



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA**  
**INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA**

**ESTUDO DAS CORRENTES PARA OS PERÍODOS SECO E  
CHUVOSO DO LITORAL NORTE DA BAHIA**

**LEONARDO BRITO PIRES**

**Salvador**

2017

**LEONARDO BRITO PIRES**

**ESTUDO DAS CORRENTES PARA OS PERÍODOS SECO E  
CHUVOSO DO LITORAL NORTE DA BAHIA**

**Monografia apresentada ao curso de oceanografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Oceanografia.**

**Orientadora: Prof.<sup>a</sup>Dr.<sup>a</sup> JANINI PEREIRA**

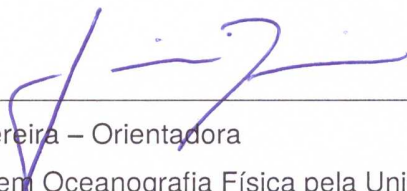
**SALVADOR**

**2017**

# TERMO DE APROVAÇÃO

## LEONARDO BRITO PIRES

Monografia aprovada como requisito parcial para a obtenção do grau de bacharel em Oceanografia, Universidade Federal da Bahia, pela seguinte banca examinadora:



Janini Pereira – Orientadora

Doutora em Oceanografia Física pela Universidade de São Paulo, Brasil.  
Universidade Federal da Bahia



Clemente Augusto Souza Tanajura

Doutor em Meteorologia pela Universidade Maryland, EUA.  
Universidade Federal da Bahia



Guilherme Camargo Lessa

Doutor em Ciências Marinhas - Universidade de Sidney, Austrália.  
Universidade Federal da Bahia

Salvador, 01 de Setembro de 2017

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a meus pais, Wellington e Adair, por todo o apoio durante todos esses anos. Sempre me incentivaram a ser uma pessoa ética e acreditaram no meu potencial, independente de minhas escolhas. Esse trabalho e os futuros eu dedico a eles, por todo o estímulo e amor.

Também agradeço às dificuldades e obstáculos, sim, agradeço a eles por me fazerem persistir e me tornarem uma pessoa melhor e mais forte. Adversidades devem ser encaradas como aquilo que são: momentos difíceis, mas necessários de crescimento e aprendizagem, e muitas vezes também, oportunidades para mudar o que não está bem na sua vida.

Agradeço aos colegas e amigos do Laboratório de Graduação de Física Nuclear. Um grupo de pessoas muito unidas que sempre estavam dispostas a se ajudar, são eles: André Brandão, Lucas Fonseca, Fernanda Almeida, Brisa Maier e principalmente Júlia Porto e Mirela Gois. Elas duas que sempre estavam disponíveis, e, pacientemente, me ajudaram bastante com as rotinas com loops quase que intermináveis e com o suporte e apoio nessa fase um pouco estressante de final de um curso de graduação. Muito obrigado.

Ao Programa de Pós-Graduação em Geofísica pela aquisição do perfilador acústico que foi bastante importante para este trabalho.

Agradeço também à minha orientadora Janini Pereira e à minha tutora Mariana Thévenin pela paciência em sanar minhas dúvidas e pelo suporte na conclusão desse trabalho. Um obrigado especial à minha orientadora por todo o conhecimento compartilhado e pela constante disponibilidade em me ajudar.

Um obrigado também aos meus professores de graduação que me incentivaram direta e indiretamente a me sentir mais motivado com a oceanografia. Agradeço em especial a Mauro Cirano, Clemente Tanajura, Guilherme Lessa, Janini Pereira, Hebe Queiroz, Vanessa Hatje e Juliana Leonel.

A meus amigos do Sacramentinas pela amizade e apoio em todas as situações. Especialmente à minha amiga Juliana Cristina que desde a primeira

série esteve sempre presente em todos os momentos felizes e difíceis de minha vida.

A minha família pelo amor incondicional e suporte, em especial à minha irmã Indira, minha prima-irmã Kemi e minha tia Cida.

E por fim, mas não menos importante, agradeço ao ano de 2013. Mas o que houve de importante nesse ano? Segundo a internet, foi um ano comum do século XXI, que começou em uma terça-feira no calendário gregoriano, um ano no qual pela primeira vez desde 1987 os quatro dígitos eram diferentes entre si. Foi o ano de protestos no Brasil que teve como estopim o aumento da tarifa de ônibus. Foi o ano de abdicação de um Papa e escolha do primeiro Papa latino americano, foi o ano marcado pela denúncia de espionagens estadunidenses a governos aliados. Foi o ano do golpe de estado no Egito, o ano da morte de Hugo Chavez, de Nelson Mandela, de Paul Walker e de Chorão. Diante de tantos fatos importantes que ocorreram naquele ano, o mais importante e gratificante para mim foi ter ingressado no curso de graduação de Oceanografia na UFBA.

Não é o número daquele ano em si que importa, mas as pessoas que representam o significado de Oceano 2013, um grupo de pessoas tão diversas, mas tão unidas que às vezes até nós mesmos nos surpreendemos. Não acredita na diversidade desse grupo? Vou citar alguns exemplos: entre rainha da pesca, dançarinos de fit dance, evangélicos, o tio das piadas sem graça, albedo humano, ratos na bolsa, vegetarianos que não comem “ovo de aborto”, Wagnense, Coiteense, Juazeirense, Santo-antonienses, criador de memes, valente, Muttley, cantores do facebook...

Acho que acabou, não, “pera”,... Penélope charmosa, gente que chega com 3 horas de atraso nas aulas, viciados em séries, os que se irritam com os viciados em série, jogadores de LOL, nerds, modelos, imperador da ribeira, blogueira do snap... Não dá pra citar tudo senão esses agradecimentos ultrapassam 100 páginas, mas o que importa nessas pessoas é a amizade e a união que emanam. Foram tantos eventos que participamos juntos, a cada um

deles a amizade se tornava maior. Nem os inimigos secretos (não achei próprio citar o nome original aqui) prejudicavam a nossa união, apesar de alguns presentes serem bastante pesados, pelo contrário essa brincadeira nos unia mais ainda. Um muito obrigado a todos vocês de 2013, e um especial à minha carona amiga Laís Souza, que acredito que serão profissionais brilhantes e continuarão sendo pessoas que agregam. Não digo que ficarei com Saudades, pois o que construímos até aqui vai se perpetuar pelo resto de nossas vidas e acredito que continuaremos nos encontrado com o passar dos anos.

## RESUMO

Estudar a circulação costeira de uma região é importante para diversas atividades humanas, para conservação do ambiente marinho e para estudos ecológicos. Movimentos no oceano ocorrem como resposta do meio às mudanças das forçantes. O objetivo principal desse trabalho é analisar a intensidade e direção da velocidade da corrente na coluna d'água para o período seco e chuvoso e determinar as forçantes do processo de circulação. Foi utilizado um ADCP modelo Teledyne-RDI de 600 MHz instalado no Litoral Norte da Bahia. Os dados de vento foram obtidos através da estação meteorológica do aeroporto de Salvador. Já os dados de climatologia de vento e de correntes são do CFSR e do SODA, respectivamente. Os dados de precipitação e de fluviometria são de estações meteorológicas próximas à Praia do Forte. As séries temporais de corrente e de vento in situ são para o período de dezembro de 2014 a maio de 2016. O mês de maior vazão é o mês de maio com  $51,29 \text{ m}^3/\text{s}$ , sendo esse o mês que possuiu maior precipitação média entre todos os meses. Já o mês de nível do rio Pojuca é junho com 222,79 cm. As correntes tenderam a seguir a direção do vento, alinhando-se à costa e mudando de direção conforme o vento mudava de direção também. Para o período chuvoso (março a agosto) as médias da componente v (paralela à costa) da corrente para todas as profundidades foram maiores que as médias da componente u. No período chuvoso, a correlação do vento com a corrente na superfície foi de 0,70 para a componente paralela à costa, e essa relação reduz com a profundidade, chegando a 0,65 próximo ao substrato. Além disso, pôde-se supor que a dinâmica do vento e das correntes de contorno oeste influenciam na dinâmica oceanográfica do Litoral Norte da Bahia.

Palavras Chaves: Perfilador acústico, período seco e chuvoso, banda subinercial

## ABSTRACT

To study the coastal circulation of a region is important for several human activities, for conservation of the marine environment and for ecological studies. Movements in the ocean occur as the response of the environment to the changes in the forcing. The main objective of this work is to analyze the intensity and direction of the current velocity in the water column and determine the main forcing. A 600 MHz Teledyne-RDI ADCP model was installed in Litoral Norte da Bahia. Wind data is collected through the weather station of Salvador Airport. Wind and currents data are from CFSR and SODA, respectively. Precipitation and fluviometry data are from meteorological stations near Praia do Forte. The time series of current and wind are for the period from 2014 to May 2016. The month with the biggest flow rate is May with  $51.29 \text{ m}^3/\text{s}$ , it is also the month that has the greater average precipitation between all the months. Already the month, you know the river Pojuca was larger and June with  $222.79 \text{ cm}$ . Currents tended to follow the direction of the wind, aligning to the coast and changing direction as the wind changed direction as well. For the rainy season (March to August) the averages of the component  $v$  (parallel to the coast) are greater than the component  $u$  in all depths. In the rainy season, the correlation of the wind with the current at the surface is 0.70 for the component parallel to the coast, and that ratio reduces with depth, reaching 0.65 near the substrate.

Keywords: Acoustic profiler, dry and rainy period, subinertial band



## LISTA DE ABREVIACOES

<b>COLA</b>	Center for Ocean–Land–Atmosphere Studies
<b>ECMWF</b>	European Centre for Medium- Range Weather Forecasts
<b>ERA-15</b>	15-yr ECMWF Re-Analysis
<b>POP</b>	Parallel Ocean Program 1.3
<b>PF</b>	Praia do Forte
<b>SODA</b>	Simple Ocean Data Assimilation
<b>CFSR</b>	Climate Forecast System Reanalysis
<b>NetCDF</b>	Network Common Data Form
<b>NCEP</b>	National Centers for Environmental Prediction
<b>NCAR</b>	National Center for Atmospheric Research
<b>ADCP</b>	Perfilador de Acústico de Correntes

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Representação da área de estudo. Ponto vermelho indica localização do ADCP no Litoral Norte da Bahia.....	8
Figura 2: Pluviograma com a precipitação (em mm) média para os meses do ano para a estação pluviométrica do rio Pojuca – Camaçari - BA.....	20
Figura 3: Número médio de dias de chuva a cada mês para a estação pluviométrica do rio Pojuca – Camaçari - BA.....	21
Figura 4: Vazão média (m <sup>3</sup> /s) mensal do Rio Pojuca.....	22
Figura 5: Nível médio (cm) mensal do Rio Pojuca.....	23
Figura 6: Média mensal das correntes (vetores) para os meses de (A) julho e (B) janeiro.....	24
Figura 7: Média do período (A) chuvoso (março a agosto) e (B) seco (setembro a fevereiro) das correntes (vetores).....	24
Figura 8: Média para (A) o período seco (setembro a fevereiro), (B) período chuvoso (março a agosto), (C) janeiro e (D) julho da distribuição dos ventos (vetores) a 10 metros acima da superfície do mar.....	26
Figura 9: Variabilidade espacial e temporal do perfil vertical do fluxo instantâneo (V) dos dados do ADCP.....	27
Figura 10: Rosa dos ventos para (A) período seco, (B) período chuvoso, (C) janeiro, (D) junho.....	29
Figura 11: Série temporal dos dados brutos consistidos para o (A) vento, (B) corrente superficial, a 5 metros de profundidade, (C) corrente meio, a 15 metros de profundidade e (D) corrente fundo, a 25 metros de profundidade.....	32

Figura 12: Média da série temporal no período chuvoso para o (A) vento, (B) corrente superficial, a 5 metros de profundidade, (C) corrente meio, a 15 metros de profundidade e (D) corrente fundo, a 25 metros de profundidade.....33

Figura 13: Média da série temporal no período seco para o (A) vento, (B) corrente superficial, a 5 metros de profundidade, (C) corrente meio, a 15 metros de profundidade e (D) corrente fundo, a 25 metros de profundidade.....33

Figura 14: Média da banda subinercial no período chuvoso para (A) os vetores da corrente de superfície e as respectivas componentes da velocidade (B) u e (C) v.....35

Figura 15: Média da banda subinercial no período seco para (A) os vetores da corrente de superfície e as respectivas componentes da velocidade (B) u e (C) v.....36

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Configuração do ADCP.....	15
Tabela 2: Precipitação média mensal e média de dias de chuva durante os meses do ano para a estação localizada no município de Camaçari.....	19
Tabela 3: Vazão média mensal (em m <sup>3</sup> /s) e média do nível (em cm) do rio Pojuca durante os meses do ano para a estação localizada no rio Pojuca no município de Camaçari - BA.....	22
Tabela 4: Estatística dos dados brutos consistidos das correntes e do vento observados para o período chuvoso nas componentes paralela (v) e perpendicular (u) à costa.....	30
Tabela 5: Estatística dos dados brutos consistidos das correntes e do vento observados para o período seco nas componentes paralela (v) e perpendicular (u) à costa.....	31
Tabela 6: Estatística da banda subinercial das correntes observadas para o período chuvoso nas componentes paralela (v) e perpendicular (u) à costa....	34
Tabela 7: Estatística da banda subinercial das correntes observadas para o período seco nas componentes paralela (v) e perpendicular (u) à costa.....	36

# SUMÁRIO

RESUMO.....	vi
ABSTRACT .....	vii
LISTA DE ABREVIACÕES.....	viii
LISTA DE FIGURAS .....	ix
LISTA DE TABELAS .....	xi
1. Introdução .....	1
1.1 O Porquê de Estudar Correntes .....	1
1.2 Processos e Forçantes na Climatologia da Região Costeira .....	3
1.3 Oscilações Inerciais .....	6
2. Objetivos .....	7
2.1. Objetivo Principal.....	7
2.2. Objetivos Específicos.....	7
3. Caracterização da rea de Estudo.....	7
3.1 Localização.....	7
3.2 Características Geológicas .....	9
3.3 Características Pluviométricas.....	9
3.4 Características Fluviométricas .....	9
3.5 Campo de Ventos .....	10
3.6 Correntes .....	10
4. Metodologia.....	10
4.1. Precipitação .....	11
4.2. Fluviometria .....	11
4.3. Climatologia de Correntes .....	12
4.4. Climatologia de Ventos .....	13
4.5. Dados de Corrente <i>in situ</i> .....	14
4.6. Dados de Vento <i>in situ</i> .....	17
4.8. Correlações .....	18
5. Resultados e Discusso .....	18
5.1 Precipitação .....	18
5.2 Fluviometria .....	20
5.3 Climatologia de Correntes .....	23
5.4 Climatologia de Vento.....	25
5.5 Dados de Vento e Corrente <i>in situ</i> (dados brutos consistidos).....	27

5.6. Dados de Vento e Corrente in situ (Banda Subinercial) .....	34
6. Conclusões.....	38
7. Sugestões de Trabalhos Futuros .....	39
8. Referências .....	39

# 1. Introdução

## 1.1 O Porquê de Estudar Correntes: Importância e Justificativa

A circulação costeira de uma região é de extrema importância para as atividades humanas, para o estudo da ecologia de populações de seres vivos marinhos, como os quelônios, e para projetos de proteção e/ou redução de impactos em áreas costeiras e ecossistemas marinhos em casos de acidentes com a indústria do petróleo e/ou química.

Vazamentos de petróleo no ambiente marinho podem causar diversos impactos negativos tanto para o homem quanto para os ecossistemas do local. De acordo com Silva (2007), agentes tóxicos liberados pelo homem no ambiente podem causar muitos danos aos seres de um ecossistema, como impedir ou reduzir drasticamente processos essenciais aos organismos como respiração, reprodução e crescimento. Além disso, os contaminantes podem sofrer bioacumulação na cadeia trófica do ecossistema. Isso pode ser um risco à saúde humana caso os animais desse ecossistema sejam utilizados na alimentação da população.

Assim, dependendo do padrão de correntes que ocorre na área, é possível se prever para qual região uma mancha de óleo poderá se deslocar, dessa forma, pode-se criar um plano de contingência mais elaborado. Amorim (2005), com base em um cenário hidrodinâmico idealizado e um modelo de trajetória de óleo (GNOME) na baía de Camamu localizada no litoral do estado da Bahia, realizou simulações de derrames de petróleo na região para avaliar os locais que poderiam vir a ser atingidos pela mancha de óleo. Desta forma, dados medidos podem ser utilizados para validar resultados desse tipo de modelagem.

Acidentes como o ocorrido em Mariana – MG com o rompimento de uma barragem que possuía rejeitos de mineração também poderiam ter impactos ambientais reduzidos, pelo menos em ambiente marinho, com a confecção de planos emergenciais baseados no comportamento das correntes costeiras do local. O acidente em questão ocorreu em novembro de 2015 e liberou 62

milhões de metros cúbicos de rejeitos de mineração. Caracterizado como o pior acidente do gênero no mundo, o ocorrido foi responsável por destruir a maior parte das construções da cidade, deixando muitos desabrigados e causando a morte de várias pessoas; despejar lama em rios importantes como o rio Doce, o que dificultou ou impediu o abastecimento de água em cidades ao longo do rio, além de causar assoreamento do curso fluvial e degradação do ecossistema local. Ainda não foram executados trabalhos para saber qual o impacto causado no ambiente marinho com a chegada dos rejeitos à foz do rio Doce, mas biólogos temem pela degradação do ambiente marinho na costa do Espírito Santo e pelos efeitos dos rejeitos nos recifes de Corais de Abrolhos.

Almeida et al. (2016) mostrou a possível dispersão da descarga do rio Doce realizada com uma modelagem da circulação das correntes na costa brasileira local para o mês de novembro. Essa modelagem poderia ter sido utilizada, por exemplo, pela empresa responsável pelo acidente para reduzir os impactos ambientais e impedir que a lama chegasse a locais de proteção, como regiões de praias utilizadas por tartarugas marinhas como áreas de nidificação no Espírito Santo. Deve-se enfatizar que dados de correntes in-situ são importantes para avaliar esse tipo de modelagem.

O estudo da dinâmica costeira também se faz importante para a ecologia de animais marinhos. As tartarugas marinhas estão presentes no planeta desde o Jurássico. São seres que migram grandes distâncias com a maior parte do ciclo de vida ocorrendo no mar, apenas as fêmeas retornam à terra para a desova. Devido às grandes distâncias que percorrem, ainda existem muitas dúvidas sobre a ecologia desses animais no meio científico (Pupo et al., 2006). Hipóteses baseadas em experimentos indicam que ao atingirem a água, filhotes de tartarugas marinhas se distanciam da costa nadando de acordo com a direção de propagação das ondas e das correntes marítimas (Lohmann et al., 1997). Dessa forma, entender o funcionamento do padrão de correntes de uma região costeira torna-se importante para um estudo aprofundado do ciclo de vida das tartarugas marinhas. Principalmente para os filhotes para os quais a alimentação e o desenvolvimento ainda geram dúvidas.



O projeto TAMAR é reconhecido internacionalmente pela conservação, pesquisa e manejo de cinco espécies de tartaruga marinha que ocorrem no Brasil, sendo que todas são caracterizadas como espécies ameaçadas. Esse projeto possui uma de suas bases em Praia do Forte, região que é objeto de estudo desse trabalho, e que é um local de desova de tartarugas marinhas. Desde 2001 o TAMAR estuda o deslocamento desses animais através de monitoramento por satélite (telemetria), procurando entender como as tartarugas se deslocam nos primeiros anos de vida. Os pesquisadores se referem a esses primeiros anos como “*Lost Years*” - anos perdidos -, pois pouco se conhece em relação ao ciclo de vida da maioria das espécies de tartaruga marinha durante esse período (TAMAR, 2016). Descobrir para onde os filhotes estão sendo deslocados ajudará a identificar possíveis áreas de berçário, de alimentação e de reprodução das espécies, tudo isso com estudos como esse realizado pelo TAMAR e estudos relacionados à circulação costeira.

Além dos estudos das correntes superficiais, trabalhos sobre as correntes próximas ao fundo também são importante. Pois é um conhecimento necessário para a manutenção e construção de portos, plataformas de petróleo e outros, visto que as correntes que ocorrem nessa profundidade determinarão a mobilização de sedimentos do fundo (Dominguez e Campos, 2010), assim, torna-se imprescindível um estudo anterior da dinâmica marinha para que o projeto da construção desses empreendimentos se torne menos dispendioso e mais confiável.

## **1.2 Processos e Forçantes na Climatologia da Região Costeira e Oceânica Adjacente**

Para o estudo das correntes de uma região é necessário entender as forçantes e processos atuantes na climatologia daquele local. A Climatologia estuda os fenômenos atmosféricos e oceanográficos com séries temporais de longo período e utilizando propriedades estatísticas para caracterizar o clima em função da localização geográfica, estação do ano, etc. Amorim (2005) realizou a climatologia de algumas variáveis na Bacia de Camamu antes de partir para as análises de dados de corrente. Para isso, cita as características geológicas, pluviométricas e fluviométricas, além do campo de ventos do local para definir

períodos seco e chuvoso característicos da região, e a partir, daí basear as análises posteriores em função desses períodos.

No Brasil, o clima de ventos, precipitação e correntes na região costeira são caracterizados por diversos fenômenos, dentre eles: os sistemas frontais, a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), intensificação das brisas, ventos alísios, correntes do Giro Subtropical do Atlântico Sul, Temperatura da Superfície do Mar (TSM). Os sistemas frontais se deslocam para norte para a manutenção da temperatura no planeta terrestre. Esse processo ocorre durante o ano todo, mas se tornam mais intensos durante o inverno, dessa forma, os sistemas frontais durante essa estação podem atingir até latitudes de 10°S (Dominguez, 2006; Kousky, 1979). Esses sistemas podem interagir com frentes quentes, e se houver umidade suficiente, há ocorrência de chuvas.

Já a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) possui um conjunto de características: zona de confluência de ventos alísios, zona de máxima temperatura da superfície do mar, banda de nuvens convectivas e região do cavado equatorial. Alterações na precipitação e redução na intensidade dos ventos também estão relacionadas com a ZCIT. Análises indicam que a posição da ZCIT (com influência da TSM) pode definir a intensidade da precipitação das estações chuvosas e secas de uma região. De acordo com Uvo e Nobre (1989) a permanência maior da ZCIT mais ao sul pode determinar uma menor duração da estação seca no nordeste do Brasil.

As brisas marítimas ou terrestres ocorrem devido às taxas de aumento de temperatura diferentes entre a terra e o mar. Essas taxas diferentes de aquecimento geram deslocamentos de massa de ar entre o continente e a água. Esse processo, por si só, produz chuvas leves e de curta duração na região costeira, mas a intensificação desse processo, que ocorre com a confluência de ventos alísios com as brisas terrestres (noturna), é um dos fatores importantes para o aumento da precipitação na costa leste do Nordeste brasileiro durante os meses de maio a junho (Nobre e Molion, 1988).

O giro oceânico do Atlântico Sul e sua circulação é principalmente influenciada pelo giro subtropical. Nesse giro, a Corrente do Brasil flui para sul

representando o limite oeste do giro, ao atingir aproximadamente 38°S de latitude a corrente do Brasil se encontra com a corrente das Malvinas (confluência Brasil-Malvinas). Após as duas correntes se separarem da costa e fluírem para leste, forma-se a corrente do Atlântico Sul. No lado leste do giro, a corrente de Benguela flui para norte, sendo que ela é alimentada pela corrente do Atlântico Sul. A Corrente de Benguela alimenta a corrente Sul Equatorial que irá se bifurcar, na média, em aproximadamente 14°S formando a Corrente do Brasil que vai para sul e a Corrente Norte do Brasil que flui para norte (Rodrigues, 2007).

A variabilidade da bifurcação da corrente Sul Equatorial é bem descrita por Pereira et al. (2014). Os autores analisaram essa bifurcação através de análises do SODA (Simple Ocean Data Assimilation), OCCAM (Climate Advanced Modeling Project) e HYCOM (Hybrid Coordinate Model). Eles encontraram, utilizando o OCCAM, que a menor latitude para a bifurcação ocorre em 12°S no mês de dezembro, e que a maior ocorre em 16°S nos meses de julho e agosto.

No ambiente costeiro, no qual a área de estudo se encontra, a teoria da espiral de Ekman para correntes – que explica o transporte de um volume de água integrado em toda a coluna d'água direcionado a 90° à esquerda (para o Hemisfério Sul) do vento atuante na região – pode ser aplicada para regiões de menores profundidades, como na plataforma continental (Lima, 2008). Além desse processo, existem forçantes que podem atuar na região costeira como o gradiente de salinidade, o vento local, a descarga fluvial e a maré. Em uma região estuarina, todas essas forçantes são de grande importância (Miranda, 2012), mas para regiões costeiras adjacentes a oceanos, como a região foco desse trabalho, na maioria das vezes apenas o vento local possui maior importância.

De fato, diversos trabalhos da área de oceanografia física evidenciam forte relação entre vento local e correntes costeiras, muitas vezes com associação ao bombeamento de Ekman. Huyer et al. (1979) verificou a forte interação (79% de correlação na superfície) entre o vento local e a corrente costeira através de correntômetros instalados na plataforma continental de Oregon,

EUA, e dados de vento *in situ*. Os autores também verificaram que a correlação era menor quanto maior fosse a profundidade. Fong et al. (1997) também utilizaram correntômetros e uma boia meteorológica para medir a velocidade do vento no Golfo de Maine, América do Norte, para verificar a influência do vento sobre a pluma de água doce proveniente de rios da região da área de estudo. Nesse trabalho os autores encontraram uma correlação de até 73% entre as correntes superficiais e a tensão do vento. Snankar et al. (1996) também verificou a interação entre tensão do vento e as correntes no leste da Índia.

Amorim (2005) estudou o padrão de correntes da Baía de Camamu, litoral central do estado da Bahia. Nesse trabalho a autora verificou uma correlação entre vento local e correntes de até 0,78. Já Lentz (1986), na plataforma continental da Califórnia – EUA, verificou uma correlação entre a tensão do vento e as correntes superficiais da plataforma interna (15 metros de profundidade) de até 0,65.

### **1.3 Oscilações Inerciais**

Oscilações inerciais no oceano ocorrem como uma resposta do meio às mudanças das forçantes. Em regiões menos profundas, as correntes geradas pelo vento geralmente são as mais energéticas, e variações temporais na tensão de cisalhamento do vento geram deslocamentos na superfície da água que se propagam verticalmente e horizontalmente. O período inercial de uma região depende da sua latitude, no caso da área de estudo desse trabalho, o período inercial é de 53 h. As oscilações inerciais podem ser divididas em bandas subinerciais, que estão relacionadas a forçantes com influência maiores ou iguais ao período inercial correspondente à latitude do local, como vento local, e bandas suprainerciais, que estão relacionadas a forçantes cuja influência da escala temporal é menor que o período inercial do local, como marés (Leite, 2014). No processamento de dados é possível utilizar filtros para separar essas bandas.

Existem diferentes métodos para realizar análises em correntes subinerciais. Dois desses métodos são: um proposto por Clarke e Brink (1985) que necessita de dados de frequência de Brunt-Vaisala e dados de topografia e

outro que necessita de dados de correntômetros incluindo funções ortogonais empíricas (EOF). Esse último método não é muito utilizado em trabalhos no Brasil, Dottori e Castro (2009) realizaram análises com EOF na plataforma continental de São Paulo. Os autores mostraram que 80% da variação da corrente é explicada pelo primeiro modo barotrópico.

## **2. Objetivos**

### **2.1. Objetivo Principal**

O objetivo principal desse trabalho é responder à pergunta: Quais as forçantes sazonais que podem influenciar o padrão de circulação na plataforma continental do Litoral Norte da Bahia para os períodos seco e chuvoso característicos da região.

### **2.2. Objetivos Específicos**

- i) Caracterizar a climatologia da região (precipitação e vazão) para os períodos seco e chuvoso.
  
- ii) Caracterizar a climatologia ao longo da região da plataforma continental para a corrente e vento nos períodos seco e chuvoso
  
- ii) Analisar a intensidade da banda subinercial para as componentes paralelas e perpendiculares à costa dos dados coletados *in situ* no Litoral Norte da Bahia.
  
- iv) Avaliar a influência do forçamento do vento local no padrão de correntes subinerciais.

## **3. Caracterização da Área de Estudo**

### **3.1 Localização**

A localização da área de estudo é no Litoral Norte da Bahia (figura 1), próximo a Praia do Forte (PF) que é pertencente ao município de Mata de São João – BA a 80 km da capital do estado. A região encontra-se situada na bacia do Jacuípe, limitada a sul pela bacia de Camamu (Souza-Lima et al., 2003).

Pelo Decreto Estadual nº 1.046/92 de 17 de março de 1992 a região da área de estudo está inserida na Área de Proteção Ambiental (APA) Litoral Norte do Estado Da Bahia. Essa APA foi criada devido à construção da Linha Verde (BA-099), finalizada em 1993, que poderia trazer impactos ambientais nos ecossistemas locais.

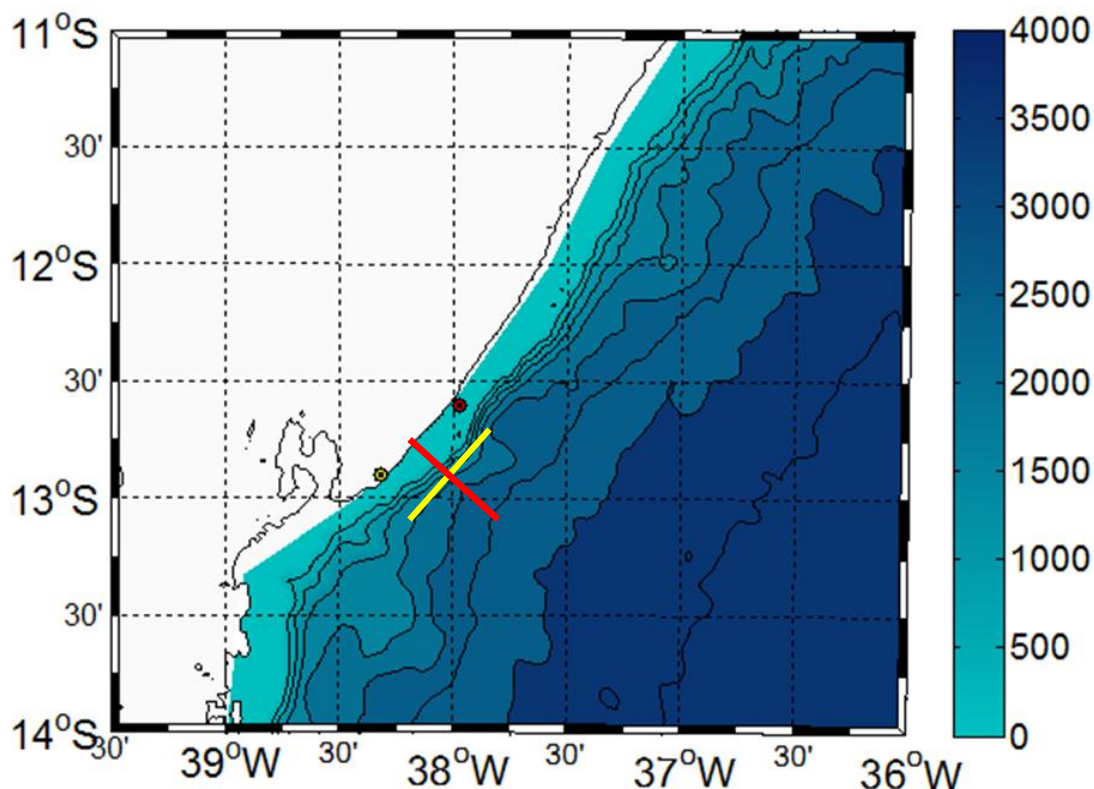


Figura 1: Representação da área de estudo. Ponto vermelho indica localização do ADCP no Litoral Norte da Bahia. Ponto amarelo representa a estação meteorológica do Aeroporto de Salvador. A linha amarela indica a direção (NE – SW) da componente v do vento e da corrente, já a linha vermelha indica a direção (SE – NW) da componente u do vento e da corrente. A área colorida indica a profundidade em metros. Dados de batimetria do ETOPO em metros.

A APA do Litoral Norte compreende uma faixa litorânea de 10 km de largura e 142 km de extensão, ao longo da Linha verde. Possui 142.000 ha com diversos ecossistemas importantes como remanescentes de Mata Atlântica, restingas, dunas, praias, recifes coralíneos, áreas úmidas (brejos e lagoas) e manguezais. Para PF, os ecossistemas importantes são recifes de corais, praias que tartarugas marinhas utilizam para nidificar e áreas úmidas (INEMA, 2016).

### **3.2 Características Geológicas**

A plataforma continental da região é composta por poucos quilômetros, uma média de 10 km de largura, assim como ocorre para toda a plataforma continental do Nordeste Brasileiro (Castro e Miranda, 1998). Essa pequena largura é explicada pela herança geológica e à baixa quantidade de sedimentos carregada pelos rios da região (Dominguez, 2011).

Em relação às características sedimentológicas, a região litorânea do Nordeste é uma das poucas áreas no mundo onde uma margem continental passiva é quase que completamente coberta por sedimentos carbonáticos de origem biogênica, isso se deve ao baixo volume de água doce que são trazidos pelos cursos de água da região Nordeste do Brasil (Knoppers et al., 1999).

### **3.3 Características Pluviométricas**

Alguns estudos mostram que o período chuvoso da faixa do Litoral Norte da Bahia ocorre entre os meses de abril a julho, com máxima precipitação para o mês de maio. Esse período chuvoso é influenciado, principalmente, pelos distúrbios de leste, pelas frentes frias, pela ZCIT e pelos sistemas de brisa, este último fator ocorre durante todo o ano (Kousky, 1979; Araújo e Rodrigues, 2000). Registros de precipitação apontam para valores excedendo 1500 mm/ano na faixa litorânea do estado da Bahia (Araújo e Rodrigues, 2000).

### **3.4 Características Fluviométricas**

O rio Pojuca é o principal rio área de estudo. Sua foz está situada a 3 km de Praia do Forte. Sua nascente ocorre no município de Santa Bárbara – BA, a aproximadamente 220 km de PF, o rio deságua no Oceano Atlântico entre PF e Itacimirim, dessa forma, se constitui como divisor dos municípios de Mata de São João e Camaçari. O rio percorre cerca de 200 km até chegar na sua foz. Sua bacia possui 4.341 km<sup>2</sup>, atravessando os municípios de Feira de Santana, Iará e Alagoinhas. Na foz do rio está localizado o estuário do Pojuca que também está inserido na APA do Litoral Norte (Silva et al., 2005). O rio Pojuca possui vazão média anual de 30,28 m<sup>3</sup>/s (Oliveira, 2014).

### **3.5 Campo de Ventos**

Durante o verão, os ventos na região são preferencialmente de leste ou de nordeste. Já no inverno, os ventos são predominantes de sudeste (Castro e Miranda, 1998). Essa mudança da direção dos ventos ocorre principalmente devido à entrada de frentes frias provenientes de latitudes altas, e costumam ser mais intensas durante o inverno podendo atingir latitudes de 10°S ou menores; e devido à Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), que aproxima-se da zona costeira do norte do Nordeste do Brasil durante o verão e outono e se afasta da costa durante o inverno e a primavera (Dominguez, 2006).

### **3.6 Correntes**

De acordo com Castro e Miranda (1998), o fluxo de água na plataforma continental leste do Nordeste do Brasil é direcionado para sudoeste, exceto nos meses de junho, julho e agosto, quando os ventos de sudeste se tornam mais intensos. Medidas *in situ* de correntes no Litoral Norte da Bahia nunca foram realizadas, sendo assim, este trabalho trata-se então de algo inédito para a área de estudo. Existem dados de corrente para a região de Camamu – BA (entre 13°S e 14°S) , localizada ao sul da região de PF (Amorim, 2011; Amorim, 2012).

## **4. Metodologia**

Inicialmente, análises pluviométricas da região serão feitas para que sejam detectados os períodos seco e chuvoso característicos da região. Após isso, análises fluviométricas servirão para confirmar esses períodos através de dados de vazão e nível de rios da região. Depois, a climatologia para ventos e correntes serão estabelecidas em função dos períodos característicos detectados pelas análises anteriores. A partir disso, todas as análises, tabelas e gráficos dos dados de corrente e vento coletados *in situ* serão feitos com base nessa climatologia que está em função dos períodos seco e chuvoso característicos da região.



## **4.1. Precipitação**

O conjunto de dados para a realização das análises de precipitação são de uma estação pluviométrica localizada no município de Camaçari, próxima ao rio Pojuca, estação de número 1238000 com coordenadas 12°34'12.7"S e 38°03'26.1"W, operada pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM (ANA, 2016). A estação está a uma distância de aproximadamente 5 km de Praia do Forte. Os dados (em mm de pluviosidade) compreendem os anos de 1962 a 2015, e a coleta de dados é realizada diariamente. Essa é a estação meteorológica mais próxima da região da área de estudo e com maior série temporal em relação aos dados de precipitação.

Os dados de precipitação serão organizados de modo que sejam detectados os períodos seco e chuvoso característico da região, para isso, serão calculadas as médias mensais para toda a série temporal. Dessa forma, a visualização e identificação dos meses a partir dos dados e seus respectivos gráficos ficarão mais simples.

Será considerado como período chuvoso da série temporal analisada os meses com as médias mensais de precipitação que possuem valores maiores ou iguais a 110 mm e que também possuem treze ou mais dias de chuva durante o mês. Já para o período seco, os meses que possuem médias mensais menores que 110 mm ou com menos que treze dias de chuva durante o mês serão selecionados.

## **4.2. Fluviometria**

O conjunto de dados para a realização de análises fluviométricas são de uma estação localizada no município de Camaçari para o rio Pojuca, estação de número 50795000 com coordenadas 12°30'42.1"S e 38°04'01.4"W, operada pela CPRM (ANA, 2016). A estação está há uma distância de aproximadamente 9 km de Praia do Forte. Os dados são para o período de 1962 a 2015, e a série temporal possui dados de nível (em metros) e vazão (em m<sup>3</sup>/s) do rio cuja coleta é realizada diariamente. A área de drenagem considerada para essa estação é de 4860 km<sup>2</sup>.

Os resultados em relação às análises de vazão do rio Pojuca serão apresentadas com relação ao período seco e chuvoso característicos da região encontrados através da análise dos dados de precipitação. Dessa forma, será possível verificar se o regime de chuvas da região de PF se relaciona diretamente com a drenagem do rio Pojuca. É possível que essa relação não seja evidente, pois a nascente do rio se encontra em uma região de clima semiárido, onde o período chuvoso coincide com o verão (Kousky, 1979), diferente do período chuvoso da área de estudo.

### **4.3. Climatologia de Correntes**

O estudo da climatologia de correntes da região da área de estudo serão feitas com a utilização de dados de reanálises do SODA (Simple Ocean Data Assimilation) que é baseado no modelo numérico oceânico Parallel Ocean Program 1.3 (POP) com assimilação de dados observados.

Os dados do SODA são provenientes do Departamento de Oceanografia do Texas que pertence à instituição Texas A&M University. O objetivo do SODA é trazer uma melhor estimativa dos padrões oceânicos através da assimilação de dados observados inseridos no modelo oceânico POP.

O SODA possui resolução de  $0,5^{\circ} \times 0,5^{\circ}$  na horizontal e 40 níveis verticais, tem como variáveis de saída a temperatura do oceano (incluindo a TSM) ( $^{\circ}\text{C}$ ), a salinidade (psu), nível do mar (m), tensão do vento ( $\text{N/m}^2$ ) e os objetos de análises dessa seção que são as componentes (u e v) das correntes horizontais (m/s). (Carton e Giese, 2007).

Os dados obtidos do SODA 2.1.6 estão disponibilizados em médias das variáveis a cada cinco dias para os anos de 1958 a 2008 no formato NetCDF (Network Common Data Form). A partir dos dados das componentes da velocidade das correntes foi calculada a média para o período seco e para o período chuvoso de toda a série temporal. Os mapas construídos a partir dessa média apresentarão a intensidade e a direção da velocidade da corrente para a região da área de estudo. As latitudes selecionadas para os mapas foram de  $8^{\circ}\text{S}$  a  $16,5^{\circ}\text{S}$  e o intervalo de longitude será de  $34^{\circ}\text{W}$  a  $39,5^{\circ}\text{W}$ .

Os dados da reanálise do SODA foram escolhidos por possuir uma série temporal extensa, compreendendo 51 anos (de 01 de janeiro de 1958 até 29 de dezembro de 2008). E isso possibilitará a visualização do que ocorre nas imediações da área de estudo desse trabalho.

#### **4.4. Climatologia de Ventos**

Para a climatologia de ventos os dados foram de reanálise do CFSR (Climate Forecast System Reanalysis) que são provenientes do NCEP (National Centers for Environmental Prediction). A primeira reanálise proveniente do NCEP ocorreu em 1990 com o NCAR (National Center for Atmospheric Research), a partir daí diversas outras reanálises foram feitas: ERA-15 (15-yr ECMWF Re-Analysis), ECMWF (European Centre for Medium- Range Weather Forecasts), COLA (Center for Ocean–Land–Atmosphere Studies), etc (SAHA et al., 2010).

O principal objetivo dessas reanálises é produzir uma grade global ou regional com resolução específica para representar estados atmosféricos gerados por um modelo, nesse caso, o NCEP, que realiza assimilações. As reanálises para qualquer momento ( $t$ ) é o resultado de uma previsão curta iniciada a partir de uma análise anterior (válida no tempo  $t - \Delta t$ ) modificadas por novas observações assimiladas disponíveis em uma janela de tempo centrada em  $t$ . O incremento  $\Delta t$  é, por convenção, de 6h, mas pode ser mais longo ou mais curto. Para o CFSR a convenção de 6h foi utilizada (SAHA et al., 2010).

O CFSR é um sistema de reanálise de terceira geração. Possui uma grade global (entre 576 a 880 pontos de latitude e de 1152 a 1760 pontos de longitude) de alta resolução, que fornece dados para o sistema atmosfera-oceano-continente-cobertura de gelo. A resolução da atmosfera global do CFSR é de aproximadamente 38 km com 64 níveis verticais na atmosfera. Os principais aspectos positivos do CFSR são: i) possui conjunto de reanálises superior em relação às análises anteriores, pois o modelo foi melhorado, a resolução é mais fina, os esquemas de assimilação são mais avançados e o acoplamento entre os domínios oceano-terra-oceano-gelo são de radiações de satélites, sendo que antes eram provenientes de recuperações; ii) possui dados de mudança de CO<sub>2</sub> e outros gases na atmosfera, dados de aerossóis e dados

de variação da radiação solar; iii) Aproxima-se de reanálises regionais, mesmo sendo um sistema de reanálise global. As limitações do CFSR são: i) a performance do sistema não é bem conhecida, pois não foram realizadas muitas avaliações para validar o mesmo, apesar de estar sendo amplamente utilizado; ii) As interações entre atmosfera e oceano não são feitas diretamente (NCAR, 2016).

As variáveis de saída utilizadas nesta seção são as magnitudes do vento para as componentes  $u$  e  $v$  a 10 metros da superfície do nível do mar com séries temporais de 00 horas 01 de janeiro de 1992 a 18 horas de 31 de dezembro de 2016, os dados estão dispostos em intervalos de 6 em 6 horas. Foi necessário realizar interpolação espacial para os dados de 01 de janeiro de 2011 a 31 de dezembro de 2016, pois para o período de 1992 a 2010 a resolução horizontal dos dados é de aproximadamente  $0,3^\circ$  e para o período de 2011 a 2016 a resolução é de aproximadamente  $0,2^\circ$ .

A partir dos dados das componentes da velocidade do vento, já interpoladas espacialmente, foi calculada a média para o período seco e para o período chuvoso de toda a série temporal. Os mapas construídos a partir dessa média apresentarão a intensidade e a direção da velocidade do vento para a região da área de estudo. As latitudes selecionadas para de  $8^\circ\text{S}$  a  $16,5^\circ\text{S}$  e o intervalo de longitude será de  $34^\circ\text{W}$  a  $39,5^\circ\text{W}$ , assim como ocorreu para a climatologia de correntes.

#### **4.5. Dados de Corrente *in situ***

Este trabalho utilizou um ADCP (Perfilador de acústico de correntes) cujo modelo é Teledyne-RDI de 600 MHz para medir as correntes, ondas e temperatura da água em uma estação localizada a três milhas da linha de costa de Praia do Forte e o aparelho foi fundeado a aproximadamente 30 metros de profundidade na longitude  $37^\circ 58' 31.8'' \text{ W}$  e latitude  $12^\circ 36' 13.8'' \text{ S}$ . Com o apoio do projeto TAMAR, da empresa de mergulho Náutica, da própria UFBA e da Rede ONDAS o equipamento é resgatado por mergulhadores das três instituições em intervalos mensais ou bimensais para a coleta dos dados e/ou manutenção do ADCP. Toda vez que o equipamento é recuperado aplica-

se pomada com óxido de zinco sobre a superfície do aparelho para que organismos filtradores não incrustem e não prejudiquem a captação dos dados.

Os dados de corrente para esse trabalho iniciam às 6 horas de 25 de novembro de 2014 e vão até às 9 horas de 16 de maio de 2017 e são descarregados do ADCP para um computador pessoal através de softwares fornecidos pela empresa fabricante do produto (Teledyne). Após isso, os dados foram tratados e analisados no software MATLAB. Inicialmente os dados foram organizados em colunas e ajustados às unidades do Sistema Internacional (e.g. velocidade da corrente de mm/s para m/s).

Os dois primeiros intervalos mensais (tabela 1) foram equivocadamente configurados com número de células e correção do norte magnético diferentes do restante dos outros intervalos, portanto era necessário tratar esses dados. Diferentes intervalos com números de células distintos causariam erros no MATLAB, portanto, os três intervalos diferentes sofreram uma interpolação para que ficassem com 37 células. Para corrigir a inclinação do norte magnético subtraiu-se  $23,43^\circ$  à correção do norte magnético original do primeiro intervalo e subtraiu-se  $46,71^\circ$  à correção do norte magnético original do segundo intervalo.

Os dados fornecidos pelo ADCP são: velocidade vertical (w), magnitude da corrente horizontal, direção da corrente horizontal, reflexão ótica, erro das medições, temperatura, altura de onda, nível do mar e pressão. Desses dados, foram selecionados a magnitude e a direção das correntes horizontais.

Tabela 1: Configuração do ADCP

Parâmetros	Período			
	nov-dez/2014	dez/2014-jan/2015	fev/2015-mar/2015	abril/2015-mai/2017
Número de células	24	24	36	37
Espessura da célula	1,50m	1,50m	1,00m	1,00m
Correção do norte magnético	$0^\circ$	$23,28^\circ$	$-23,43^\circ$	$-23,43^\circ$
Intervalo de aquisição	1 hora	1 hora	1 hora	1 hora
Tempo de aquisição	20 min	20 min	20 min	20 min
Altura da primeira célula	2,74m	2,74m	2,24m	2,24m

Em regiões costeiras, as correntes tendem a se alinhar com a orientação da linha de costa ou com a batimetria. Por isso, os dados serão ajustados em relação à linha de costa da região (subtraindo-se 40° dos dados de direção de corrente) para que quando as componentes forem decompostas, os valores de  $u$  ficarão perpendiculares e os valores de  $v$  ficarão paralelos em relação à linha de costa, isso facilitará a visualização e análise dos dados. Após isso, a velocidade da corrente será separada em  $u$  e  $v$ , componentes noroeste-sudeste e nordeste-sudoeste, respectivamente. Isso ocorrerá através das fórmulas:

$$v = V \cdot \cos\left(D \cdot \frac{\pi}{180^\circ}\right)$$

$$u = V \cdot \sin\left(D \cdot \frac{\pi}{180^\circ}\right),$$

sendo  $V$  a magnitude da corrente em  $m/s$  e  $D$  a direção da corrente em graus. Depois, os dados serão agrupados e a variável tempo será criada e adicionada aos demais dados.

No controle de qualidade os dados relacionados ao tempo no qual o equipamento estava emerso ou em movimento vertical na coluna d'água e células que estivessem acima da maré-baixa mínima foram descartados. Células com erros excessivos também serão removidas, ou seja, dados de corrente que não estiverem no intervalo da média dos valores mais ou menos dois desvios padrões foram descartados, depois disso os dados foram interpolados na vertical e temporalmente para melhor visualização. Após esse tratamento, restaram 27 células (ou níveis) de profundidade, sendo o primeiro nível a 2,24 m do fundo e a cada novo nível soma-se 1 m.

A banda e subinercial foi separada com a utilização de um filtro espectral com período inercial de 53h. Após essa separação, dois conjuntos de dados de corrente passaram a existir: i) dados não filtrados (padrão de correntes observado consistido) e ii) dados da banda subinercial.

Entre o final de janeiro e início de fevereiro de 2015 e entre maio e julho do mesmo ano o equipamento sofreu uma falha e os dados não foram adquiridos corretamente. Portanto, foram descartados.

Os dados serão apresentados em forma de séries temporais e tabelas com médias e desvios padrões dos períodos seco e chuvoso para as componentes u e v para superfície, meio e fundo da coluna d'água. As velocidades de máxima intensidade para as duas componentes também serão descritas em tabelas, com a máxima intensidade da componente u para o sentido sudeste e noroeste, e as máximas da componente v para o sentido nordeste e sudoeste.

#### **4.6. Dados de Vento *in situ***

Os dados do vento local são da estação meteorológica do aeroporto de Salvador de coordenadas 12° 54' 31" S e 38° 19' 21" O (disponíveis em <http://bancodedados.cptec.inpe.br/downloadBDM/>). A série temporal será para o mesmo período das correntes, iniciando às 6 horas de 25 de novembro de 2014 e finalizando às 9 horas de 16 de maio de 2017. Os dados estavam no formato de magnitude da velocidade do vento e direção da velocidade do vento, com medições feitas a cada intervalo de uma hora, da mesma forma que estavam as correntes do ADCP, portanto, não houve necessidade de interpolação.

Esses dados serão alinhados da mesma forma que os dados de corrente com a linha de costa, ou seja, a 40°. Depois a velocidade será separada em componentes u e v, através das fórmulas:

$$v_v = V_v \cdot \cos\left(D_v \cdot \frac{\pi}{180^\circ}\right)$$

$$u_v = V_v \cdot \sin\left(D_v \cdot \frac{\pi}{180^\circ}\right)$$

Sendo  $V_v$  a magnitude do vento em m/s e  $D_v$  a direção do vento em graus.

Após isso, será realizada a consistência dos dados para uma média mais ou menos dois desvios padrões (Emery e Thomson, 2001). Por fim, para os dados

de vento local, um filtro espectral com período inercial de 53h será utilizado para remover o sinal das brisas e outras interferências.

Os dados serão apresentados da mesma forma que os dados de corrente, ou seja, será calculada a média para as componentes  $u$  e  $v$  em relação ao período seco e ao período chuvoso de toda a série temporal.

## 4.8. Correlações

A correlação realizada será entre os dados da corrente observada e os dados do vento para as duas componentes  $u$  e  $v$ . O cálculo utilizado será o coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ ) entre duas variáveis  $x$  e  $y$ , os valores dessa correlação variam de 0 a 1. Quanto mais próximo de 1, maior é a correlação entre  $x$  e  $y$ . A fórmula matemática para a correlação de Pearson é:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

## 5. Resultados e Discussão

### 5.1 Precipitação

Oos dados indicam que a região possui duas estações definidas: uma chuvosa e uma seca. Neste trabalho foi considerado como período chuvoso da série temporal analisada os meses com as médias mensais de precipitação que possuíssem valores maiores ou iguais a 110 mm e que também possuíssem treze ou mais dias de chuva durante o mês. Já para o período seco, os meses que possuíssem médias mensais menores que 110 mm ou com menos que treze dias de chuva durante o mês foram selecionados (tabela 2). Dessa forma, o período chuvoso foi caracterizado como sendo de março a agosto, sendo que maio possui a maior precipitação média mensal com 292 mm, este foi também o mês com maior precipitação no trabalho de Araújo e Rodrigues (2000) para a



região. Em média chove de 13 a 20 dias nos meses que compreendem o período chuvoso (Figura 2, 3).

O período seco, com menores precipitações médias mensais, ocorre de setembro a fevereiro. O mês de janeiro possui a menor precipitação média mensal com 76 mm. Nesse período chove, em média, de 8 a 12 dias a cada mês (Figura 2, 3 e tabela 2).

Tabela 2: Precipitação média mensal e média de dias de chuva durante os meses do ano para a estação localizada no município de Camaçari. A série temporal compreende os anos de 1962 a 2015.

Meses	Precipitação (mm)	Dias de chuva
jan	76,01	10,15
fev	100,55	11,92
mar	125,54	13,49
abr	247,73	17,68
mai	292,42	20,48
jun	225,22	19,87
jul	196,72	20,49
ago	141,41	17,49
set	99,35	12,74
out	96,39	9,17
nov	94,16	9,17
dez	85,7	8,5

Em outras regiões próximas os períodos seco e chuvoso são próximos do resultado encontrado nesta seção. Amorim (2005), em seu trabalho na Baía de Camamu, mostra que o período chuvoso compreendeu os meses de março a julho, já o período seco foi de agosto a fevereiro. Já para a Baía de Todos os Santos, a aproximadamente 80 km de Praia do Forte, tem maiores precipitações entre abril e junho (>300 mm) e menores precipitações entre setembro e janeiro (<150 mm) (Genz, et al., 2009).

Amorim (2005) considerou 5 meses para o período chuvoso na região de Camamu, neste trabalho foram considerados 6. O mês de agosto possui

precipitação e dias de chuvas maiores em relação ao período seco, e o mês de março está mais próximo do mês de agosto em relação à precipitação do que em relação aos meses do período seco.

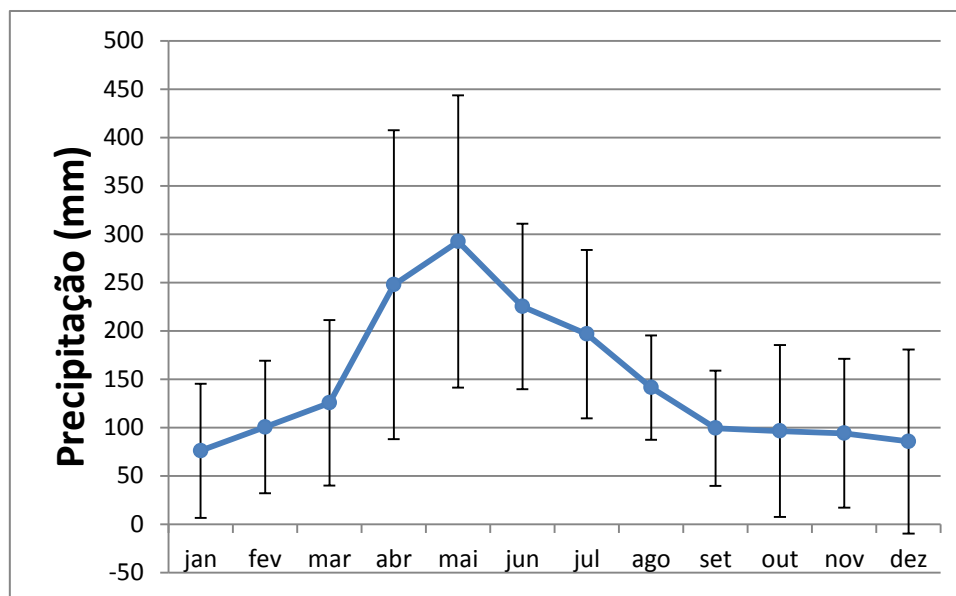


Figura 2: Pluviograma com a precipitação (em mm) média para os meses do ano para a estação pluviométrica do rio Pojuca – Camaçari - BA. Dados de 1962 a 2015.

## 5.2 Fluviometria

A partir da análise dos dados do rio Pojuca foi possível verificar que a vazão e o nível desse curso d'água estão diretamente relacionados com os dados de precipitação da região. As maiores vazões ocorrem entre os meses de março a agosto e os níveis maiores de abril a setembro (figura 4 e 5 e tabela 3).

O mês que possui maior vazão é o mês de maio com  $51,29 \text{ m}^3/\text{s}$  (figura 4 e tabela 3), sendo esse o mês que possui maior precipitação média entre todos os meses. Já o mês com maior nível do rio Pojuca é junho com  $222,79 \text{ cm}$  (figura 5 e tabela 3). Tudo isso reforça o período chuvoso encontrado nas análises anteriores de precipitação que compreenderam os meses de março a agosto.

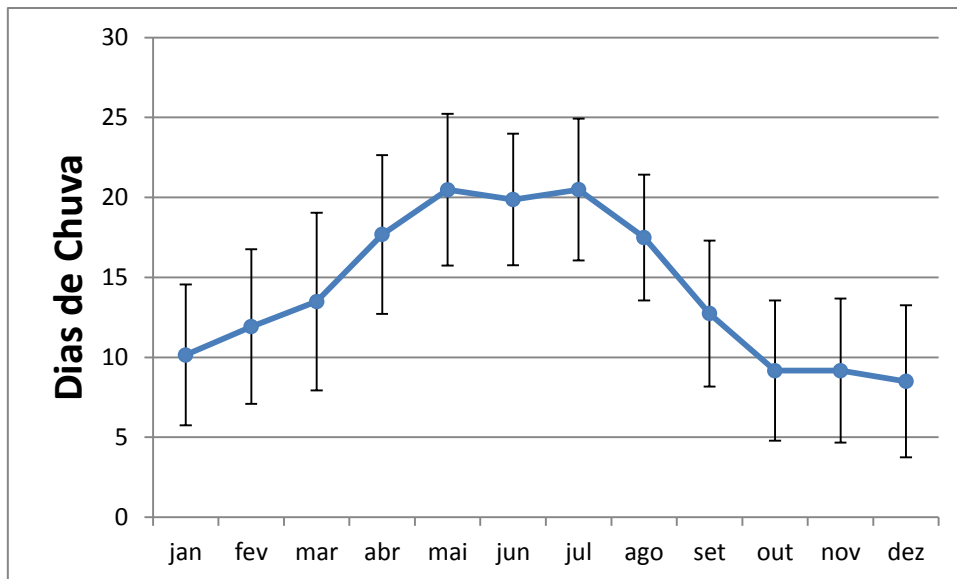


Figura 3: Número médio de dias de chuva a cada mês para a estação pluviométrica do rio Pojuca – Camaçari - BA. Dados de 1962 a 2015.

A vazão do rio Pojuca, assim como a vazão de muitos rios da região Nordeste, é muito pequena quando se compara com a vazão de rios da região Norte do Brasil. No Pojuca a vazão do rio varia de 16 até 51 m<sup>3</sup>/s. Já rios da região Norte do país têm vazão máxima entre 200 e 1900 m<sup>3</sup>/s (Oliveira, 2015). Essa baixa vazão de rios contribui para a geologia da Plataforma Continental, que é estreita devido à herança geológica e aos cursos de água que possuem pouca vazão e carregam poucos sedimentos (Dominguez, 2011)

A nascente do rio Pojuca está localizada no município de Santa Bárbara, localizado próximo à Feira de Santana – BA. Nessa região o clima é considerado como semiárido, e, de acordo com Kousky (1936) o clima semiárido dessa área possui como estação chuvosa os meses do verão (dezembro a março) diferente da área de estudo, cuja estação chuvosa analisada foi de março a agosto. Isso explicaria o pequeno aumento que ocorre na vazão média do rio para os meses de dezembro (21,74 m<sup>3</sup>/s) e janeiro (18,45 m<sup>3</sup>/s) em relação aos meses próximos de novembro (19,92 m<sup>3</sup>/s) e fevereiro (16,32 m<sup>3</sup>/s), respectivamente (tabela 3).

Tabela 3: Vazão média mensal (em m<sup>3</sup>/s) e média do nível (em cm) do rio Pojuca durante os meses do ano para a estação localizada no rio Pojuca no município de Camaçari - BA. A série temporal compreende o período de 1962 a 2015.

meses	Vazão (m <sup>3</sup> /s)	Nível (cm)
jan	18,45	140,57
fev	16,32	138,11
mar	21,12	139,21
abr	26,96	168,83
mai	51,29	217,76
jun	47,15	222,79
jul	40,97	210,19
ago	27,70	184,53
set	22,23	161,53
out	19,94	150,89
nov	19,92	144,45
dez	21,74	147,99

O mês com menor vazão e nível é fevereiro com 16,32 m<sup>3</sup>/s e 138,11 cm, respectivamente (tabela 3).

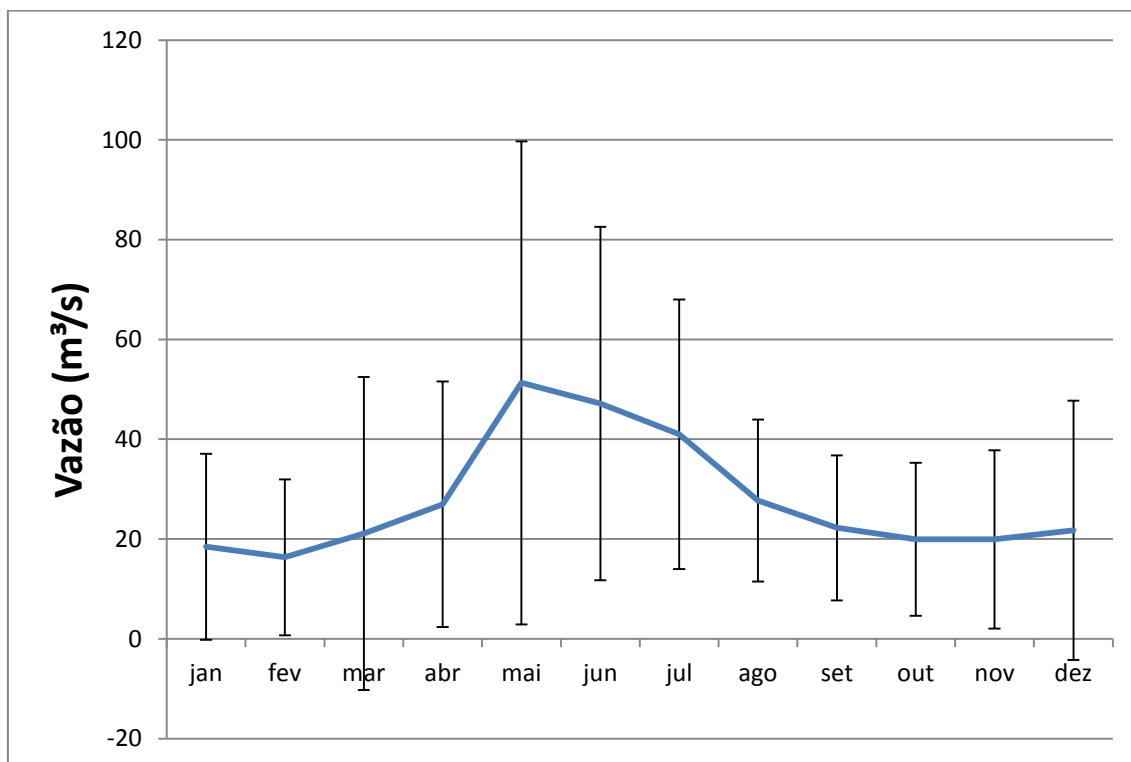


Figura 4: Vazão média (m<sup>3</sup>/s) mensal do Rio Pojuca. Dados de 1961 a 2016.

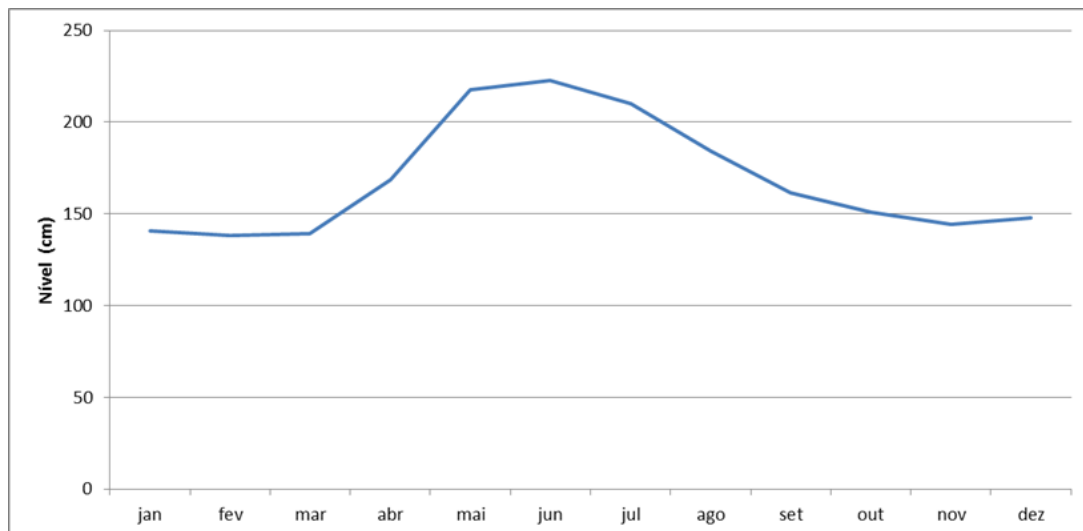


Figura 5: Nível médio (cm) mensal do Rio Pojuca. Dados de 1961 a 2016.

### 5.3 Climatologia de Correntes

Os valores médios de correntes demonstram que durante o período chuvoso a corrente flui para norte e no período seco para sul (figura 7). Amorim (2013) encontrou resultado parecido através de dados de satélite provenientes do AVISO. Em janeiro – que neste trabalho faz parte do período seco - foi registrado um fluxo para sul enquanto que em julho – que faz parte do período chuvoso neste presente estudo – para norte (figura 6). A diferença entre o trabalho de Amorim (2013) e a climatologia de correntes realizada para este trabalho foi a intensidade da média da velocidade meridional dos períodos chuvoso e seco que foram menores (intervalo de -15 a 15 cm/s) que as velocidades encontradas pela autora para os meses de janeiro e julho (de -80 cm/s a 80 cm/s). Isso provavelmente ocorreu porque as médias calculadas para os períodos chuvoso e seco compreendem um intervalo de tempo muito extenso, o que pode acarretar em uma diminuição da média da intensidade da velocidade.

De acordo com Amorim (2011), a circulação costeira possui como maior forçante o padrão de ventos de uma região, mas a circulação de meso-escala também pode influenciar no padrão de correntes da plataforma continental.

Considerando a plataforma continental estreita da região de estudo, como descrito na seção 3.2 (características geológicas), junto com a variação longitu-

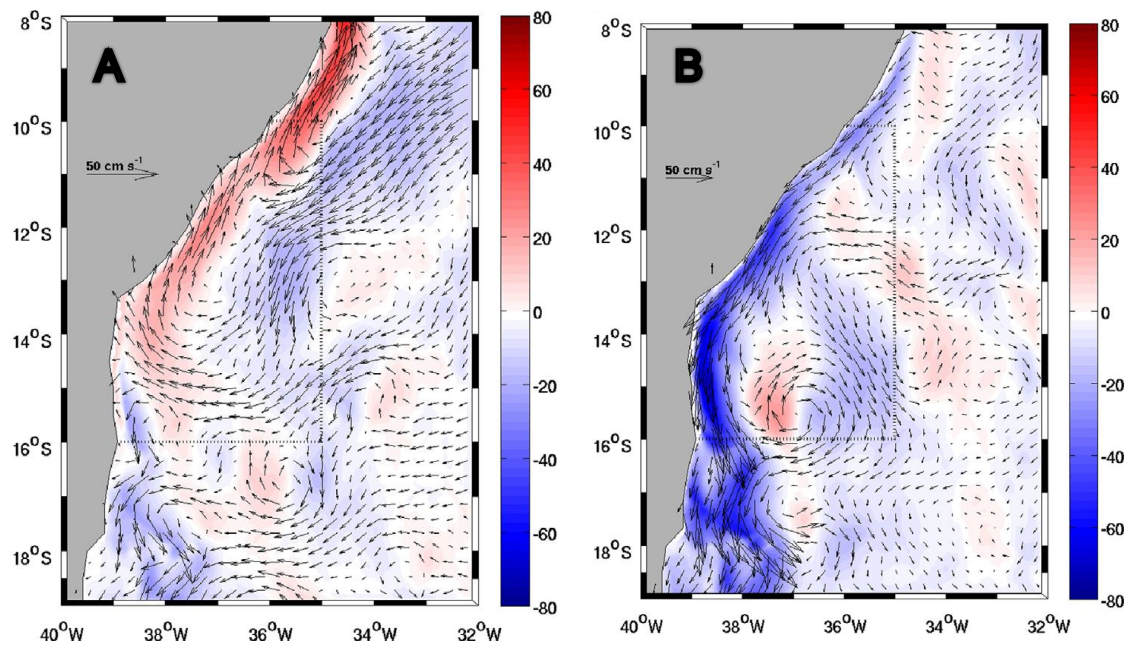


Figura 6: Média mensal das correntes (vetores) para os meses de (A) julho e (B) janeiro. A área colorida representa a intensidade da componente meridional da velocidade (em cm/s). Valores positivos indicam que a corrente flui para norte e valores negativos que a corrente flui para sul. Extraído de Amorim (2013).

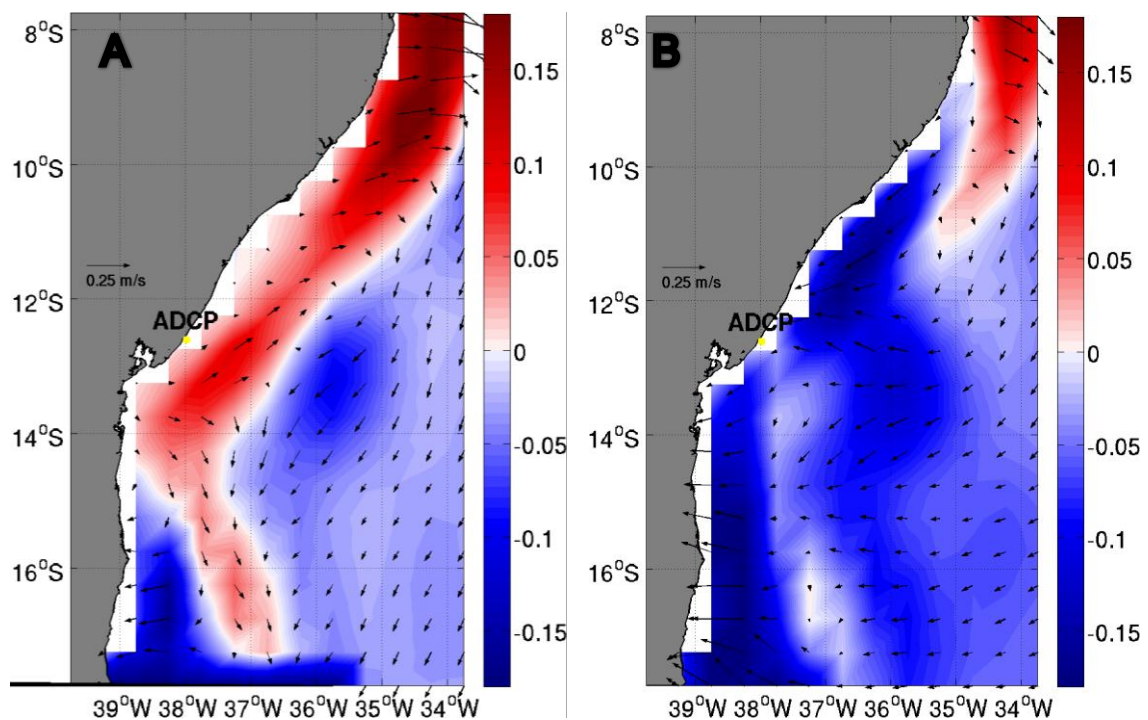


Figura 7: Média do período (A) chuvoso (março a agosto) e (B) seco (setembro a fevereiro) das correntes (vetores). A área colorida representa a intensidade da componente meridional da velocidade (em m/s) Dados provenientes de reanálise do SODA, série temporal de 1958 a

2008. Valores positivos indicam que a corrente flui para norte e valores negativos que a corrente flui para sul.

dinal da bifurcação da corrente Sul Equatorial, observa-se que no período chuvoso essa bifurcação encontra-se em torno de 14°S (figura 7A). Assim, o fluxo pode ser influenciado pela corrente Norte do Brasil no ponto do ADCP (figura 7) com direção para norte. Já a corrente do Brasil pode influenciar mais no ponto do ADCP durante o período seco, pois observa-se na figura 7B o sentido predominante para sul.

Pereira et al. (2014), através do OCCAM, verificou essa variabilidade sazonal da bifurcação da Corrente Sul Equatorial que ocorre entre 12°S e 16°S. A bifurcação ocorre em 16°S em julho e agosto, e em 12°S no mês de dezembro. Através do trabalho desses autores foi possível dizer que nos meses que compreendem o período chuvoso do Litoral Norte da Bahia a bifurcação se posiciona em latitudes maiores e para o período seco em latitudes menores.

## **5.4 Climatologia de Vento**

A climatologia de ventos, utilizando os dados de reanálise do CFSR (série temporal de 1992 a 2016), demonstra pouca variação na direção dos ventos no Litoral Norte da Bahia, predominando ventos de leste, entre os períodos seco (setembro a fevereiro) e chuvoso (março a agosto) na região (figura 8 A e B). Isso se deve ao fato de que a média realizada para a área abrange um período extenso (de 6 meses, tanto para o seco, quanto para o chuvoso), portanto os ventos de leste que aparecem durante grande parte do ano predominaram na figura 8 A e B. Para demonstrar que na região há a presença de ventos de nordeste (figura 8 C) e ventos de leste-sudeste (figura 8 D e 10 C) no Litoral Norte da Bahia, médias com períodos menores foram calculadas para os meses de janeiro e julho, respectivamente. Durante o mês de janeiro a intensidade dos ventos se mostra maior (5 m/s próximo ao ponto do ADCP) que para o mês de julho (3,5 m/s) para todo o domínio analisado (Figura 8 C e D).

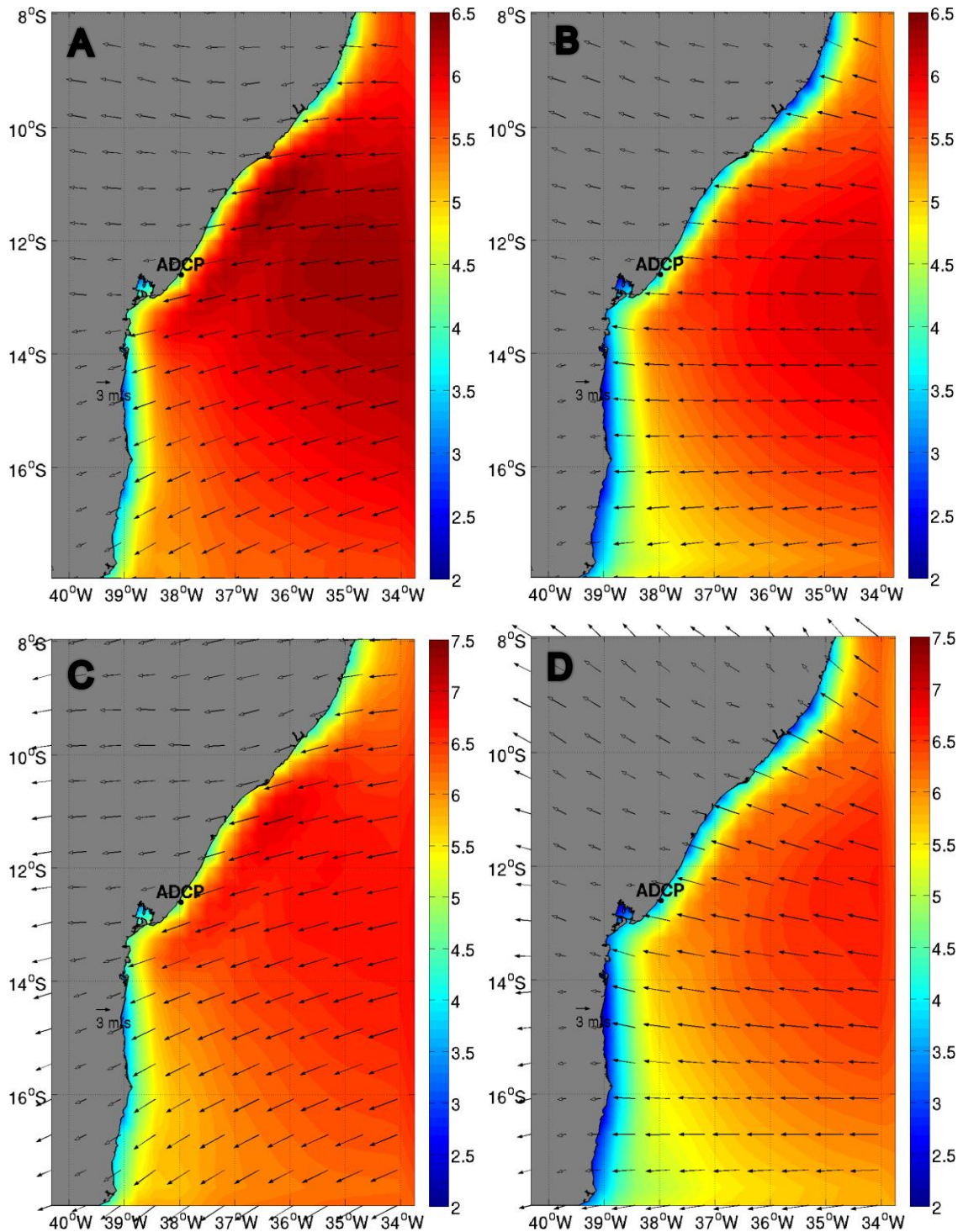


Figura 8: Média para (A) o período seco (setembro a fevereiro), (B) período chuvoso (março a agosto), (C) janeiro e (D) julho da distribuição dos ventos (vetores) a 10 metros acima da superfície do mar. A área colorida representa a intensidade resultante da velocidade do vento (em m/s) Dados provenientes de reanálise do CFSR, série temporal de 1992 a 2016.

É possível identificar ventos de nordeste na figura 8 A (período seco) nas latitudes de 13° S a 16° S, isso se deve ao fato de a maior parte dos meses do



verão (dezembro a março) estarem contidos no período seco. E de acordo com Castro e Miranda (1998), no verão há a predominância de ventos de nordeste.

É possível perceber uma maior intensidade dos ventos no período seco (5 m/s próximo ao ADCP) em relação ao período chuvoso (3,5 m/s), e isso condiz com o resultado da seção anterior, que mostra uma maior intensidade das correntes durante o período seco em relação ao período chuvoso (figura 7).

## 5.5 Dados de Vento e Corrente in situ (dados brutos consistidos)

A variação da componente V do fluxo e o nível da coluna d'água dos dados do ADCP estão apresentados na figura 9. Percebe-se que para o período seco (setembro a fevereiro) a corrente é predominantemente negativa na superfície, ou seja, para sudoeste (figura 9 e 13).

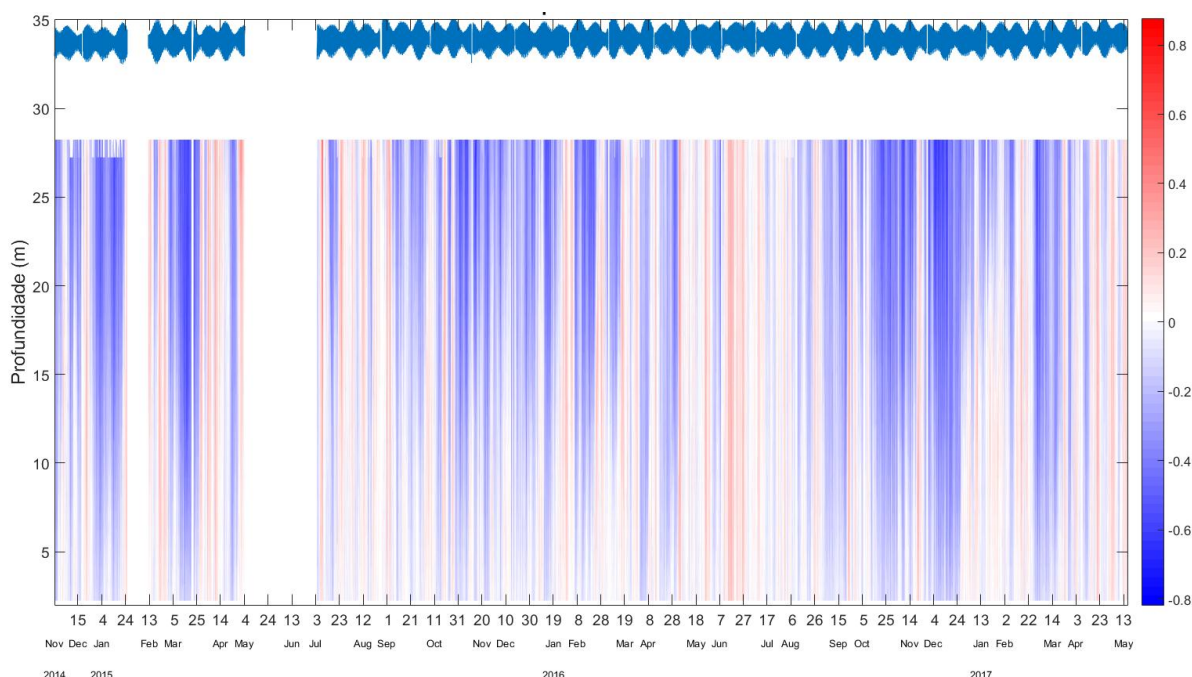


Figura 9: Variabilidade espacial e temporal do perfil vertical do fluxo instantâneo (V) dos dados do ADCP. Valores positivos indicam que a corrente está indo para nordeste, valores negativos indicam que a corrente vai para sudoeste. O eixo principal está orientado em 40° em relação ao norte verdadeiro. A profundidade de 0 metros representa o fundo.

No período chuvoso é possível perceber que os ventos de leste predominam, enquanto que no período seco os ventos são preferencialmente de nordeste (figura 10 A e B). Isso ficou de acordo com a climatologia de ventos realizada na seção anterior que indicou um resultado parecido (figura 8 A e B). Em relação à intensidade do vento, a média da componente v se mostrou parecida em relação aos dois períodos, 2,96 m/s para o chuvoso e 2,92 para o seco (tabela 4 e 5). Já para a componente u a média do período seco foi bem maior que a média do período chuvoso, 2,71 e 0,22 m/s (tabela 4), respectivamente. E isso pode ser visto na rosa dos ventos, que mostra que a magnitude da resultante do vento é maior para o período seco do que para o período chuvoso (figura 10 A e B), concordando novamente com a climatologia de ventos (figura 8 A e B).

Para o mês de janeiro os ventos foram de nordeste e para o mês de junho os ventos foram de sudeste (figura 10 C e D), concordando com a climatologia de ventos para os mesmos meses (figura 8 C e D) e com Castro e Miranda (1998).

As correntes tenderam a seguir a direção do vento, alinhando-se à costa e mudando de direção conforme o vento mudava de direção também (figura 11 e tabelas 4 e 5). Além disso, verificam-se para os dois períodos que as velocidades das correntes diminuem conforme a profundidade aumenta. Entretanto, a direção da corrente não chegou a sofrer muita alteração (figura 11). Amorim (2011), a vizinhança da Baía de Camamu – BA, ao sul de PF, e Lentz e Winant (1986), na plataforma continental da Califórnia, encontraram uma influência direta do vento no sentido da corrente para uma plataforma continental que também era estreita.

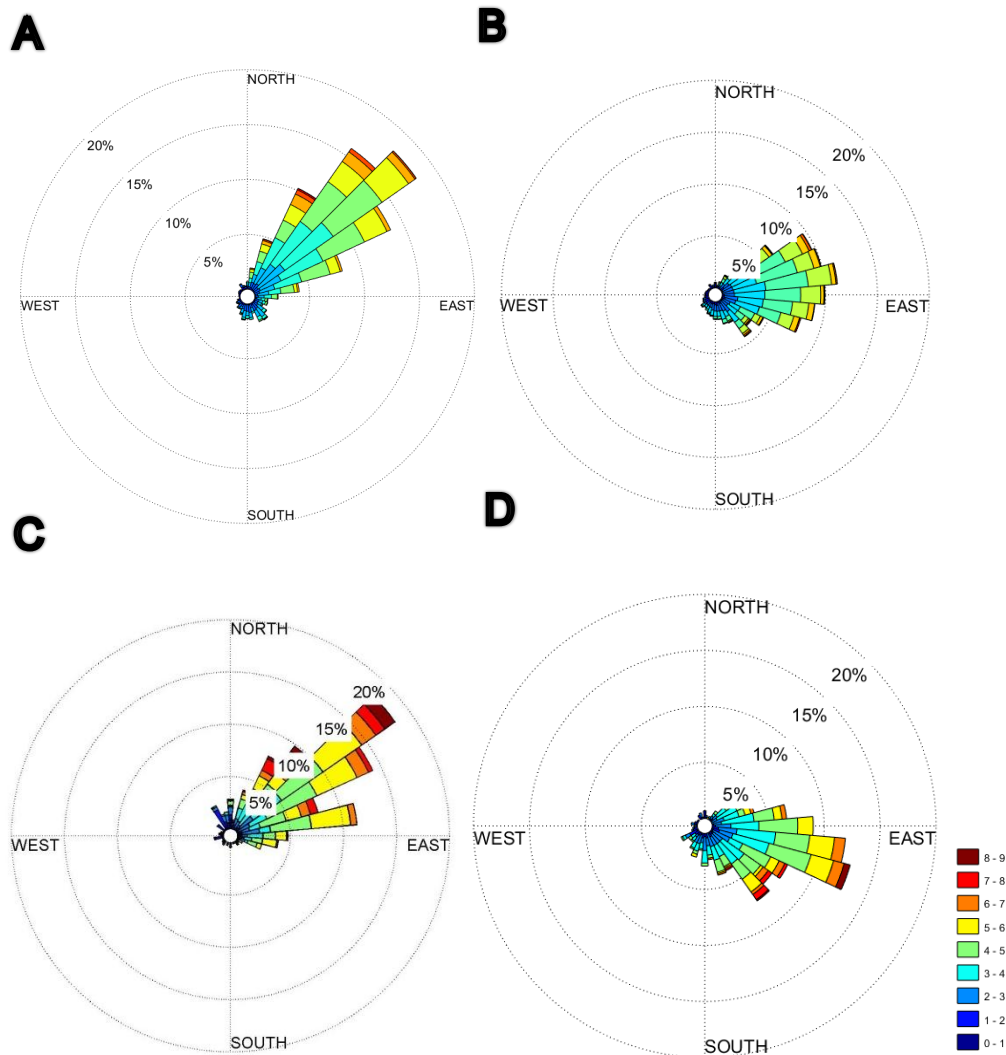


Figura 10: Rosa dos ventos para (A) período seco, (B) período chuvoso, (C) janeiro, (D) julho. Dados da estação meteorológica do Aeroporto de Salvador, série temporal de novembro de 2014 a maio de 2017.

Para o período chuvoso a direção do vento apresentou bastante variação ao longo dos meses, o que condiz com a rosa dos ventos para o mesmo período, pois é possível ver ventos de leste, sudeste e nordeste (figura 10 A). Isso refletiu na variação da direção das correntes também (figura 12). Já para o período seco os ventos foram principalmente de nordeste, e isso refletiu na coluna d'água, pois as correntes foram principalmente para sudoeste (figura 13). Para os dois períodos é possível perceber que quanto maior a profundidade, maior é a variação da direção da corrente, o que significa uma menor influência direta do vento (figura 12 e 13).

Tabela 4: Estatística dos dados brutos consistidos das correntes e do vento observados para o período chuvoso nas componentes paralela (v) e perpendicular (u) à costa. Para a componente v da corrente: valores positivos (negativos) indicam que a corrente flui para nordeste (sudoeste). Para a componente u da corrente: valores positivos (negativos) indicam que a corrente flui para noroeste (sudeste). As profundidades para os dados de superfície, meio e fundo são de 5, 15 e 25 metros respectivamente. M (SE/NE) mostra as velocidades mais intensas observadas na componente u e na componente v para sudeste e nordeste, respectivamente. M (NW/SW) mostra as velocidades mais intensas observadas na componente u e na componente v para noroeste e sudoeste, respectivamente. Dados de novembro de 2014 a maio de 2017.

	média		desvio		M (SE/NE)		M (NW/SW)	
	u	v	u	v	u	v	u	v
vento (m/s)	0,22	2,96	1,82	1,67	6,79	8,62	-7,10	-4,12
superfície (cm/s)	1,18	3,45	4,28	17,89	22,80	63,09	-25,05	-60,28
meio (cm/s)	-0,34	1,02	3,16	14,22	14,69	43,37	-16,22	-57,87
fundo (cm/s)	-0,13	1,79	3,45	9,02	18,33	35,58	-14,17	-38,93

Para o período chuvoso (março a agosto) as médias da componente v (paralela à costa) da corrente para todas as profundidades foram maiores que as médias da componente u (perpendicular à costa). Os valores mais intensos da componente v também foram todos maiores que da componente u em cada profundidade (tabela 4).

Além disso, todos os valores médios da componente paralela à costa para esse período foram positivas, o que indica o sentido da corrente para nordeste (tabela 4). Isso traz concordância com a climatologia de correntes que indicou que a média para o período tem o sentido da corrente também para nordeste (figura 6 A).

Para o período seco (setembro a fevereiro) as médias e as máximas da componente v da corrente também foram maiores em todas as profundidades do que em relação à componente u (tabela 5). Assim como ocorreu para o período seco, isso indica que a corrente na área de estudo tem maior

intensidade na componente paralela à costa, confirmando mais uma vez que as correntes costeiras tendem a seguir a linha de costa (Amorim, 2011).

As médias da componente v possuíram sinal negativo (sentido para sudoeste) que também estão em acordo com a climatologia de correntes realizada pela reanálise do SODA (figura 6 B).

Tabela 5: Estatística dos dados brutos consistidos das correntes e do vento observados para o período seco nas componentes paralela (v) e perpendicular (u) à costa. Para a componente v da corrente: valores positivos (negativos) indicam que a corrente flui para nordeste (sudoeste). Para a componente u da corrente: valores positivos (negativos) indicam que a corrente flui para noroeste (sudeste). As profundidades para os dados de superfície, meio e fundo são de 5, 15 e 25 metros respectivamente. M (SE/NE) mostra as velocidades mais intensas observadas na componente u e na componente v para sudeste e nordeste, respectivamente. M (NW/SW) mostra as velocidades mais intensas observadas na componente u e na componente v para noroeste e sudoeste, respectivamente. Dados de novembro de 2014 a maio de 2017.

	média		desvio		M (NE/SE)		M (SW/NW)	
	u	v	u	v	u	v	u	v
vento (m/s)	2,71	2,92	1,64	1,58	8,86	7,60	-5,66	-2,23
superfície (cm/s)	1,91	-19,24	4,18	15,71	25,55	43,08	-22,24	-62,36
meio (cm/s)	-1,35	-8,81	3,02	12,67	13,30	42,34	-13,69	-48,07
fundo (cm/s)	-0,79	-1,73	3,35	7,99	20,38	32,01	-13,90	-30,53

A circulação nas plataformas continentais é objeto de estudo de muitos trabalhos e sabe-se que a dinâmica oceanográfica varia de acordo com as forçantes presentes na região, com a largura da plataforma continental e com a topografia. No sul da plataforma continental brasileira, por exemplo, as principais forçantes são a combinação entre a dinâmica do vento e a corrente de contorno oeste que existe na região (Lee et al, 1984; Soares e Moller, 2001).

No caso do Litoral Norte da Bahia, tem-se a plataforma continental estreita, de aproximadamente 10 km de extensão. A bifurcação da corrente Sul Equatorial que origina a corrente do Brasil e a Corrente Norte do Brasil. Pelos resultados encontrados acima, pode-se supor que a dinâmica do vento e das correntes de contorno oeste influenciam na dinâmica oceanográfica do Litoral Norte da Bahia.

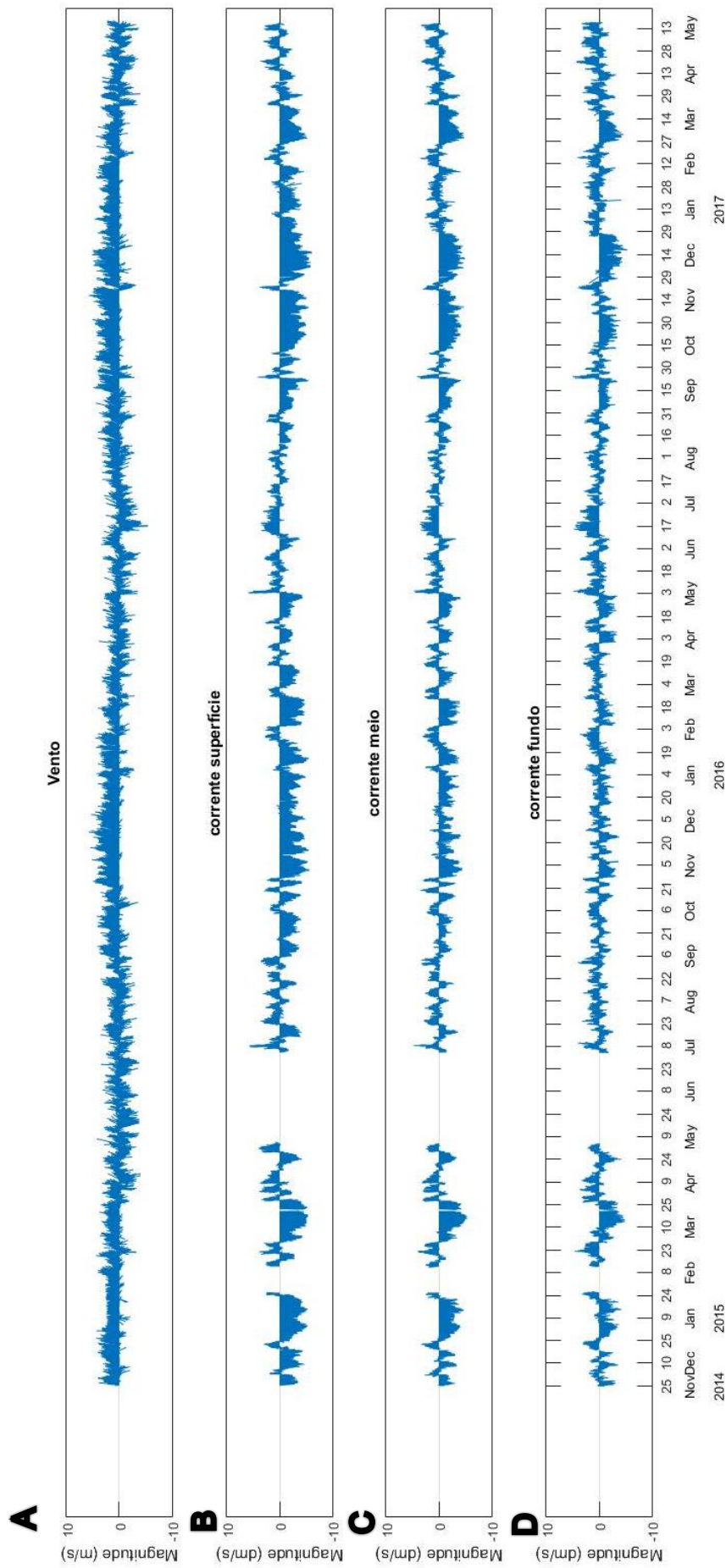


Figura 11: Série temporal dos dados brutos consistidos para o (A) vento, (B) corrente superficial, a 5 metros de profundidade, (C) corrente meio, a 15 metros de profundidade e (D) corrente fundo, a 25 metros de profundidade. O eixo principal está orientado em 40° em relação ao norte verdadeiro. Dados provenientes do ADCP instalado no Litoral Norte da Bahia com série temporal de novembro de 2014 a maio de 2017.

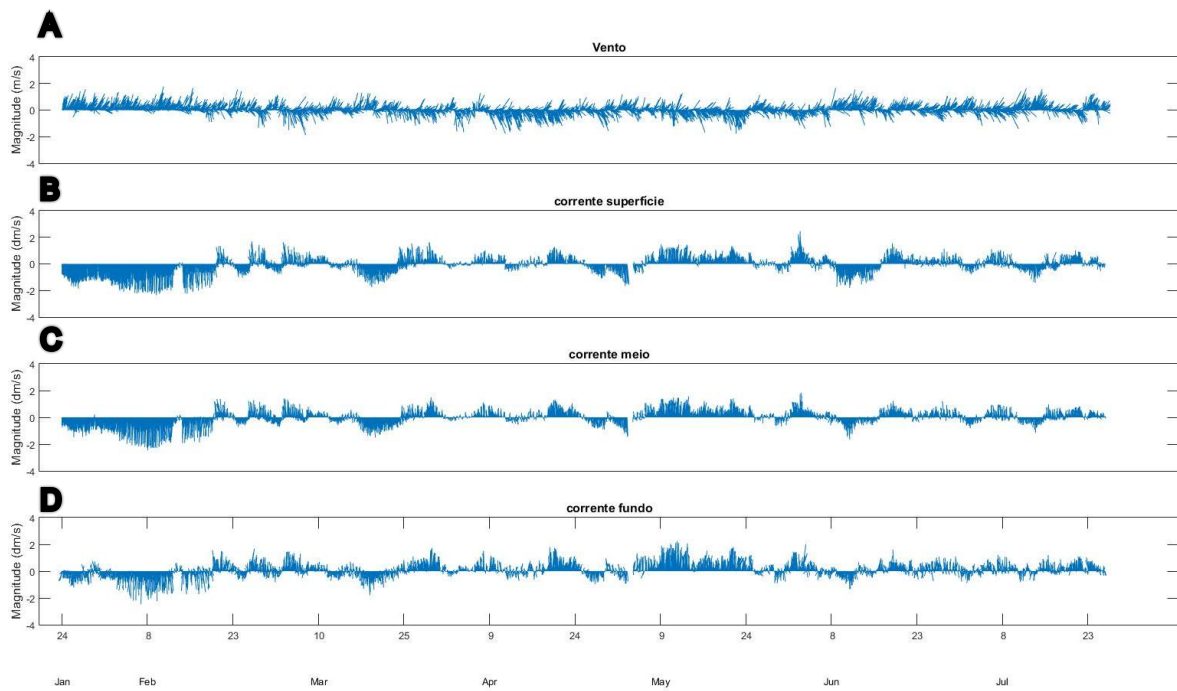


Figura 12: Média da série temporal no período chuvoso para o (A) vento, (B) corrente superficial, a 5 metros de profundidade, (C) corrente meio, a 15 metros de profundidade e (D) corrente fundo, a 25 metros de profundidade. O eixo principal está orientado em  $40^\circ$  em relação ao norte verdadeiro. Dados provenientes do ADCP instalado no Litoral Norte da Bahia com série temporal de novembro de 2014 a maio de 2017.

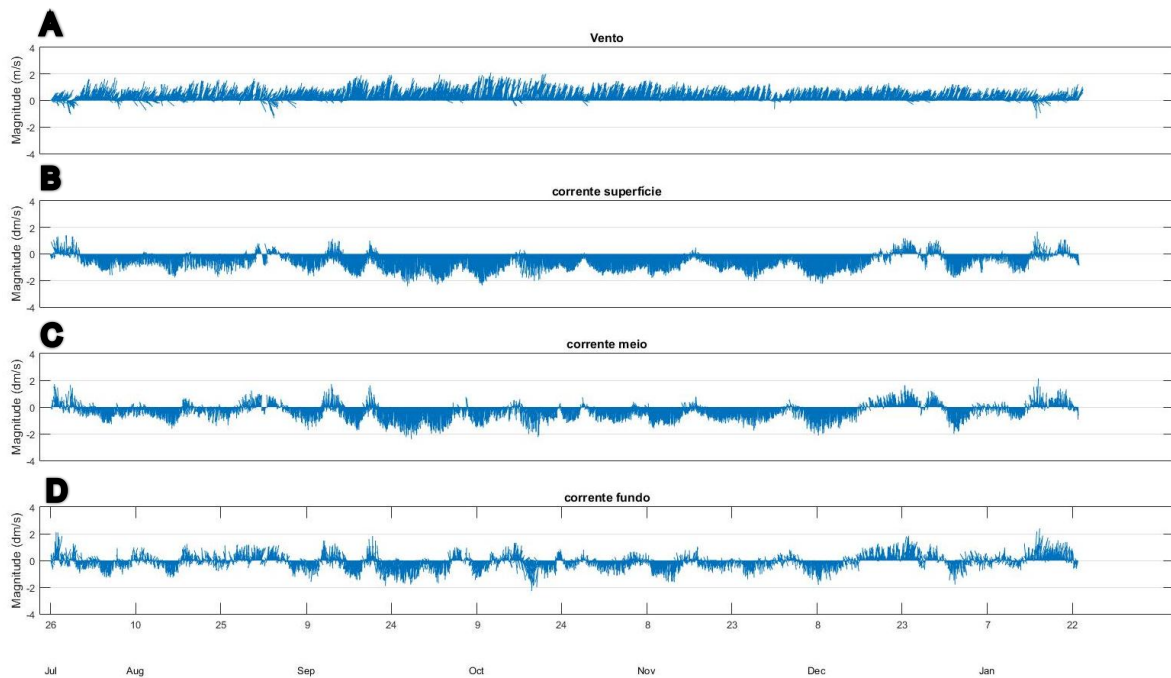


Figura 13: Média da série temporal no período seco para o (A) vento, (B) corrente superficial, a 5 metros de profundidade, (C) corrente meio, a 15 metros de profundidade e (D) corrente fundo, a 25 metros de profundidade. O eixo principal está orientado em  $40^\circ$  em relação ao norte verdadeiro. Dados provenientes do ADCP instalado no Litoral Norte da Bahia com série temporal de novembro de 2014 a maio de 2017.

## 5.6. Dados de Vento e Corrente in situ (Banda Subinercial)

Os dados mostram que na banda subinercial as médias da componente paralela à costa para o período chuvoso são bem menores que para o período seco (tabela 6 e 7). Isso está de acordo com a climatologia de ventos e de correntes realizadas nas seções anteriores que indicavam que as intensidades do vento e corrente no período chuvoso eram menores do que no período seco no Litoral Norte da Bahia.

Amorim (2011) realiza correlações entre a componente principal do vento (paralela à costa) e as componentes paralela e perpendicular da corrente. Nesse trabalho será utilizada essa mesma metodologia.

As correlações, tanto para o período chuvoso quanto para o seco, demonstraram uma forte relação com o vento (tabela 6 e 7). No período chuvoso, a correlação do vento com a corrente na superfície foi de 0,70 para a componente paralela à costa, e essa relação reduz-se com a profundidade, chegando a 0,65 próximo ao substrato (tabela 6). Isso mostra que o vento é a forçante principal para essa componente da corrente no Litoral Norte da Bahia durante o período chuvoso.

Tabela 6: Estatística da banda subinercial das correntes observadas para o período chuvoso nas componentes paralela ( $v$ ) e perpendicular ( $u$ ) à costa. Para a componente  $v$  da corrente: valores positivos (negativos) indicam que a corrente flui para nordeste (sudoeste). Para a componente  $u$  da corrente: valores positivos (negativos) indicam que a corrente flui para noroeste (sudeste). As profundidades para os dados de superfície, meio e fundo são de 5, 15 e 25 metros respectivamente. Corr1 é a correlação entre a componente do vento paralela à costa com a componente da corrente paralela à costa ( $v$ ).

Profundidade	média (cm/s)		desvio padrão (cm/s)		corr1
	$v$	$u$	$v$	$u$	
5 m	-2,46	1,15	17,22	2,10	0,70
15 m	-0,30	-0,26	13,59	1,56	0,66
25 m	2,26	0,04	8,24	1,89	0,65



Já a correlação do vento com a componente perpendicular à costa para os dois períodos não será mostrada, pois foram encontrados valores muito baixos. Além disso, componente u da corrente possui baixa intensidade e pouca significância na banda subinercial, como pode ser visto nas figuras 14 e 15.

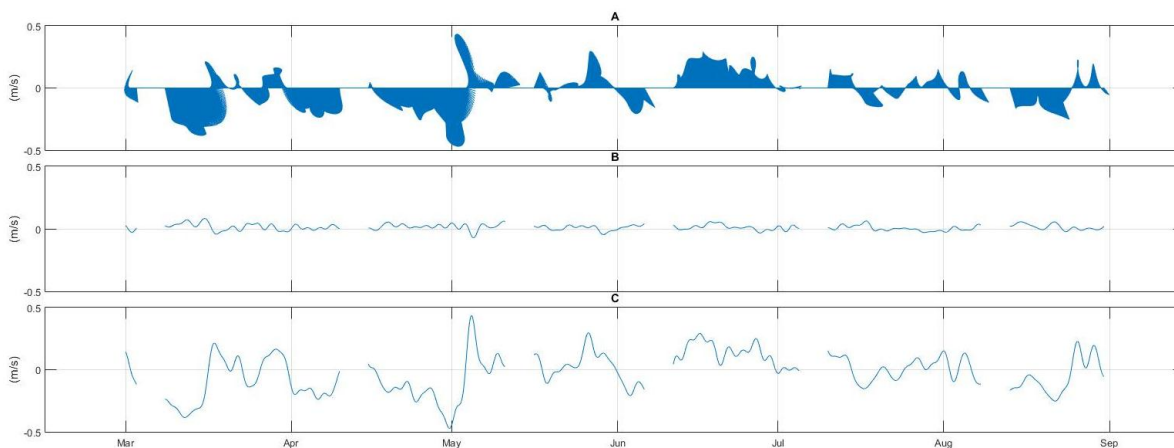


Figura 14: Média da banda subinercial no período chuvoso para (A) os vetores da corrente de superfície e as respectivas componentes da velocidade (B) u e (C) v. Valores positivos de v (u) indicam que a corrente é para nordeste (sudeste).

Na banda subinercial, para o período chuvoso, a componente u possui pouca contribuição na intensidade da corrente subinercial, pois os valores estão muito próximos a zero (figura 14 B), além disso, a componente v é praticamente um espelho dos vetores da corrente subinercial (figura 14 A e C).

Tabela 7: Estatística da banda subinercial das correntes observadas para o período seco nas componentes paralela (v) e perpendicular (u) à costa. Para a componente v da corrente: valores positivos (negativos) indicam que a corrente flui para nordeste (sudeste). Para a componente u da corrente: valores positivos (negativos) indicam que a corrente flui para noroeste (sudeste). As profundidades para os dados de superfície, meio e fundo são de 5, 15 e 25 metros respectivamente. Corr1 é a correlação entre a componente do vento paralela à costa com a componente da corrente paralela à costa (v).

Profundidade	média (cm/s)		desvio padrão (cm/s)		corr1
	v	u	v	u	
5 m	-20,77	1,95	14,46	2,52	0,62
15 m	-10,04	-1,38	11,95	1,66	0,51
25 m	-2,44	-0,87	7,30	1,92	0,46

No período seco, a correlação do vento com a corrente na superfície foi de 0,62 para a componente paralela à costa, e essa relação reduz com a profundidade, chegando a 0,46 próximo ao substrato (tabela 7). Isso mostra que o vento é a forçante principal para essa componente da corrente no Litoral Norte da Bahia durante o período seco, assim como no período chuvoso.

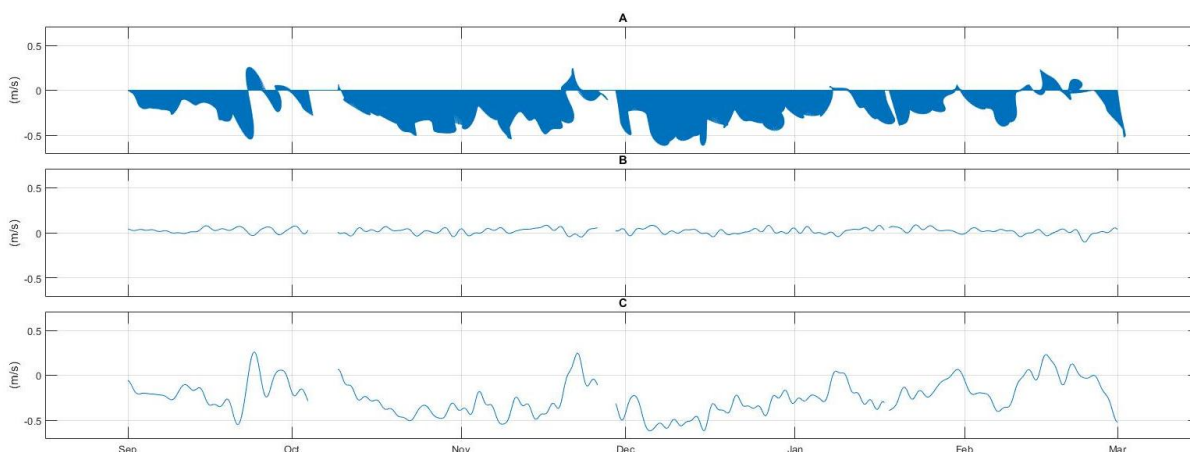


Figura 15: Média da banda subinercial no período seco para (A) os vetores da corrente de superfície e as respectivas componentes da velocidade (B) u e (C) v. Valores positivos de v (u) indicam que a corrente é para nordeste (sudeste).

Na banda subinercial, para o período seco, a componente u, assim como no período chuvoso, possui pouca contribuição na intensidade da corrente subinercial, pois os valores estão muito próximos a zero (figura 15 B). Além disso, a componente v é praticamente um espelho dos vetores da corrente subinercial (figura 15 A e C).

As correntes subinerciais do período seco possuem menor correlação (0,62 na superfície) do vento com a componente paralela à costa em comparação com o período chuvoso (0,70 na superfície). Em contrapartida, as médias das intensidades da componente v para o período chuvoso são menores que as médias para o período seco da mesma componente (tabelas 6 e 7).

Como dito anteriormente, a área de estudo possui uma plataforma continental estreita e uma possível relação com as correntes de contorno oeste. Além disso, a dinâmica oceanográfica do Litoral Norte da Bahia também pode ser influenciada pelo vento local e suas variações, assim como passagens de

frente frias, resultando em cenários distintos para o período chuvoso e para o período seco.

Os resultados encontrados acima demonstraram que o vento é uma importante forçante para o padrão de correntes do Litoral Norte da Bahia, pois as correlações realizadas com as correntes subinercias foram altas, principalmente para a componente paralela à costa (em torno de 0,70) (tabelas 6 e 7), e podem ser comparadas com outras correlações encontradas por diferentes autores em outras regiões, que também foram altas (Snankar et al., 1996; Lentz, 1986; Fong et al., 1997; Huyer et al., 1979). Isso reflete o efeito do vento local e o forçamento do vento sobre as correntes costeiras do Litoral Norte da Bahia.

Além disso, a climatologia de correntes e vento, junto com os dados de vento e corrente in situ, mostraram que há uma mudança das correntes com base na variação do vento. Os resultados mostraram que durante o período seco (setembro a fevereiro) a corrente é preferencialmente para sudoeste, regida principalmente por ventos de nordeste, e durante o período chuvoso (março a agosto), preferencialmente para nordeste, regida por ventos de leste e de sudeste. Sendo que, os ventos são mais intensos durante o período seco, e conseqüentemente as correntes foram mais intensas, isso quando se compara com o período chuvoso.

Em relação às forçantes de meso-escala, no caso do Litoral Norte da Bahia, a bifurcação da Corrente Sul Equatorial em Corrente Norte do Brasil e Corrente do Brasil, é provável que esta última influencie mais na circulação costeira durante o período seco, e a primeira durante o período chuvoso.

Ao se considerar o trabalho de telemetria em filhotes de tartaruga do projeto TAMAR (TAMAR, 2016) percebe-se que os animais são levados pela corrente e que o percurso que percorrem condiz com os resultados encontrados nesse trabalho. Durante o mês de novembro de 2012 (mês pertencente ao período seco) os animais que foram soltos, se deslocaram para sul. Concordando com os resultados desse trabalho para a corrente no período seco, que mostrou a direção para sul. Já durante a soltura de tartarugas que ocorreu no outono

(meses pertencentes ao período chuvoso), as tartarugas foram deslocadas para norte, concordando novamente com este trabalho que encontrou para o período chuvoso correntes para norte.

## **6. Conclusões**

Para o presente trabalho foram utilizadas séries temporais de precipitação (1962-2015) e de fluviometria (1962-2015) para identificar períodos característicos chuvoso e seco para a região do Litoral Norte da Bahia. A partir das análises verificou-se o período chuvoso de março a agosto e o período seco de setembro a fevereiro.

Em relação às forçantes remotas, a climatologia de correntes (dados de 1958 a 2008) demonstrou, assim como as análises da corrente in situ (série temporal de novembro de 2014 a maio de 2017), que a corrente do período seco é para sul e durante o período chuvoso para norte. Já a climatologia de ventos (dados de 1992 a 2016) mostraram ventos de leste durante o período chuvoso e ventos de nordeste durante o período seco, da mesma forma encontrada nas análises dos dados da estação meteorológica do aeroporto de Salvador (com dados de novembro de 2014 a maio de 2017).

Considerando as forçantes locais, a correlação entre vento e corrente in situ mostrou uma forte relação com o vento para os dois períodos, sendo que no período chuvoso a correlação foi maior. Na superfície a correlação foi maior na superfície, sendo que essa correlação vai decrescendo conforme o aumento da profundidade tanto para o período seco quanto para o chuvoso.

Foi possível verificar também que a plataforma continental estreita presente no Litoral Norte da Bahia possui o vento como forçante muito importante e que existe uma influência das correntes de contorno oeste na região da área de estudo.

## 7. Sugestões de Trabalhos Futuros

Para se ter uma melhor noção das forçantes na plataforma continental do Litoral Norte da Bahia seria necessário um estudo que tivesse a disponibilidade de avaliar as correntes em uma seção da plataforma continental. Isso seria possível com a instalação de no mínimo três perfiladores acústicos em diferentes profundidades ao longo da plataforma ou um ADCP acoplado no fundo de um barco realizando perfis de corrente na plataforma continental. Com isso, seria possível avaliar melhor quais forçantes atuam mais na plataforma continental do Litoral Norte da Bahia.

## 8. Referências

AGUIAR, A.L. Estudo dos Processos de Ressurgência da Plataforma Continental Brasileira Leste: Sazonalidade e Mecanismos Forçantes. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Bahia – Curso de Pós-graduação em Geofísica, 2012.

AGUIAR, A.L.; CIRANO, M.; PEREIRA, J.; ALMEIDA, M.M. Upwelling processes along a western boundary current in the Abrolhos–Campos region of Brazil. *Continental Shelf Research*, 2014.

ALMEIDA, M.M.; MENDES, R.; AMORIM, F.N.; CIRANO, M.; DIAS, J.M. Fundão Dam collapse: Oceanic dispersion of River Doce after the greatest Brazilian environmental accident. *Marine Pollution Bulletin*, 2016.

AMORIM, F.N. Caracterização Oceanográfica da Baía de Camamu e Adjacências e Mapeamento das Áreas de Riscos à Derrames de Óleo. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Bahia. Instituto de Geociências – Curso de Pós Graduação em Geologia, 2005.

AMORIM, F.N., CIRANO, M., MARTA-ALMEIDA, M., MIDDLETON, J.F., CAMPOS, E.J.D., 2011. The seasonal circulation of the Eastern Brazilian shelf between 10°S and 16°S: A modeling approach. *Continental Shelf Research* 65. 121–140.

AMORIM, F.N., CIRANO, M., SOARES, I.D., CAMPOS, E.J.D., MIDDLETON, J., 2012. The influence of large-scale circulation and transient processes on the seasonal circulation at Eastern Brazilian Shelf, near 13°S. *Continental Shelf Research* 32, 47–61.

AMORIM, F.N., CIRANO, M., SOARES, I.D., LENTINI, C.A.D., 2011. Coastal and shelf circulation in the vicinity of Camamu Bay (14°S), Eastern Brazilian Shelf. *Continental Shelf Research* 31, 108–119.

ARAÚJO, H. A.; RODRIGUES, R. S.. Regiões Características do Estado da Bahia para Previsão de Tempo e Clima, Secretaria de Infra Estrutura - SEINFRA. Superintendence de Recursos Hídricos - SRH. Gerência de Estudos e Informações - GEREI, 13pp, 2000.

CAMPOS, R.H.S.; DOMINGUEZ, J.M.L. Mobility of Sediments Due to Wave Action on the Continental Shelf of the Northern Coast of the State of Bahia. *Brazilian Journal of Oceanography*, 2010.

CARTON, A. G.; GIESE, B. S. 2005. SODA: A reanalysis of ocean climate. *Submitted Geophysical Research-Oceans*, 26. 32p.

CASTRO, B.M.; MIRANDA, L.B. Physical oceanography of the western Atlantic continental shelf located between 4°N and 34°S. *The Sea* 11, 209-251, 1998.

DOMINGUEZ, J.M.L.. The coastal zone of Brazil: an overview. *Journal of Coastal Research*, 16-20 .Itajai, SC, Brazil, 2006.

DOTTORI, M.; CASTRO, B.M. The Response of the São Paulo Continental Shelf, Brazil, to Synoptic Winds. *Ocean Dynamics*, 2009. 59:603-614.

EMERY, W.J. and Thomson, R.E ,2001. Elsevier. Science. *Data Analysis Methods in Physical Oceanography*.

FONG, D. A.; GEYER, W. R. ; SIGNELL, R. P.. The wind-forced response of a buoyant coastal current: Observations of the western Gulf of Maine plume. *Journal of Marine Systems*, vol. 12 p. 69-81, 1997.

GENZ, F.; TANAJURA C.A.S.; CIRANO, M.; LESSA, C.M.; SILVA, R.R. 2009. Oceanografia Física. In: Vanessa Hatje; Jailson B. de Andrade. (Org). Baía de Todos os Santos: Aspectos Oceanográficos. Ed. Salvador: EDUFBA, 2009, p. 67-119.

HUYER, A.; SOBEY, E. J. C.; SMITH, R. L.. Journal of Geophysical Research, vol. 84, 1979.

INEMA. APA Litoral Norte do Estado da Bahia. Disponível em: [www.inema.ba.gov.br](http://www.inema.ba.gov.br). Acesso em: outubro de 2016.

KNOPPERS, B.; EKAU, W.; FIGUEIREDO. The coast and shelf of east and northeast Brazil and material transport. Geo-Marine Letters, vol. 19, p. 171-178, 1999.

KÖPPEN, W.. In: KÖPPEN, W.; GEIGER, G. Das geographische System der Klimate Handbuch der Klimatologie. C. Gebr, Borntraeger, Berlin, 1936. p. 1–44.

KOUSKY, V.E. Frontal influences on northeast Brazil. São Paulo: INPE, p.16, 1979.

LEE, T.N., HO, W.J., KOURAFALOU, V., WANG, J.D., 1984. Circulation on the continental shelf of the southeastern United States. Part I: subtidal response to wind and gulf stream forcing during winter. J. Phys. Oceanogr. 14 (6), 1001–1012.

LEITE, J.R.B. Oscilações Inerciais sobre a Plataforma Continental Sudeste do Brasil. Universidade de São Paulo – Instituto Oceanográfico. Tese de Doutorado, 2014.

LENTZ, S.J., WINANT, C.D., 1986. Subinertial currents on the southern California shelf. J. Phys. Oceanogr. 16 (11), 1737–1750.

LIMA, J.B. Caracterização Oceanográfica da Plataforma Continental na Região Sob Influência dos Emissários Submarinos da Cetrel e Millenium. Universidade Federal da Bahia – Instituto de Geociências, 2008

LOHMANN, K.J.; LOHMANN C.M.F. The Biology of Sea Turtles . CRC Press, 1997.

MIRANDA, L.B. Princípios de Oceanografia Física de Estuários. Vol. 42. Editora: EdUSP, 2002.

MORAES, S.S.; MACHADO, A.J. Avaliação das Condições Hidrodinâmicas de Dois Recifes Costeiros do Litoral Norte do Estado da Bahia. Revista Brasileira de Geociências 33(2):201-210, 2003.

National Center for Atmospheric Research Staff (Eds). Last modified 05 Jul 2016. "The Climate Data Guide: Climate Forecast System Reanalysis (CFSR)." Retrieved from <https://climatedataguide.ucar.edu/climate-data/climate-forecast-system-reanalysis-cfsr>.

NCAR, National Center for Atmospheric Research. Climate Data. CLIMATE FORECAST SYSTEM REANALYSIS (CFSR). Disponível em: <https://climatedataguide.ucar.edu>. Acesso em: julho de 2017.

NOBRE, C. A. , MOLION., L.C.B.. The Climatology of Droughts and Drought Prediction,. In: Impacts of Climatic Variations on Agriculture, v.2 : Assesments in semi-arid regions, M. P. Parry, T.R. Carter e N. T. Konijn (eds.), 1988, D. Reidel Pub. Co., 764p.

OLIVEIRA, J.C. Climatologia do Aporte Fluvial na Plataforma Continental Brasileira. Universidade Federal da Bahia – Instituto de Geociências, 2014.

PEREIRA, J.; GABIOUX, M.; MARTA-ALMEIDA, M.; CIRANO, M.; PAIVA A.M.; AGUIAR, A.L. The Bifurcation of the Western Boundary Current System of the South Atlantic Ocean. 2014. Revista Brasileira de Geofísica 32(2). 241-257.

PUPO, M.M.; SOTO, J.M.R.; HANAZAKI, N. Captura Incidental de Tartarugas Marinhas na Pesca Artesanal. Revista Biotemas 19(4), 2006.

SAHA S, MOORTHY S, PAN HL, WU XG, WANG JD, NADIGA S, TRIPP P, KISTLER R, WOOLLEN J, BEHRINGER D, LIU HX, STOKES D, GRUMBINE R, GAYNO G, WANG J, HOU YT, CHUANG HY, JUANG HMH,



SELA J, IREDELL M, TREADON R, KLEIST D, DELST PV, KEYSER D, DERBER J, MICHAEL E, MENG J, WEI HL, YANG RQ, LORD S, DOOL HVD, KUMAR A, WANG WQ, LONG C, CHELLIAH M, XUE Y, HUANG BY, SCHEMM JK, EBISUZAKI W, LIN R, XIE PP, CHEN MY, ZHOU ST, HIGGINS W, ZOU CZ, LIU QH, CHEN Y, HAN Y, CUCURULL L, REYNOLDS RW, RUTLEDGE G, GOLDBERG M. 2010. The NCEP climate forecast system reanalysis. *Bulletin of the American Meteorological Society* 91: 1015–1057, doi: 10.1175/2010BAMS 3001.1.

SILVA, C.A. Avaliação da Qualidade da Água Após Cinco Anos de Derramamento de Petróleo no Município de Araucária, Paraná. Universidade Federal do Paraná, 2007.

SILVA, C.S.S.; PEREIRA, C.C.; MISTRO, L.C.. Relatório de Monitoramento das Águas do Estuário do Rio Pojuca. Centro de Recursos Ambientais, 2005.

SNANKAR, D.; MCCREARY, J.P.; HAN, W.; SHETYE, S. R.. Dynamics of the East India Coastal Current. Analytic solutions forced by interior Ekman pumping and local alongshore winds. *Journal of Geophysical Research*, vol. 101, Pages 13,975-13,991, 1996.

SOARES, I.D., MOLLER Jr., O., 2001. Low-frequency and water mass spacial distribution on the Southern Brazilian shelf. *Cont. Shelf Res.* 21, 1785–1814.

SOUZA-LIMA, W.; MANSO, C.L.C.; ANDRADE, E.J.; GRILLO, J.L. Bacias Sedimentares Brasileiras. *Bacia de Camamu, Phoenix*, 54:1-6, 2003.

STRAMMA, L.; ENGLAND, M.. On the water masses and mean circulation of the South Atlantic Ocean. *Journal of Geophysical Research*, vol. 104, 1999.

TAMAR. Telemetria por satélite em tartaruguinhas. Disponível em [tamar.org.br](http://tamar.org.br). Acesso em outubro de 2016.

UVO, C.R.B.; NOBRE, C.A.. A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e a precipitação no norte do Nordeste do Brasil. Parte I: A Posição da ZCIT no Atlântico Equatorial. *Climanalise*, Vol. 4, número 07, 34 – 40, 1989.