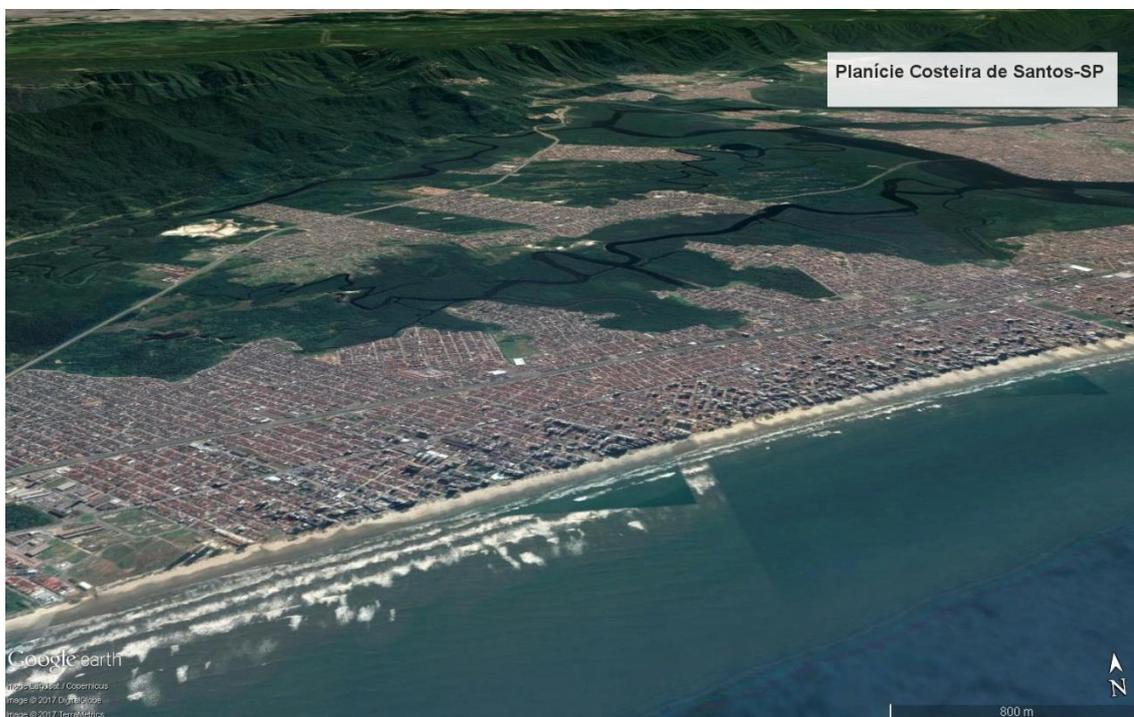


Fonte: <http://pesquiseacamocim.blogspot.com.br/p/principais-pontos-turisticos.html>

O Grupo Barreiras apresenta-se como uma cobertura sedimentar terrígena continental e marinha de idade miocênica a pleistocênica inferior (ARAI, 2006 *apud*. NUNES e SILVA 2011). Ocorrem ao longo do litoral brasileiro e se estendem desde a região amazônica, por toda região costeira norte e particularmente no Nordeste, até o estado do Rio de Janeiro. A continuidade física do Grupo Barreiras, na forma de lençol quase contínuo, aconselha que inicialmente correspondia a rampas detríticas coalescentes mergulhando em direção ao Oceano Atlântico, correspondendo à sedimentação correlativa de eventos de soerguimento epirogenético, que edificaram as superfícies culminantes em diversos pontos do interior brasileiro (BEZERRA, 2001; SAADI *et al.*, 2005 *apud*. NUNES e SILVA, 2011).

- Planícies Costeiras

Figura 10: Planície costeira de Santos - SP

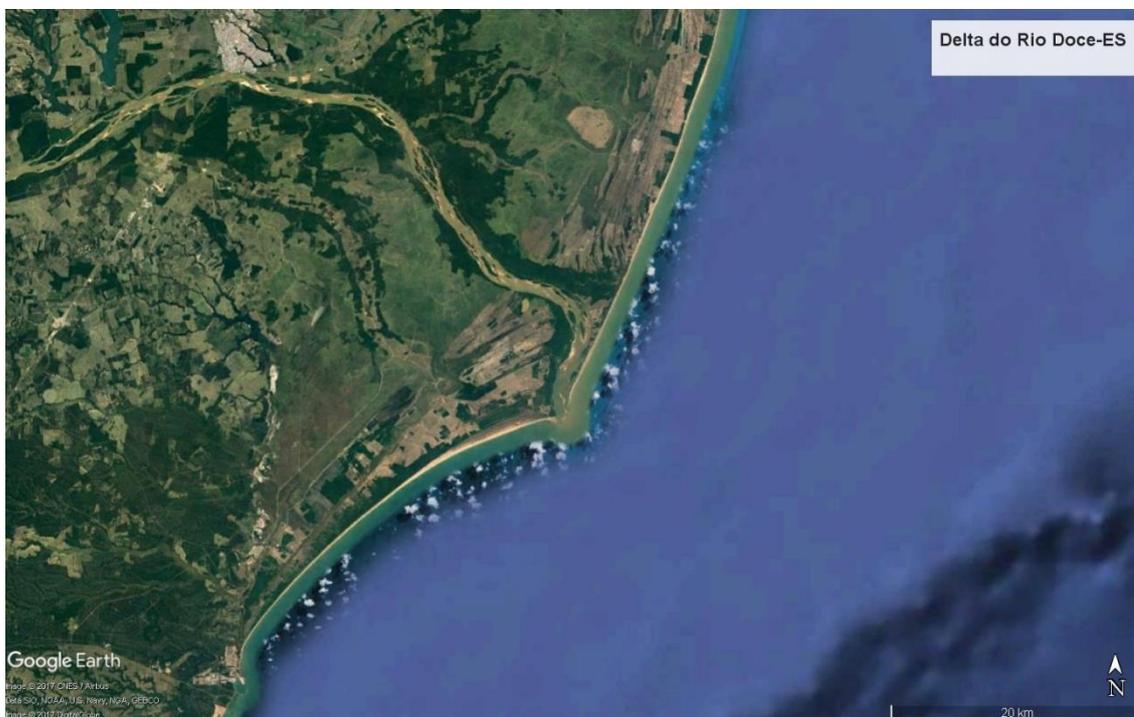


Fonte: Google Earth

As planícies costeiras, tal como seu nome propõe, são superfícies relativamente planas, baixas e localizadas junto ao mar, cuja formação é resultado da deposição de sedimentos marinhos e fluviais. No litoral brasileiro, especificamente no Norte, Nordeste e Sudeste do Brasil, a largura das planícies costeiras é geralmente estreita, confinada entre o mar e a escarpa dos depósitos sedimentares do Grupo Barreiras. Mais a sul, especificamente a partir do Rio de Janeiro, o confinamento devido ao Grupo Barreiras é substituído pelas escarpas dos afloramentos do embasamento cristalino, com as planícies costeiras embutidas nas depressões lateralmente balizadas por interflúvios que se estendem em direção ao mar na forma de promontórios (MUEHE, 2001).

- Deltas

Figura 11: Delta do Rio Doce, Vila de Regência - ES



Fonte: Google Earth

Tem sua configuração em leque, resultante das feições deposicionais à frente de desembocaduras fluviais. A depender do predomínio dos processos fluviais ou marinhos (ondas ou marés), os deltas podem ser classificados como construtivos e destrutivos, respectivamente. No Brasil, o delta dos rios São Francisco (Sergipe e Alagoas), Jequitinhonha (Bahia), Doce (Espírito Santo) e Paraíba do Sul (Rio de Janeiro) são destrutivos dominados por ondas, e o delta do Amazonas caracteriza-se como altamente destrutivo dominado por marés (MUEHE, 2001).

- Dunas Costeiras

Figura 12: Dunas costeiras, Cabo Frio - RJ



Fonte: Google Earth

Como aponta Muehe (2001), as dunas costeiras formam-se em locais em que a velocidade do vento e a disponibilidade de areias praias de granulometria fina são adequadas para o transporte eólico. Tais condições são mais facilmente encontradas em praias dissipativas a intermediárias, de gradiente suave, como no litoral do Rio Grande do Sul, em Cabo Frio, no litoral do Rio de Janeiro e em grande parte do litoral do Maranhão, Piauí e Ceará, favorecidas pelo clima seco e pela amplitude de maré.

- Mangue

Figura 13: Mangue, Augusto Correa - PA

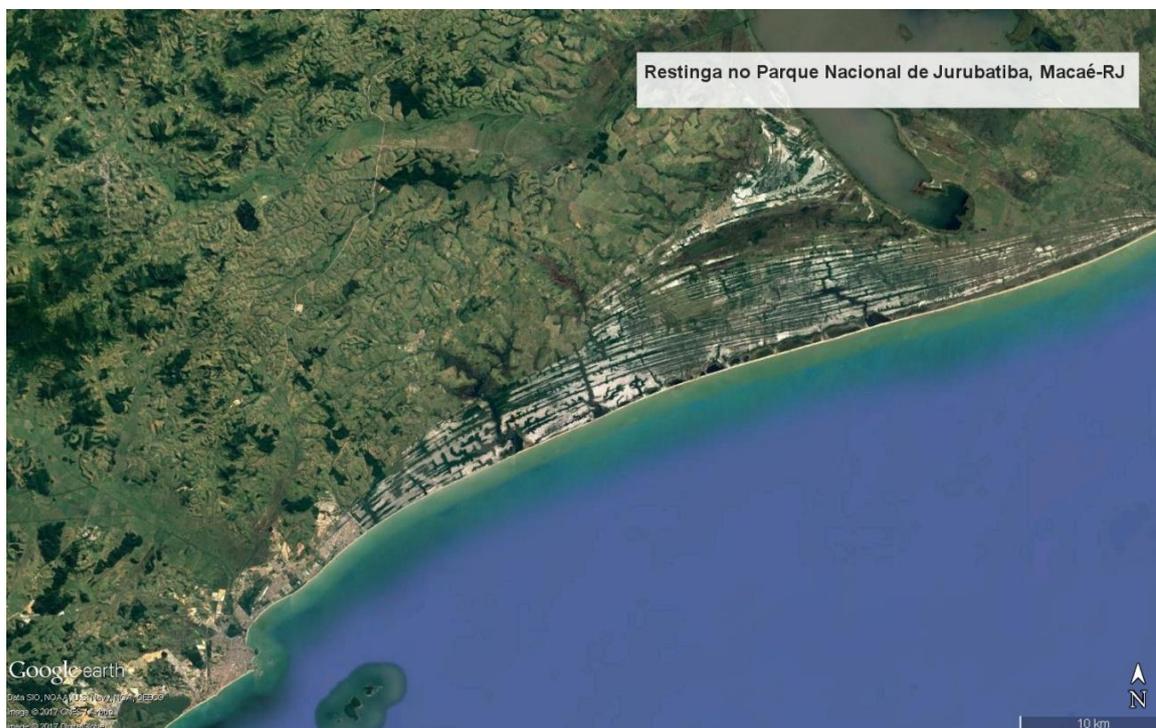


Fonte: Google Earth

São terrenos baixos, juntos à costa, sujeitos à inundação das marés. Esses terrenos são, em quase toda sua totalidade constituídos de lamas de depósitos recentes (TORRES *et al.*, 2013). No Brasil, podem ser encontrados até o litoral catarinense, apresentando diferentes níveis de conservação ao longo da costa.

- Restinga

Figura 14: Restinga, Macaé - RJ

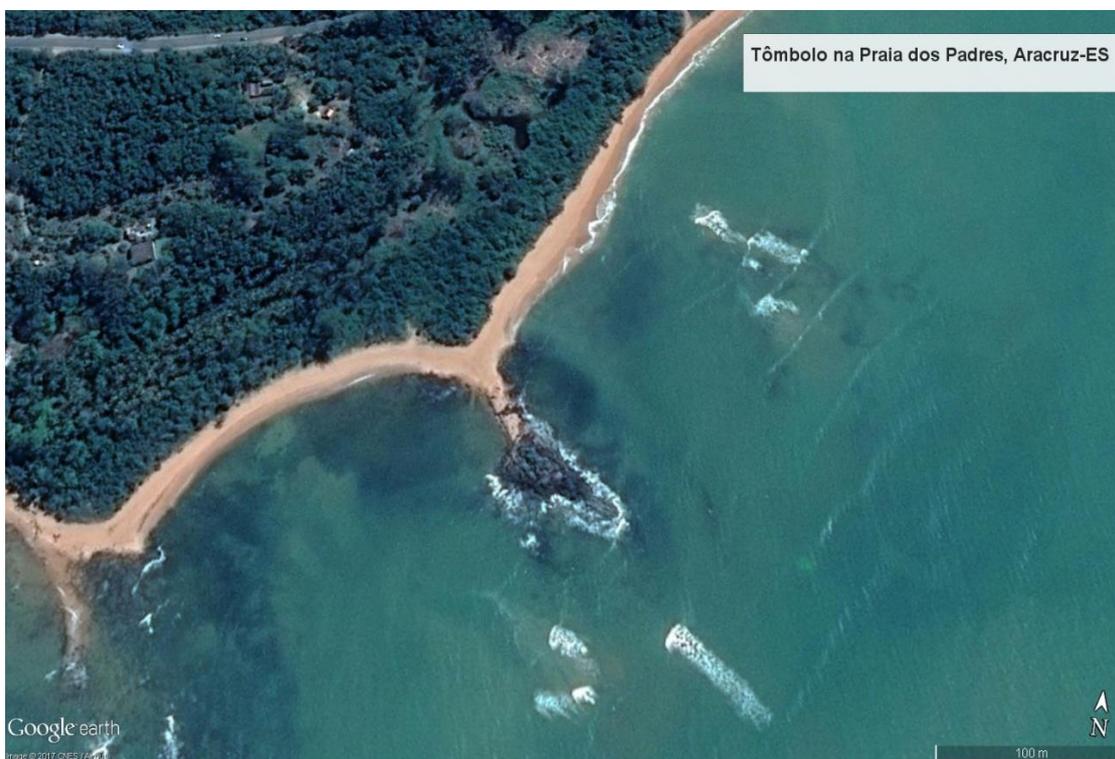


Fonte: Google Earth

Faixa de areia depositada paralelamente ao litoral, graças ao dinamismo destrutivo e construtivo das águas oceânicas. Estes depósitos são feitos com o apoio em pontas ou cabos que comumente podem barrar uma série de pequenas lagoas. Do ponto de vista geomorfológico, o litoral de Restinga possui aspectos típicos como: faixas paralelas de depósitos sucessivos de areias, lagoas resultantes do represamento de antigas baías, pequeninas lagoas formadas entre as diferentes faixas de areia, dunas sobre a areia da restinga e barras (TORRES *et al.*, 2013).

- Tômbolo

Figura 15: Tômbolo, Aracruz - ES

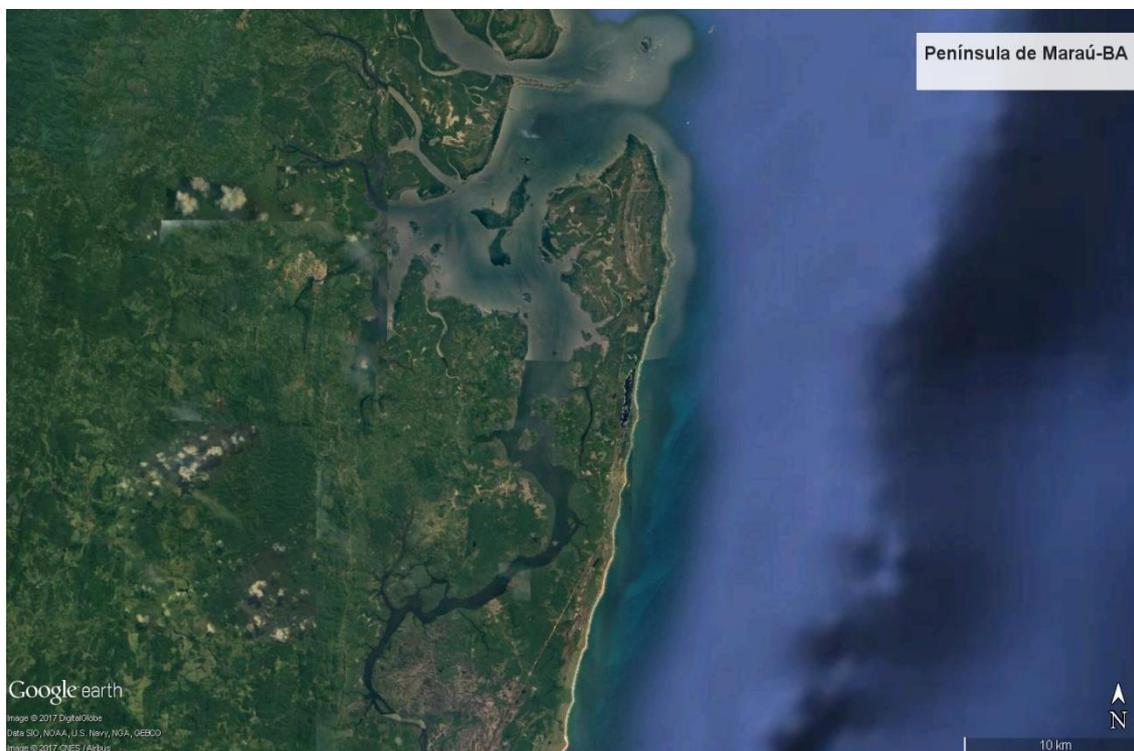


Fonte: Google Earth

Faixas de areia e seixos desenvolvidas pela deposição de correntes litorâneas entre a costa e uma ilha e que pode ser submersa em maré alta. Quando o empilhamento sedimentar ultrapassa o limite superior da maré alta, estabelecem conexão permanente entre a ilha e o continente (TORRES *et al.*, 2013).

- Península

Figura 16: Península de Maraú - BA

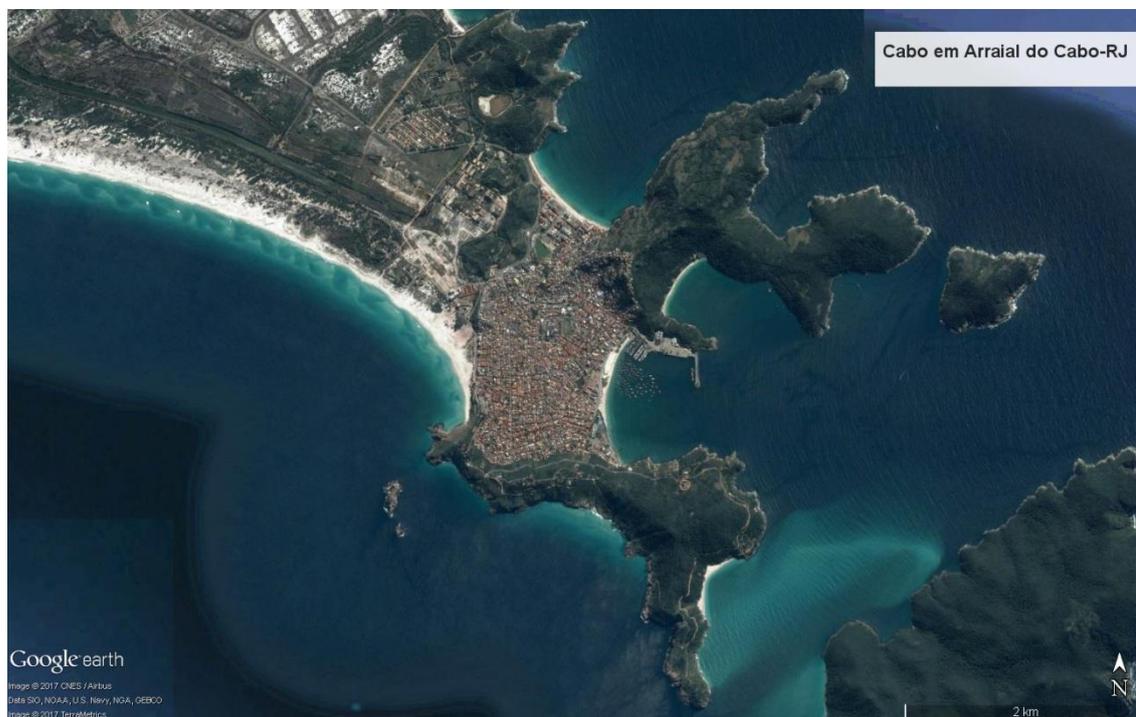


Fonte: Google Earth

Ponta de terra emersa cercada de água por todos os lados, exceto por aquele pelo qual se liga ao continente. Apresenta extensão variada, podem se constituir por partes que integram os continentes ou por fragmentos independentes (ilhas) que se ligam ao continente posteriormente à sua formação (TORRES *et al.*, 2013).

- Cabo

Figura 17: Cabo em Arraial do Cabo - RJ



Fonte: Google Earth

Parte saliente da costa de altitude regular, que avança em direção ao mar. Seu aparecimento está diretamente ligado à erosão diferencial, que deixa em saliência as rochas mais duras. Avançam em forma de ponta, sendo assim, decrescem a sua largura em direção ao mar. É menos extenso que uma península e maior que uma ponta (TORRES *et al.*, 2013).

- Costão Rochoso

Figura 18: Costão Rochoso em Ubatuba-SP



Fonte: Google Earth

Os costões rochosos constituem ecossistemas marinhos de substrato consolidado formado por rochas. Esses afloramentos rochosos podem formar paredões verticais que, além de compreender a faixa afetada pelas marés, estendem-se por vários metros acima e abaixo do nível da água, ou então apresentar-se na forma de rochas fragmentadas. A depender de sua orientação, podem apresentar diferentes graus de exposição às ondas. Estão presentes na costa brasileira entre Bahia e Santa Catarina, sendo encontrados, quase que exclusivamente, nas regiões Sudeste e Sul (MORENO e ROCHA, 2012).

## 2.2 ELEMENTOS DO CLIMA X FORMAÇÃO DO RELEVO

Segundo Torres *et al.* (2013), o fator climático estabelece uma condição sobre a distribuição dos seres vivos pela terra. Essa distribuição condiciona ambientes ecológicos específicos nos quais se distingue uma associação de paisagens, animais e vegetais, tipos de solo e processos dominantes.

Todas as formas de relevo são resultado do constante equilíbrio entre duas variáveis: o ataque à rocha feito pelos processos intempéricos e pelas reações químicas correlatas e a

resistência que a rocha oferece ao ataque. É possível, de certa forma, diferenciar topografias nas quais a influência preponderante é da estrutura e outras nas quais a influência maior é do clima. Tais influências não se opõem, mas se combinam em proporções que podem variar, resultando formas mais ou menos estruturais ou esculturais (TORRES *et al.*, 2013).

Além dos processos morfogenéticos distintos de acordo com a latitude, ou a zona climática, existem também os processos azonais, aqueles que ocorrem em diversas latitudes ou não dependem delas, a exemplo da ação das ondas marinhas e sua função na evolução morfológica das áreas litorâneas e dos ventos que podem vir a formar dunas em faixas arenosas costeiras nos trópicos úmidos. Tal como as marés, seu poder morfogenético pode ser verificado em quase todas as faixas latitudinais, exceto àquelas onde o mar apresenta condição de congelamento durante todo o ano. Os processos eólicos exemplificados não dependem fundamentalmente da latitude, mas de um quadro geomorfológico caracterizado pela presença de planícies costeiras alargadas a ponto de admitirem a mobilização e deposição dos sedimentos costeiros (TORRES *et al.*, 2013).

As variações regionais do clima são assinaladas por maneiras diferentes nos processos de evolução (FLORENZANO, 2008). Nos trópicos úmidos, o rápido intemperismo químico ocasiona na profunda decomposição de quase todas as formações rochosas, proporcionando o abastecimento de sedimentos de granulometria fina e falta de fragmentos maiores, seja no ataque direto das falésias, seja pela carga detrítica transportada pelos rios.

Desta forma, o clima se faz importante, pois controla o intemperismo dos afloramentos rochosos, que são submetidos à ação dos processos químicos, físicos e biológicos, relacionados às condições subaéreas e a presença ou proximidade do mar. Neste processo, as rochas são fragmentadas e decompostas, afetando diretamente na qualidade e na granulometria dos materiais que serão fornecidos ao remanejamento marinho (FLORENZANO, 2008).

Nas regiões mais frias, a ativa gelivação favorece a presença de fragmentos grosseiros, dominantes nas formas oriundas da acumulação. Nas costas desérticas, é dominante a presença de fragmentos mais grossos. O que inclusive se caracteriza pela pequena quantidade de material terrestre transportado pelo escoamento e pela presença de sedimentos biogênicos, oriundos de conchas e corais, nas formas de acumulação (FLORENZANO, 2008).

O vento, dentre os elementos climáticos, tem papel importante no que diz respeito à morfogênese litorânea, pela construção de dunas costeiras e por provocar ondas e correntes que somadas às marés, constituem o padrão de circulação das águas marinhas nas zonas litorâneas e sublitorâneas (FLORENZANO, 2008).

A temperatura também é um elemento que exerce influência, atuando na velocidade da decomposição química, caracterizando-se por ser mais acelerada em climas quentes do que em climas temperados e frios. Quanto às rochas, as altas amplitudes térmicas favorecem a dilatação e contração das rochas e sua desagregação, predispondo-as ao intemperismo químico (PENTEADO, 1980).

A precipitação, quando elevada e associada a temperaturas médias altas e cobertura vegetal exuberante, também vai efetuar um papel eficaz na decomposição das rochas, pelo aumento do teor em ácidos húmicos e gás carbônico. A dissolução é mais ativa na zona intertropical. A repartição sazonal das precipitações é um elemento fundamental na determinação dos processos de esculturação do relevo (PENTEADO, 1980).

Conforme Silva (*et al.* 2015) a umidade relativa atua tanto no sentido das temperaturas quanto no regime de chuvas. A água, em virtude de seu calor específico, tende a conservar durante maior tempo as temperaturas, ocasionando na menor variação das mesmas, logo, a amplitude será menor quanto maior for a umidade relativa do ar. Além disso, nas regiões onde são encontrados os maiores índices de umidade, ou que estejam sobre maior efeito desta, o regime pluviométrico tende a ser maior, pois a saturação do ar que provoca a condensação é mais frequente.

Segundo Ayoade (2012), o grau de umidade do ar exerce influência sobre a taxa de evaporação, pois este fator que determina a capacidade do ar de conservar umidade. Logo, quanto menor a umidade, maior é a capacidade do ar para conservá-la. Consequentemente, a baixa umidade favorece a evaporação, enquanto a alta umidade a faz desaparecer. Ao retornar para a superfície, a água condensada circula através de linhas de água que se reúnem em rios até atingir os oceanos (escoamento superficial) ou se infiltre nos solos e nas rochas, através dos seus poros, fissuras e fraturas (escoamento subterrâneo).

Regiões submetidas a longos períodos secos, embora apresentem elevados índices pluviométricos na estação chuvosa, são mais sujeitas ao escoamento superficial e erosão mecânica com maior desgaste das rochas. Quanto aos processos, diferindo entre climas úmidos e climas de estações contrastadas, levam à diferenciação das formas de relevo, pois o comportamento das rochas será função da quantidade, da intensidade e da distribuição dos elementos climáticos (PENTEADO, 1980).

### 2.3 SISTEMAS CLIMÁTICOS ATUANTES NO BRASIL

Como já mencionado, o Brasil é um país que se encontra quase que com todo o seu território na zona intertropical do planeta, e assim mesmo apresenta variedade em seus tipos climáticos, o que gera uma diversidade de paisagens naturais (MENDONCA & DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Como mencionam os autores, além das características geográficas do próprio ‘‘continente Brasil’’, um conjunto de massas de ar quentes, frias, úmidas, secas e centros de ação também interferem na formação dos climas do território brasileiro. O dinamismo atmosférico do Brasil, conforme discutem os mesmos autores, pode ser compreendido a partir de algumas questões.

Na porção mais ao norte do país, próximo à linha do Equador, encontram-se o anticiclone dos Açores, no hemisfério norte e o anticiclone do Atlântico, chamado de Santa Helena, no hemisfério Sul, produtores as MEAN (associadas aos alíseos de NE) e as MEAS (associadas aos alíseos de SE), respectivamente. Sobre o Brasil, por volta da planície amazônica, é formado um centro de ação produtor da MEC, que com as duas massas anteriormente citadas, originam condições de umidade e calor à atmosfera regional. As duas primeiras exercendo influência na porção norte e nordeste do país, enquanto a última mais diretamente no interior do continente e reforçando as características do verão quente e úmido na porção centro-sul. O avançar das massas de ar originárias do norte ocasionam chuvas na porção norte e centro-sul do país, atuando pelas linhas de instabilidade e de ondas de calor de norte e nordeste (MENDONCA & DANNI-OLIVEIRA, 2007).

A convergência intertropical (CIT) exerce um papel fundamental na definição da dinâmica atmosférica ao norte e de parte do nordeste do país. A formação de situações de calmaria associada aos processos de convecção, que nitidamente marcam as áreas próximas à linha do Equador, caracterizam as expressivas nebulosidade e pluviosidade de toda a área, que por sua posição geográfica tende a ser quente (MENDONCA & DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Os centros de ação tropicais, um de origem oceânica e outro continental, o anticiclone do Atlântico e a depressão do Chaco, respectivamente, encontrados na altura dos 30° de latitude sul, são descritos como semifixos devido à oscilação sazonal leste-oeste de suas posições. Essa condição é resultado da variação anual de suas condições de pressão, pois há uma significativa diferença entre o balanço de radiação continental e oceânica nas estações de inverno e verão (MENDONCA & DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Apresentando melhor atuação sobre o continente no verão, as duas massas resultantes, a MTA e a MTC, reforçam os padrões térmicos no centro-sul, leste e sul do território brasileiro entre setembro e abril. A MTA, pelas ondas de calor de leste e nordeste, atua na elevação dos totais pluviométricos da área, enquanto a MTC atua na redução da umidade em alguns curtos períodos nessa época do ano (MENDONCA & DANNI-OLIVEIRA, 2007).

O anticiclone migratório polar que atua no Brasil, é originado pelo avanço de ar polar nas regiões de baixa pressão da zona subpolar do Pacífico Sul, que se desloca de sudeste para nordeste e se subdivide em dois ramos devido ao atrito e bloqueio exercidos pela cordilheira dos Andes, formando a MPA e a MPP. O ar que é produzido nesta latitude contém as características de baixas temperatura e umidade, porém, à medida que avança em direção ao norte, obtém a umidade e as temperaturas elevam-se. A notável participação da MPA nos climas do Brasil ocasiona em um considerável controle exercido pelo mesmo na formação dos tipos de tempo do país, na porção centro-sul e oriental, caracterizando processos frontogênicos (FPA) e a estação de inverno dos climas brasileiros, atuando por meio das ondas de frio de leste e de sudeste (MENDONCA & DANNI-OLIVEIRA, 2007).

A FPA é um fator crucial no controle dos climas do país, atuando permanentemente na porção centro-sul e interferindo no controle dos climas da porção centro-norte-nordeste, mais especificamente em partes do outono, inverno e primavera. Grande parcela do dinamismo das chuvas e da circulação atmosférica destas áreas origina-se nos processos frontogênicos da FPA (MENDONCA & DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Nesta latitude, também se encontra sobre o oceano atlântico a depressão do mar de Weddel, que são células de baixas pressões mantidas pelos ciclones transientes formados nas latitudes médias e subtropicais que se direcionam à sudeste. Estas sofrem oposição das depressões do Chaco e da Amazônia, que atraem em direção norte os sistemas polar e tropical (MENDONCA & DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Outro fator que cabe ser destacado é a maritimidade, que atua nas regiões próximas à grandes massas de água, neste caso, toda a zona costeira do país. Caracteriza-se por quanto mais próxima do oceano, maior será sua umidade e seus níveis de pluviosidade, e menor sua variação da temperatura diária. De forma que a diferença entre a maior e a menor temperatura medida é menor, pois a água demora mais tempo para perder o calor do que a terra, retendo o calor durante a noite e fazendo com que as temperaturas baixem menos que nas zonas mais ao interior.

Com a associação à variação sazonal do balanço de radiação e aos fatores geográficos, a atuação dos sistemas atmosféricos proporciona a compreensão dos padrões climáticos do Brasil, a partir de sua gênese.

### **3.0 MATERIAIS E MÉTODOS**

Para Mendonça & Dani-Oliveira (2007), a análise dos dados deve estar baseada em longas séries estatísticas de dados meteorológicos de diferentes localidades para que o resultado obtido tenha representatividade climática na região.

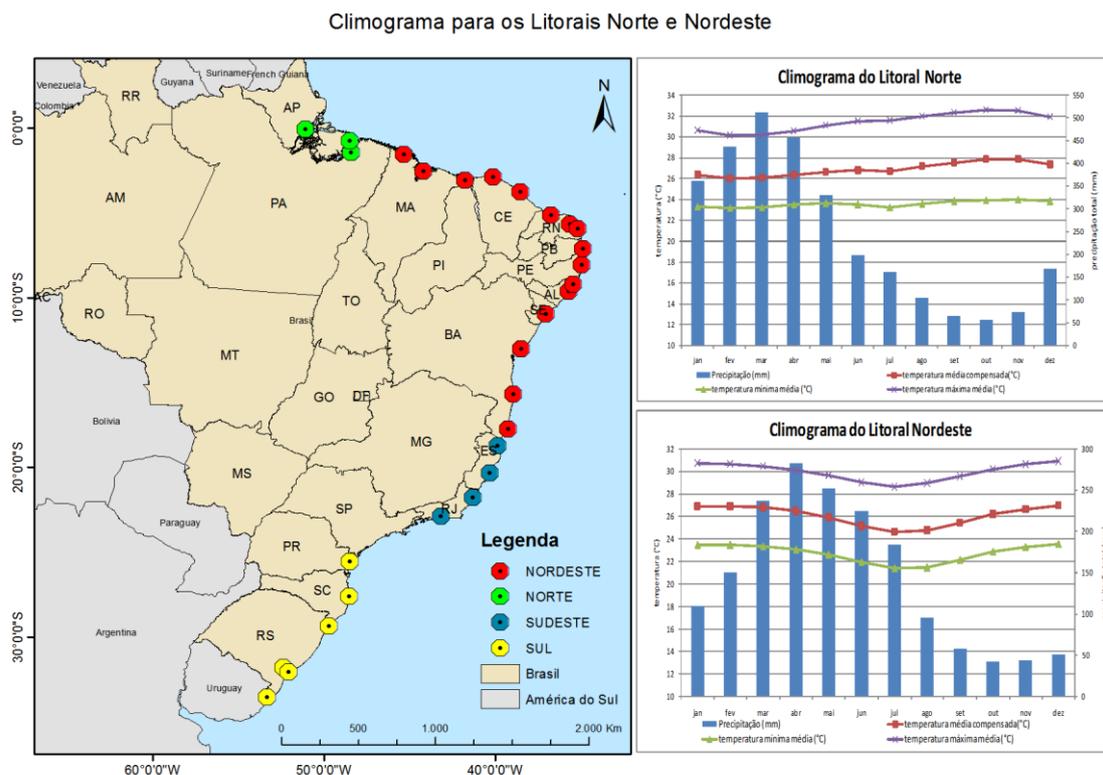
Os elementos do clima obedecem a um padrão, expresso por um total anual e variações mês a mês. É o que se designa de normal, obtida pelas medias de trinta anos de registros. As mais recentes, segundo a Organização Meteorológica Mundial correspondem ao período de 1961-90, aplicáveis a todo o globo a fim de que se possa estabelecer uma comparação (CONTI, 1998).

Foram obtidos os dados de trinta estações localizadas em municípios da Zona Costeira do Brasil, definidos de acordo com o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro, junto ao banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa, o BDMEP, que abriga dados meteorológicos diários e mensais em forma digital. Esse conjunto forma uma série histórica das várias estações meteorológicas convencionais da rede de estações do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) com milhões de informações, referentes às medições diárias, de acordo com as normas técnicas internacionais da Organização Meteorológica Mundial (OMM).

A partir dos dados meteorológicos disponibilizados pelo banco de dados do BDMEP, por meio de arquivos texto e posteriormente convertidos em tabelas, foram obtidos dados de vento (direção do vento predominante; velocidade do vento média; e máxima média), precipitação (número de dias com chuva por mês; total mensal), evaporação (piche); umidade (relativa média mensal) e temperatura (máxima média, mínima média e média compensada). A análise inicial foi feita utilizando os programas Statistica7 e MsExcell 2007.

## 4.0 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Figura 19: Mapa do Brasil com as estações utilizadas classificadas por região com os climogramas dos litorais Norte e Nordeste.



Fonte: Elaboração própria

Conforme aponta Nimer (1989), a Região Norte é caracterizada por uma vasta planura situada próxima ao nível do mar e cortada de um extremo a outro pelo paralelo do Equador, possuindo clima quente.

Como é possível observar no climograma superior na Figura 19, no que diz respeito às temperaturas a variação anual das mesmas no litoral da Região Norte apresenta certa homogeneidade espacial e uma variação estacional pouco significativa. Apresenta as temperaturas mais elevadas nos meses de setembro, outubro e novembro e as mínimas, ou mais amenas, em janeiro, fevereiro e março. Quanto ao seu regime pluviométrico, este apresenta bastante variação ao longo do ano, sendo também o domínio climático mais chuvoso do Brasil. O período mais chuvoso pode ser caracterizado pelos meses entre janeiro e maio, apresentando valores máximos em abril e mínimos em outubro.

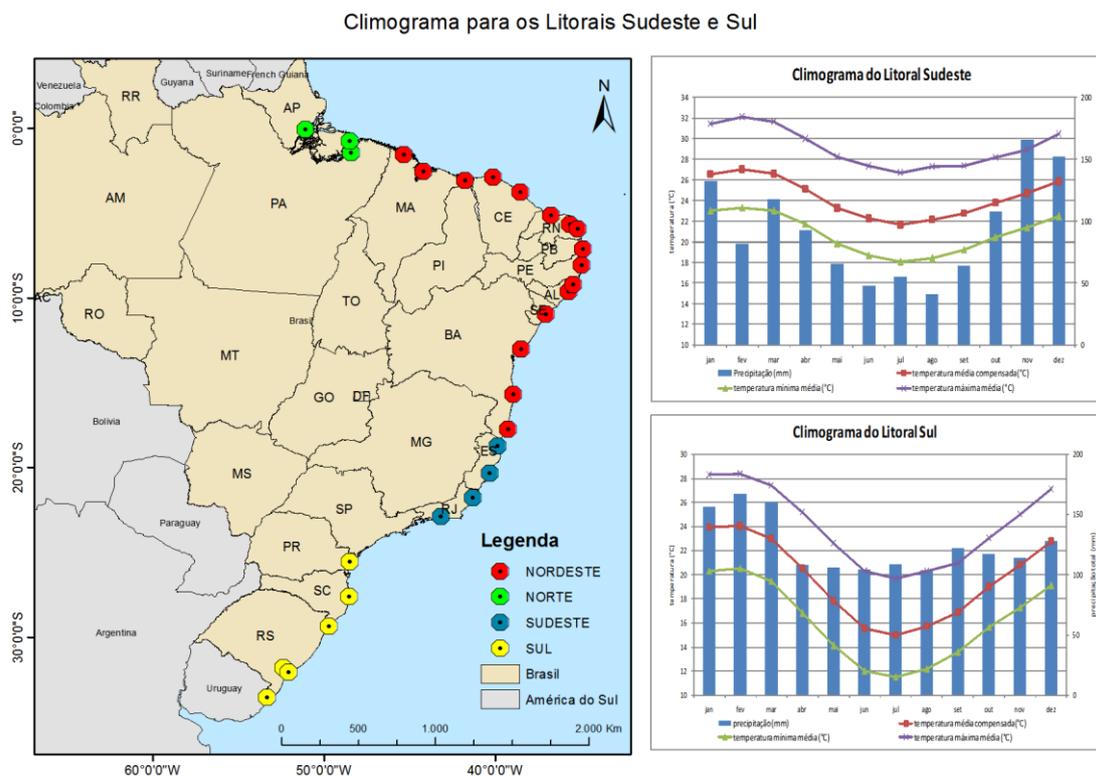
As mais altas temperaturas médias ocorrem ao longo da planície do Rio Amazonas e do setor norte da planície costeira, região que sofre a atuação da MEC e MEA, dispondo de alta disponibilidade de energia devido à localização latitudinal entre 7° S e 5° N, onde o

ângulo de incidência da radiação solar apresenta valores altos no decorrer do ano (MENDONCA & DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Assim como o litoral Norte, o litoral da Região Nordeste também apresenta médias elevadas no que dizem respeito às temperaturas, possuindo uma variação anual pouco significativa, embora menos homogênea que o litoral anteriormente mencionado. O climograma inferior da Figura 19 apresenta que os maiores valores ocorrem nos meses de novembro, dezembro, janeiro e fevereiro, sendo o mês de dezembro o mais representativo da estação quente. As temperaturas mínimas foram registradas nos meses de junho, julho e agosto.

Embora apresente relativa homogeneidade em relação à temperatura, o mesmo já não ocorre em relação à pluviosidade, com valores decrescendo conforme se avança da zona costeira em direção ao interior, área menos significativa da atuação das chuvas frontais de sul e pseudofrontais de leste, que origina regimes pluviométricos bastante diferenciados (NIMER, 1989). Conforme o mesmo climograma da Figura 19, os meses mais chuvosos ocorrem de março a julho, devido a posição mais à sul da Zona de Convergência Intertropical, nos meses de março e abril, e atinge sua posição mais ao norte nos meses de agosto, setembro, e outubro, no período mais seco do norte do Nordeste.

Figura 20: Mapa do Brasil com as estações utilizadas classificadas por região com os climogramas dos litorais Sudeste e Sul.



Fonte: Elaboração própria

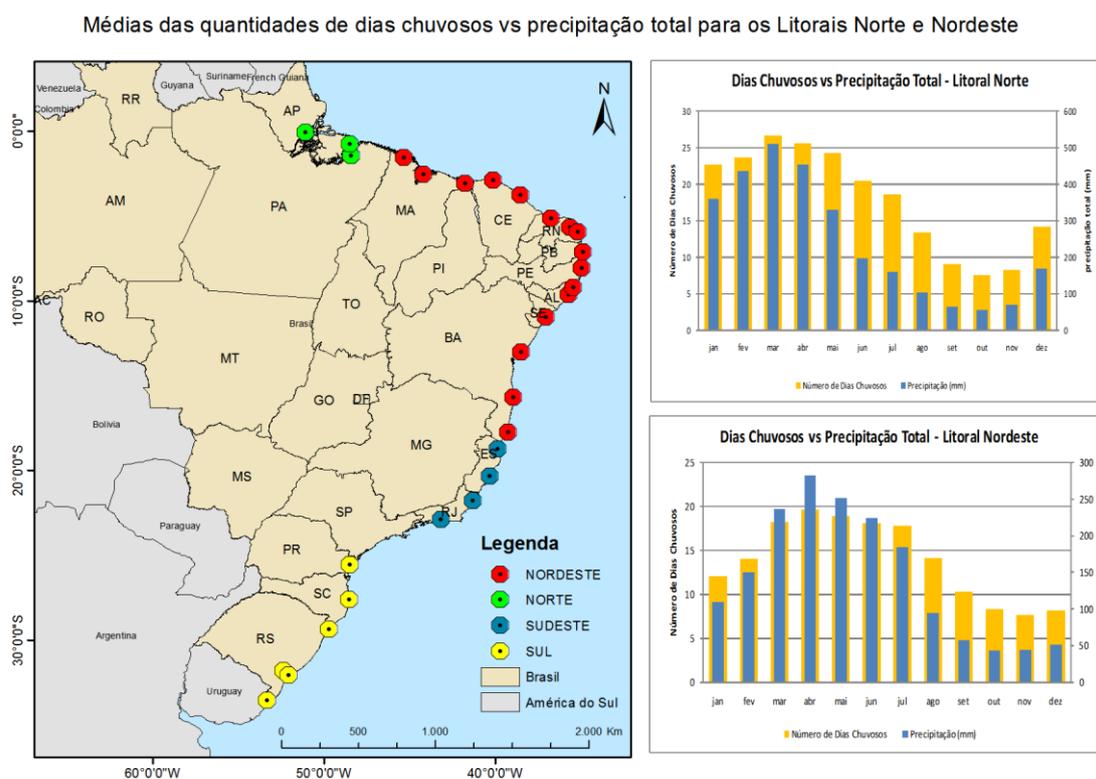
Para o litoral da Região Sudeste, as temperaturas médias indicam maior variação quando comparadas às regiões anteriormente destacadas, embora consideravelmente menor que o litoral da Região Sul. O climograma superior da Figura 20 apresenta que os maiores valores ocorrem nos meses que compreendem o verão e menores nos meses que compreendem o inverno, sendo janeiro, fevereiro e março; junho, julho e agosto, respectivamente. Uma importante influência é a maritimidade, justificada pela pequena variação de temperatura ao longo do litoral da Região Sudeste em função da latitude, tendo as temperaturas médias do litoral norte paulista valores semelhantes àsquelas encontradas no litoral capixaba, a despeito da diferença latitudinal entre os dois locais, isto graças à atuação do oceano, que se apresenta como um poderoso regulador térmico, diminuindo os gradientes, como apontam os estudos de Cavalcanti *et al.* (2009).

Quanto ao regime pluviométrico, este apresenta maior concentração nos meses correspondentes à primavera-verão, apresentando o trimestre mais chuvoso nos meses de novembro, dezembro e janeiro. Conforme aponta Mendonça e Danni-Oliveira (2007), as localidades que apresentam este padrão são influenciadas pelos sistemas atmosféricos

oceânicos tropicais (MTA) e polares (MPA), que respondem pela pluviosidade em todos os meses do ano, assim como a variabilidade dos índices térmicos.

O litoral da Região Sul inicialmente apresenta uma característica que o distingue de todos os climas do restante do país, que é a regularidade na distribuição pluviométrica ao longo do ano (climograma inferior da Figura 20). Característica esta, apontada por Mendonça e Danni-Oliveira (2007) resultante da associação entre sua posição geográfica, seu relevo e atuação dos sistemas atmosféricos intertropicais e polares. Vale ressaltar que este padrão, embora se caracterize como bem distribuído durante o ano, pode apresentar algumas diferenças levando em consideração o domínio climático como um todo. Quanto à sua variabilidade térmica, esta apresenta valores mais acentuados tanto espacial quanto temporalmente, apresentando maiores valores no trimestre que corresponde ao verão e menores no inverno, com destaque para o mês de julho, que ocasionalmente apresenta temperaturas negativas e a presença de neve sob as penetrações da MPA em conjunto com a menor disponibilidade de energia solar.

Figura 21: Mapa do Brasil com as estações utilizadas classificadas por região com o gráfico de dias chuvosos em relação à quantidade de precipitação para os litorais Norte e Nordeste.



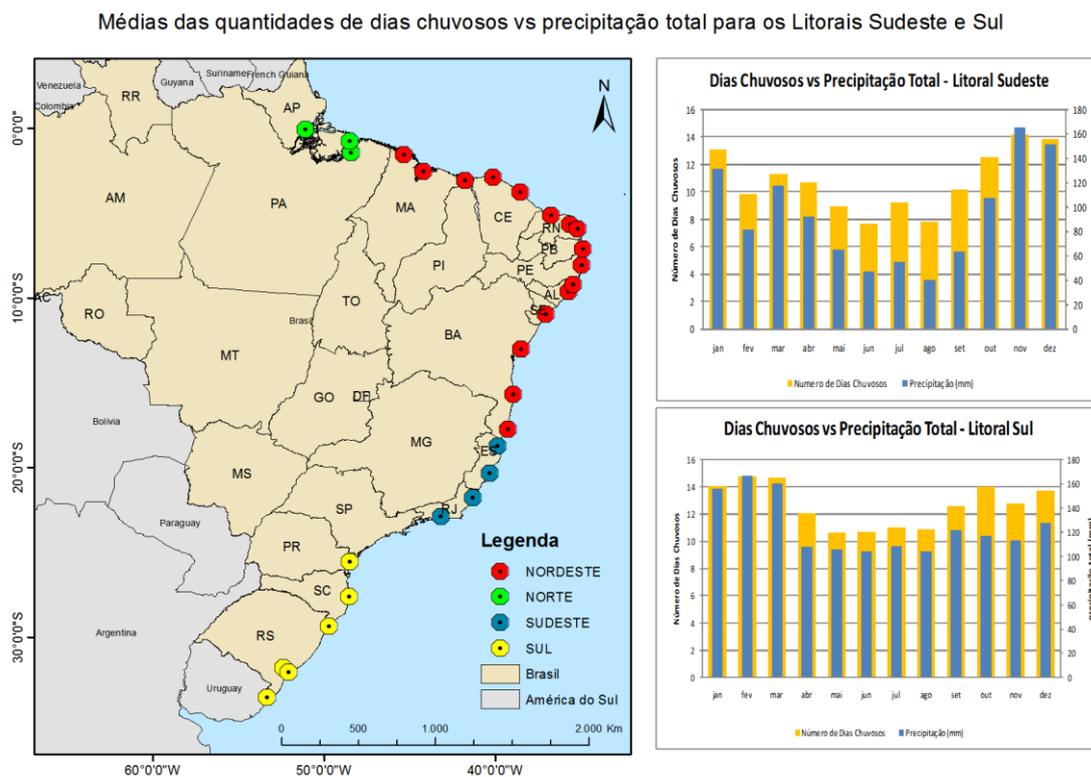
Fonte: Elaboração própria

Para o litoral da Região Norte, é possível observar que durante o período de chuvas, a quantidade de dias chuvosos (gráfico superior da Figura 21) caracteriza-se como

consideravelmente alta, alcançando valores médios de 26 dias chuvosos referentes ao mês de março, que apresenta valores médios de 511,09 mm de precipitação, sendo este o valor mais alto para toda a série histórica em comparação com as demais regiões. Já para os meses mais secos correspondentes ao litoral Norte, setembro, outubro e novembro apontam em média menos de 10 dias chuvosos por mês, e valores bastante distintos (511,09 mm e 55,64 mm, respectivamente) o que representa um contraste bem definido entre o período seco e o período chuvoso, que difere esta região das porções mais a sul do território brasileiro.

O litoral da Região Nordeste, embora apresente valores de precipitação menores que o litoral citado anteriormente, apresenta seus maiores acumulados de precipitação nos meses que vão de março à julho, e também apresenta os dias mais chuvosos (gráfico inferior da Figura 21) correspondentes à esses meses. Cavalcanti *et al.* (2009) menciona que tais valores podem ser explicados pela propagação de aglomerados de nuvens para oeste e pelos remanescentes de sistemas frontais, que se deslocam sobre a região e tem a capacidade de atingir latitudes equatoriais. Um ponto a ser destacado justifica-se pela quantidade de dias chuvosos do litoral Nordeste em comparação ao litoral Sul apresentarem-se bastante semelhantes (14 e 13 dias chuvosos por mês, respectivamente) embora apresentem regimes pluviométricos completamente distintos. Isto se dá, conforme aponta Nimer (1989), por se tratar-se de uma região de clima temperado, que tem como característica a distribuição de precipitação quase equitativa ao longo do ano, diferindo das regiões de clima equatorial ou clima tropical, que na estação chuvosa ou seca incidem quase sempre na mesma época do ano.

Figura 22: Mapa do Brasil com as estações utilizadas classificadas por região com o gráfico de dias chuvosos em relação à quantidade de precipitação para os litorais Sudeste e Sul.



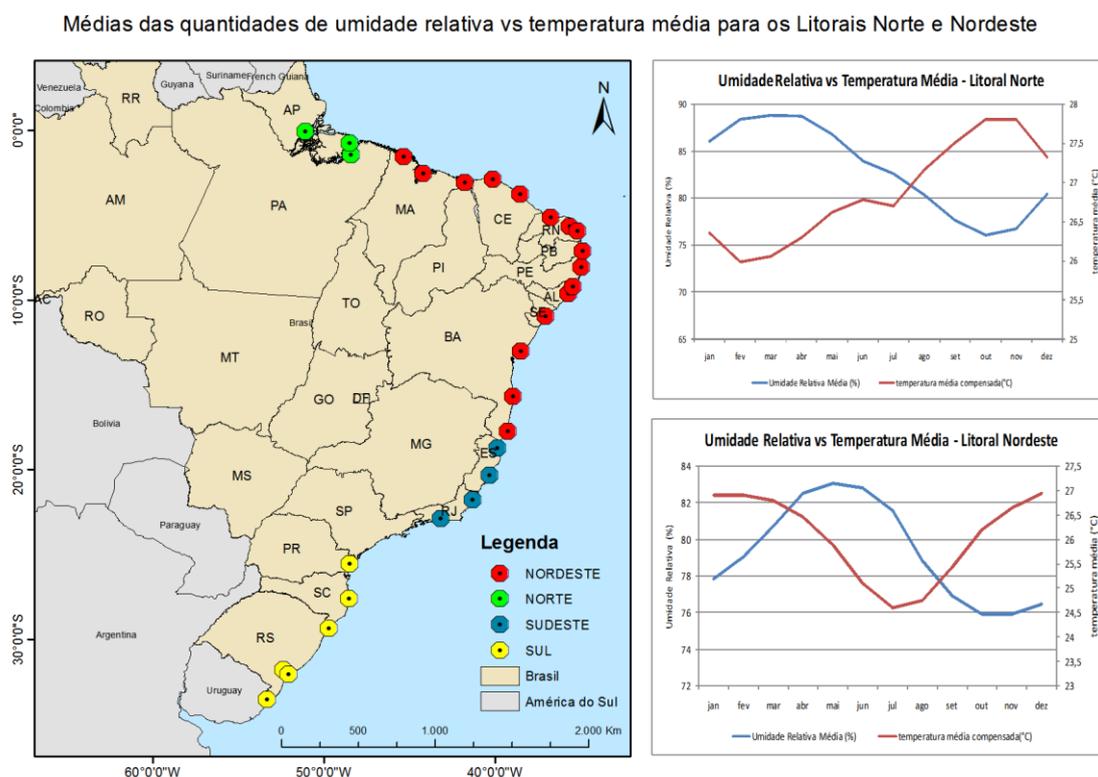
Fonte: Elaboração própria

Quanto ao litoral da Região Sudeste, graças à sua localização latitudinal, caracteriza-se por ser uma região de transição entre os climas quentes de latitudes baixas e os climas mesotérmicos de tipo temperado das latitudes médias (NIMER, 1989). Em relação aos dias chuvosos (gráfico superior da Figura 22) o litoral desta região vai apresentar valores relativamente baixos quando comparados à regiões com o regime pluviométrico claramente definidos. Apresentando valores mínimos de 8 dias chuvosos para o mês de agosto e 14 dias para o mês de novembro, mês que registrou a maior quantidade de precipitação acumulada dentro da série histórica. Durante os meses de maior movimentação convectiva, a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) é um dos principais sistemas meteorológicos que atuam no regime pluviométrico desta região (NIMER, 1989). Segundo Cavalcanti (2009), as chuvas convectivas, que são registradas o ano todo, em especial no semestre primavera-verão, de grande importância, são favorecidas pela maritimidade, que contribui para a constante e alta umidade e altas temperaturas.

O litoral da Região Sul tem como principal característica a forma equilibrada na qual as chuvas se distribuem ao longo do ano. Como aponta Nimer (1989), e como é possível observar no gráfico inferior da Figura 22, também em relação ao número de dias chuvosos.

Também por esta característica, além de se situar numa zona de clima temperado, o litoral Sul apresenta dificuldade para estabelecer previsões de máxima e mínima quantidade de chuva, devido ao sistema de correntes perturbadas, que geram tempo instável com presença de chuvas, provenientes do quadrante sul representadas pelo anticiclone polar e sua frente. Este, ao se deslocar para o equador, ora via continente, ora pelo mar, mais comuns no inverno e no verão, respectivamente. Independente do trajeto a ser seguido, o litoral Sul é atingido por suas descontinuidades com maior ou menor intensidade durante e após sua passagem, assim, a concentração pluviométrica vai depender mais da quantidade de chuvas proporcionadas do que pela invasão das frentes, e por sua vez, a intensidade das chuvas vai depender da estrutura da frente, do índice de umidade absoluta da massa de ar tropical, e a velocidade dessa frente, por esta razão, os valores máximos e mínimos podem se verificar em qualquer época do ano (NIMER, 1989).

Figura 23: Mapa do Brasil com as estações utilizadas classificadas por região com o gráfico de umidade relativa em relação à temperatura média para os litorais Norte e Nordeste.



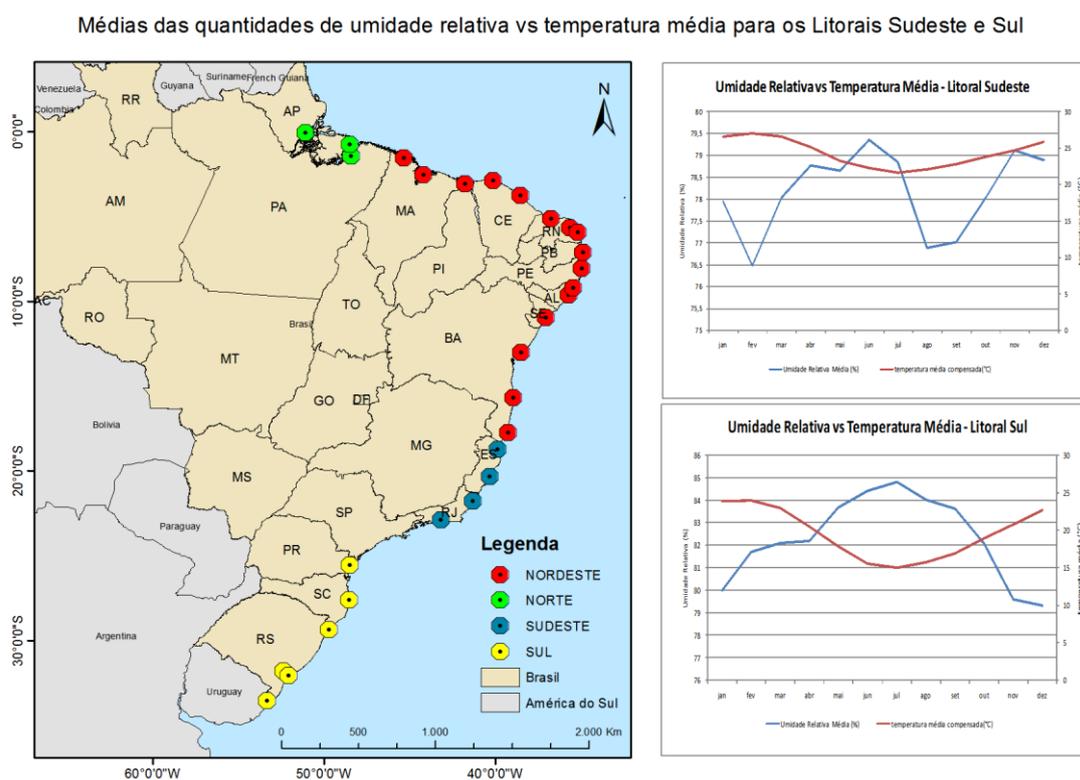
Fonte: Elaboração própria

Segundo Barry e Chorley (2013), o teor de umidade é determinado pela evaporação local, pela temperatura do ar e pelo transporte atmosférico horizontal de umidade. De forma

geral, baixos valores de umidade relativa correspondem à escassez de chuvas, como pode ser compreendido no litoral da Região Norte, onde apresenta máximos valores de umidade relativa no período chuvoso e conforme esta diminui, reflete também na diminuição das chuvas. Como se pode observar no gráfico superior da Figura 23, com o aumento da temperatura média compensada, a umidade relativa sofre variações negativas, correspondendo aos períodos de menor precipitação.

Para o litoral da Região Nordeste, os valores registrados (gráfico inferior da Figura 23) respondem à queda da temperatura e da precipitação nos meses do inverno. Conforme a temperatura volta a subir nos meses seguintes, a umidade relativa sofre decréscimo e assim também a região dá início ao período onde são registrados os menores índices de precipitação.

Figura 24: Mapa do Brasil com as estações utilizadas classificadas por região com o gráfico de umidade relativa em relação à temperatura média para os litorais Sudeste e Sul.



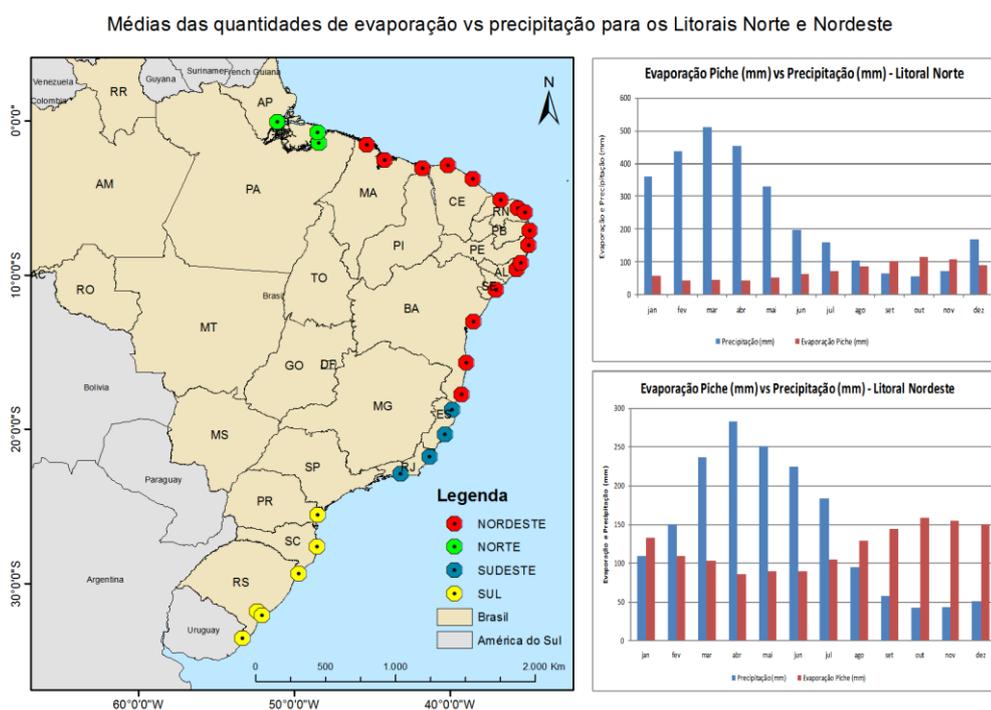
Fonte: Elaboração própria

Para o litoral da Região Sudeste, a umidade relativa embora apresente curvas acentuadas, apresenta pouca variação, de acordo com os valores observados (gráfico superior da Figura 24, apresentam 76% e 79% como valores mínimos e máximos, em fevereiro e junho, respectivamente. Conforme Mendonça e Danni-Oliveira (2007), a umidade relativa é

inversamente proporcional ao ponto de saturação de vapor, em consequência, é também inversamente proporcional à temperatura do ar, já que esta controla o teor de umidade máxima em um volume de ar, logo, o aumento da temperatura ocasiona na diminuição de sua umidade relativa. Como aponta Cavalcanti (2009), a maritimidade é um fator que interfere nos níveis de umidade e temperatura para a região, e a topografia, que mesmo não tão elevada, promove turbulência constante por ser acidentada, além de apresentar disposição contrária aos fluxos polares na borda atlântica, especialmente no centro-norte de São Paulo.

Para o litoral da Região Sul, como é possível observar no gráfico inferior da Figura 24, os maiores índices de umidade relativa correspondem ao período das baixas temperaturas. O mês de julho, no inverno do litoral Sul é o mês que corresponde às temperaturas mais baixas de todo o litoral brasileiro, e por consequência disso, é o mês que apresenta maior índice de umidade relativa, com aproximadamente 85%.

Figura 25: Mapa do Brasil com as estações utilizadas classificadas por região com o gráfico de evaporação em relação à precipitação para os litorais Norte e Nordeste.



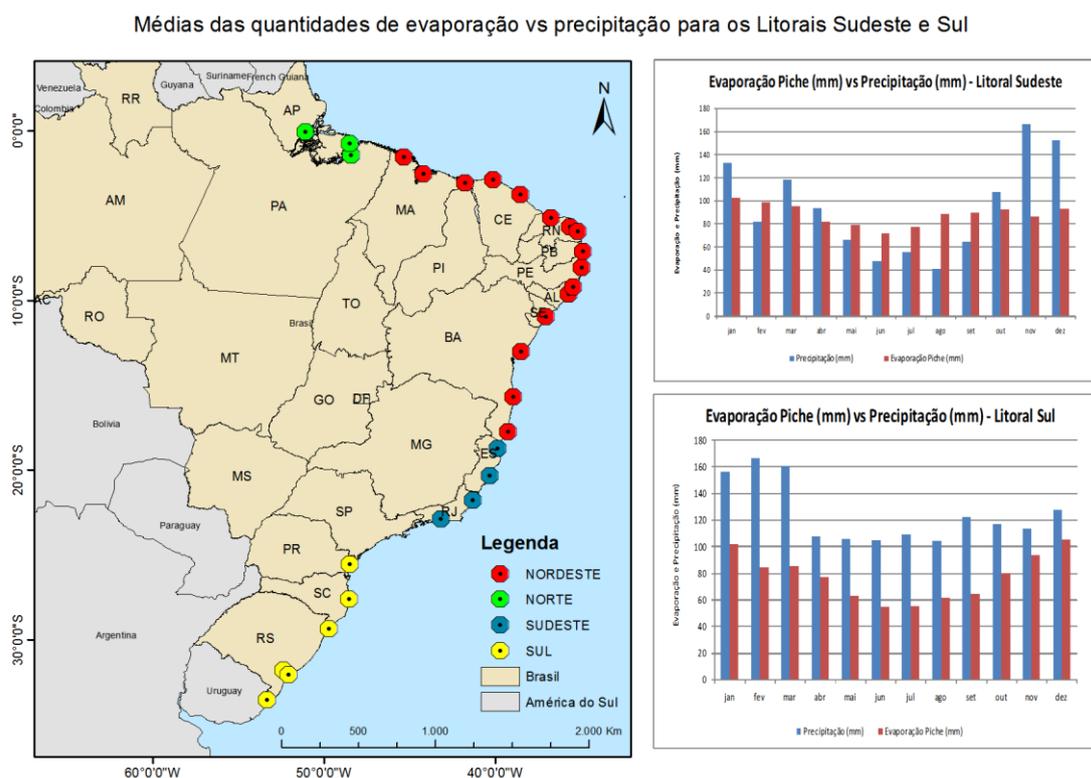
Fonte: Elaboração própria

Conforme apontam Mendonça e Danni-Oliveira (2007), a razão de evaporação aumenta com o decréscimo da umidade relativa e o aumento da velocidade do vento, e eleva-se exponencialmente com o aumento da temperatura. Partindo desta concepção e dos gráficos apresentados anteriormente, é possível compreender com mais clareza os valores registrados

(gráfico superior da Figura 25) para o litoral da Região Norte, com valores de evaporação aumentando logo que se verificam mudanças na temperatura compensada média, queda na umidade relativa e consequentemente a redução da quantidade de chuvas.

O litoral da Região Nordeste, conforme apontam os dados (Figura 25), apresenta relativamente maiores valores de evaporação para o mesmo período em comparação com o litoral Norte. Por ser um litoral de alta incidência de ventos, o que caracteriza esta região como a maior área potencial de energia eólica do país, ao combinar fatores como baixa pluviosidade, que favorece a ação do vento sobre o transporte eólico em conjunto com condições de temperatura favoráveis, o litoral da região Nordeste apresenta-se como uma área favorável a presença de campos de dunas.

Figura 26: Mapa do Brasil com as estações utilizadas classificadas por região com o gráfico de evaporação em relação à precipitação para os litorais Sudeste e Sul.



Fonte: Elaboração própria

Para o litoral da Região Sudeste, os níveis de evaporação apresentam-se constantes durante todo o ano (gráfico superior da Figura 26), em virtude da complexa interação dos elementos do clima nesta região. Nimer (1989) faz uma observação que permite melhor entender os níveis de evaporação registrados para o litoral da região Sudeste. Segundo o autor, a região é submetida a forte radiação solar, logo que a intensidade deste fenômeno

depende por essência da altura do Sol sobre o horizonte, ou seja, do ângulo de incidência dos raios solares, sendo mais intensa quanto menor o ângulo de incidência, variando a média deste ângulo na proporção inversa da latitude. Logo, na radiação direta do sol, a quantidade de calor absorvidas pelos níveis inferiores da atmosfera nesta região é de aproximadamente 0,39 a 0,37 cal/cm<sup>2</sup>/min. (ondas curtas) e 0,3 cal/cm<sup>2</sup>/min. (ondas longas) contra 0,13 e 0,3 das latitudes entre 60-90°, em média, por ano. A radiação solar, então cria melhores condições para evaporação, uma vez que neste processo é empregado calor, sendo mais alta conforme aumentam também as temperaturas, além de toda a superfície oceânica à disposição.

O mesmo se aplica para o litoral da Região Sul, embora com valores menores, por estar em uma zona temperada. A seguir 0,34 cal/cm<sup>2</sup>/min (ondas curtas) e 0,3 cal/cm<sup>2</sup>/min. (ondas longas) contra 0,39 a 0,37 na zona intertropical, respectivamente. Os níveis de evaporação (gráfico inferior da Figura 26) para o litoral da Região Sul apresentam maiores valores no período que corresponde ao final da primavera e todo o verão e menores no inverno, em virtude dos maiores níveis de umidade relativa.

## 5.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como foi possível observar diante dos dados obtidos e posteriormente analisados, o território brasileiro, em especial a zona costeira de Norte à Sul, vai apresentar uma considerável variabilidade nos valores dos parâmetros/elementos climáticos, o que implica diretamente na formação e nas inúmeras paisagens naturais encontradas para o recorte em questão. Com o auxílio dos gráficos e pela interpretação dos dados, é possível concluir que o Brasil tem uma certa predominância de climas mais quentes com baixas amplitudes térmicas, com exceção das áreas localizadas em clima temperado, como é o caso do litoral sul, que, como pode ser observado, registrou os menores valores de temperatura sob atuação da massa polar atlântica.

Por possuir uma ampla extensão, a distribuição de energia solar atua de forma a proporcionar altas temperaturas em maior parte do ano para os litorais correspondentes a sua porção intertropical. Destaca-se também o papel da maritimidade, responsável por atuar na dinâmica climática das regiões costeiras, exercendo influência direta nos parâmetros analisados durante o trabalho.

Sobre os totais pluviométricos e sua distribuição, estes estão ligados a atuação e sazonalidade dos sistemas convectivos, especialmente da frente polar atlântica, o que contribui para melhor entender as contrastantes diferenças dos regimes pluviométricos encontrados no litoral do país, como por exemplo, a abundância de chuvas no litoral Norte e a escassez no litoral Nordeste, ou a distribuição bem disposta do litoral Sudeste e especialmente do litoral Sul, embora com menores valores. Além dos fatores destacados anteriormente, é necessário destacar o papel da vegetação e da ocupação humana na zona costeira brasileira, pois a interação destes elementos com o balanço de radiação propicia algumas particularidades climáticas regionais e locais no território brasileiro, como por exemplo, as taxas de evaporação e evapotranspiração nos litorais com maior quantidade de florestas, como o litoral Norte e a concentrada ocupação urbano-industrial no Sudeste.

Atualmente, a distribuição das estações meteorológicas na zona costeira brasileira carece de atenção, uma vez que dos 395 municípios situados neste limite, apenas 29 deles compõem o banco de dados do BDMEP, o que é um obstáculo no desenvolvimento da ciência no país, em especial a climatologia e a utilização das séries históricas como ferramentas para a análise dos ritmos e padrões climáticos para este recorte.

A análise das médias proporciona ao pesquisador um importante instrumento de pesquisa que tende a estarem relacionadas com o aumento dos extremos climáticos, como

estiagens, inundações e fortes ondas de calor, desta forma, no cenário atual de mudanças climáticas, fazem-se necessários os estudos dos indicadores de extremos climáticos para o litoral brasileiro, que se apresenta como uma perspectiva futura deste trabalho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, A.N. **Litoral do Brasil**. São Paulo, Metalivros, 2001.

AYOADE, J.O. **Introdução à Climatologia Para os Trópicos**. 6ªEd. São Paulo: Bertrand Brasil. 2012.332 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Lei nº. 7.661, de 16 de maio de 1988. **Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/sqa/projeto/gerco/planocac.html>.> Acesso em: 15 de outubro de 2016.

CAVALCANTI, I. F. A; FERREIRA, N. J; SILVA, M. G. A. J; DIAS, M. A. F. S; **Tempo e clima no Brasil**. São Paulo:Oficina de textos, 2009. 464p

CHRISTOFOLETTI, A.; **Geomorfologia**. 2ª edição. São Paulo, Editora Blucher, 1980. 188 p

CHRISTOPHERSON, Robert W. **Geossistemas – Uma introdução à geografia física**. Tradução: Francisco Eliseu. Porto Alegre: Bookman, 7ª edição, **2012**.

CONTI, José Bueno. **Clima e Meio ambiente**. 5. ed. São Paulo: Atual, 1998. 96p.

FLORENZANO, Tereza Gallotti (org.). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

GRUBER, N. L. S.; BARBOSA, G.; NICOLODI, J. L. **Geografia dos sistemas costeiros e oceanográficos: subsídios para a gestão integrada da zona costeira**. GRAVEL. Nº 1. Porto Alegre, 2003. p.81 - 89

INMET. Nota técnica nº 001/2011/SEGER/LAIME/CSC/INMET. **Rede de Estações Meteorológicas Automáticas do INMET**. 2011.

MARIN, F. R.; SENTELHAS, P. C.; NOVA, A. V. **Influência dos fenômenos El Niño e La Niña no clima de Piracicaba, SP**. In: Revista Brasileira de Meteorologia. v. 15, n. 1, 123-129, 2000.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Texto, 2007. 206 p.

MORAES, A. C. R. **Contribuições Para a Gestão da Zona Costeira do Brasil. Elementos para uma Geografia do Litoral Brasileiro**. São Paulo: Hucitec/Edusp, 1999. p. 13 – 26.

- MORENO, T.R.; ROCHA, R.M. **Ecologia de costões rochosos**. *Estud. Biol., Ambiente Divers.* 2012 jul./dez., 34(83), 191- 201
- MMA. Gerência de Biodiversidade Aquática e Recursos Pesqueiros. **Panorama da conservação dos ecossistemas costeiros e marinhos no Brasil**. Brasília: MMA/SBF/GBA, 2010. 148 p.
- MUEHE, D. *Geomorfologia Costeira*. In: GUERRA, A.J.T. & CUNHA, S. B. da (Org.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro. Editora Bertrand Brasil S.A. 4ª edição, 2001, p. 253-308
- MUEHE, D. *O litoral brasileiro e sua compartimentação*. In: **Geomorfologia do Brasil**. Antônio Guerra e S. B. Cunha (org.), São Paulo, Ed. Bertrand Brasil, 3ª edição, 2003, 273-337
- NUNES, F. C. SILVA, E. F.; **Grupo Barreiras : características, gênese e evidências de neotectonismo**- Rio de Janeiro : Embrapa Solos, 2011. 31 p.
- PAIVA, A. P. V.; **Transformação e conservação da paisagem costeira: Considerações sobre o município de São Sebastião**. Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo – FAUUSP. São Paulo. 2007, 195p.
- PENTEADO, M. M. **Fundamentos de Geomorfologia**. 3ª edição. Rio de Janeiro: IBGE, 1980, 185 p.
- RODRIGUEZ, J. J. e WINDEVOXHEL, N. J. **Análisis Regional de La situación de La zona marina costera Centroamericana**. BID, Washington D. C. No – ENV 121, 1998.
- SILVA, G. A. S.; SOUZA, B. B.; SILVA, E. M. N.; **Influência do aquecimento global sobre as variáveis climatológicas e índice de conforto térmico no estado da Paraíba, Brasil**. *J Anim Behav Biometeorol.* v.3, n.4, p.116-119 (2015)
- SOUZA, C.R. de G.; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A.M.S.; OLIVEIRA, P.E. (eds.). 2005. **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto (SP). Holos Editora, 378 p.
- TESSLER, M. G.; GOYA, S. C.; **Processos Costeiros Condicionantes do Litoral Brasileiro**. *Revista do Departamento de Geografia*, 17 (2005) 11-23.11.
- TORRES, F. T. P.; NETO, R. M.; MENEZES, S. O.; **Introdução à geomorfologia**. São Paulo: Cengage Learning, 2013. 336p.