

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

FELIPE AUGUSTO DE PAULO SANTOS

**INFLUÊNCIA DA DRAGAGEM DO CANAL DA GALHETA NA CIRCULAÇÃO
HIDRODINÂMICA DO COMPLEXO ESTUARINO DE PARANAGUÁ**

CURITIBA

2016

FELIPE AUGUSTO DE PAULO SANTOS

**INFLUÊNCIA DA DRAGAGEM DO CANAL DA GALHETA NA CIRCULAÇÃO
HIDRODINÂMICA DO COMPLEXO ESTUARINO DE PARANGUÁ**

Trabalho apresentado como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Engenharia Ambiental, Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Profa. Dra. Cynara de Lourdes da Nóbrega Cunha

CURITIBA

2016



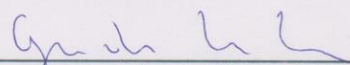
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE TECNOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

TERMO DE APROVAÇÃO DE PROJETO FINAL


FELIPE AUGUSTO DE PAULO SANTOS

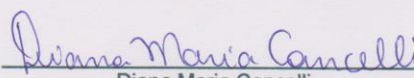
INFLUÊNCIA DA DRAGAGEM DO CANAL DA GALHETA NA CIRCULAÇÃO HIDRODINÂMICA DO COMPLEXO ESTUARINO DE PARANAGUÁ

Projeto Final de Curso, aprovado como requisito parcial para a obtenção do Diploma de Bacharel em Engenharia Ambiental no Curso de Graduação em Engenharia Ambiental do Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná, com nota 75, pela seguinte banca examinadora:

Orientador(a): 
Cynara de Lourdes da Nóbrega Cunha
DEA / UFPR

Co-orientador(a): _____

Membro(a) 1: 
Maurício Felga Gobbi
DEA / UFPR

Membro(a) 2: 
Diana Maria Cancelli
EnvEx Engenharia e Consultoria

Membro(a) 3: _____

Curitiba, 13 de dezembro de 2016

RESUMO

O Complexo Estuarino de Paranaguá está localizado na região costeira do estado do Paraná, e possui diversas baías, dentre as quais, destacam-se as baías de Antonina e Paranaguá, bem como o Porto de Paranaguá e o terminal da Ponta do Felix. O presente trabalho realizou uma análise comparativa da influência da dragagem do canal de acesso ao porto de Paranaguá sobre a circulação hidrodinâmica do CEP, com o uso do conjunto de modelos computacionais SisBaHia, que possui módulos capazes de simular distintos cenários da problemática ambiental relacionados ao meio aquático. Como resultados constatou-se que a variação batimétrica infligida no sistema não causou grandes variações na circulação hidrodinâmica do CEP como um todo, porém percebeu-se que, em algumas regiões é possível observar variações, principalmente em relação as componentes da velocidade.

Palavras-chave: Complexo Estuarino de Paranaguá, Circulação Hidrodinâmica, SisBaHia.

ABSTRACT

The Paranaguá Estuary Complex is located in the coastal region of the state of Paraná, and has several bays, among which stands out the bays of Antonina and Paranaguá, as well as the Port of Paranaguá and the Ponta do Felix terminal. This work performed a comparative analysis of the influence of dredging of the access channel to the Port of Paranaguá on CEP's hydrodynamic circulation, using the set of computational models SisBaHia, which has modules capable of simulate different scenarios of the environmental issues related to the aquatic environment. As results, it was verified that the bathymetric variation caused in the system did not caused substantial changes in the hydrodynamic circulation of CEP as a whole, however it was seen that in some areas some variations were observed, mainly in relation to the velocity components.

Keywords: Paranaguá Estuarine Complex, Hydrodynamic Circulation, SisBaHia.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01. Determinação, características morfológicas e processos nas ZR, ZM e ZC.....	08
FIGURA 02. Balanço entre as forças centrípeta (F_c) e gravitacional (F_g) gera uma força resultante (F_r) que origina as marés.....	10
FIGURA 03. Fases da Lua.....	11
FIGURA 04. Complexo Estuarino de Paranaguá.....	16
FIGURA 05. Divisões do CEP.....	17
FIGURA 06. Classificação Climática do Paraná.....	18
FIGURA 07. Rios que desaguam no CEP.....	19
FIGURA 08. Distribuição dos sedimentos de fundo no CEP em função de seus diâmetros médios.....	21
FIGURA 09. Mapa batimétrico do CEP, porção adjacente e desembocaduras.....	22
FIGURA 10. Localização do Complexo Estuarino de Paranaguá (PR, Brasil) com destaque para área de drenagem das baías de Antonina e Paranaguá (linha grossa), até a região da cidade de Paranaguá (seção A). Delimitação das sub-bacias dos rios: (1) Cedro, (2) Faisqueira, (3) Cupiúva, (4) Cachoeira, (5) Venda, (6) Cacatu, (7) Meio, (8) Nunes, (9) Xaxim, (10) Curitibafua, (11) Moura, (12) São Joãozinho, (13) Sapetanduva, (14) Nhundiaquara, (15) Marumbi, (16) Pinto, (17) Passa Sete, (18) Sagrado, (19) Jacareí e (20) Piedade. Os pontos no interior das sub-bacias representam o local de medição (Fonte: MANTOVANELLI, 1999).....	23
FIGURA 11. Domínio de modelagem para o CEP, mostrando a malha de 1606 elementos, 7.216 nós com canal de acesso ao porto dragado.....	26
FIGURA 12. Domínio de modelagem para o CEP, mostrando a malha de 1606 elementos, 7.216 nós com canal de acesso ao porto restaurado.....	26
FIGURA 13. Detalhe da batimetria na região do Porto de Paranaguá considerando o canal dragado (esquerda) e o canal restaurado (direita) e a indicação da seção transversal.....	27
FIGURA 14. Seção transversal da baía de Paranaguá na região do porto, considerando o canal dragado e o canal restaurado.....	27
FIGURA 15. Localização das estações E1, E2 e E3.....	33

FIGURA 16. Seções estabelecidas para análise do padrão de circulação e escoamento residual.....	33
FIGURA 17. Elevação na Estação E1 (Baía de Antonina) nos períodos de quadratura e sizígia para os cenários 1 e 2.....	34
FIGURA 18. Componente Leste-Oeste da velocidade na Estação E1, durante uma quadratura e durante uma sizígia.....	35
FIGURA 19. Componente Norte-Sul da velocidade na Estação E1, durante uma quadratura e durante uma sizígia.....	36
FIGURA 20. Elevação na Estação E2 (Canal da Galheta) nos períodos de quadratura e sizígia.....	37
FIGURA 21. Componentes Leste-Oeste da velocidade na Estação E2, durante um período de quadratura e durante um período sizígia.....	38
FIGURA 22. Componentes Norte-Sul da velocidade na Estação E2, durante um período de quadratura e durante um período de sizígia.....	39
FIGURA 23. Elevação na Estação E3 (Baía das Laranjeiras) nos períodos de quadratura e sizígia.....	40
FIGURA 24. Componentes Leste-Oeste da velocidade na Estação E3, durante um período de quadratura e durante um período de sizígia.....	40
FIGURA 25. Componentes Norte-Sul da velocidade na Estação E3, durante um período de quadratura e durante um período de sizígia.....	41
FIGURA 26. Elevação na Estação E1 (Baía de Antonina) nos períodos de quadratura e sizígia.....	42
FIGURA 27. Componentes Leste-Oeste da velocidade na Estação E1, durante uma quadratura e durante uma sizígia.....	42
FIGURA 28. Componentes Norte-Sul da velocidade na Estação E1, durante uma quadratura e durante uma sizígia.....	43
FIGURA 29. Elevação na Estação E2 (Canal da Galheta) em uma quadratura e em uma sizígia	44
FIGURA 30. Componentes Leste-Oeste da velocidade na Estação E2, durante um período de quadratura e durante um período desizígia.....	44
FIGURA 31. Componentes Norte-Sul da velocidade na Estação E2, durante um período de quadratura e durante um período de sizígia.....	45
FIGURA 32. Elevação na Estação E3 (Baía das Laranjeiras) nos períodos de quadratura e de sizígia.....	45

FIGURA 33. Componentes Leste-Oeste da velocidade na Estação E3, durante um período de quadratura e durante um período de sizígia.....	46
FIGURA 34. Componentes Norte-Sul da velocidade na Estação E3, durante um período de quadratura e durante um período de sizígia.....	46
FIGURA 35. Padrão de Circulação da região 1, para uma instante de vazante de sizígia, no dia 09/01/2009 às 18:00h. Símbolos pretos representam o cenário 1 e símbolos vermelhos o cenário 2.....	47
FIGURA 36. Padrão de Circulação da região 1, para um instante de enchente, no dia 19/01/2009 às 12:00h. Símbolos pretos representam o cenário 1 e símbolos vermelhos o cenário 2.....	48
FIGURA 37. Diferenças das componentes da velocidade entre os cenários 1 e 2.....	48
FIGURA 38. Padrão de circulação da região 2, para um instante de vazante de sizígia, no dia 09/01/2009 às 18:00h. Símbolos pretos representam o cenário 1 e símbolos vermelhos o cenário 2.....	49
FIGURA 39. Padrão de Circulação da região 2, para um instante de enchente de quadratura, no dia 19/01/2009 às 12:00h. Símbolos pretos representam o cenário 1 e símbolos vermelhos o cenário 2.....	49
FIGURA 40. Padrão de Circulação da região 3, para um instante de vazante de sizígia, no dia 09/01/2009 às 18:00h. Símbolos pretos representam o cenário 1 e símbolos vermelhos o cenário 2.....	50
FIGURA 41. Padrão de Circulação da região 3, para um instante de enchente de quadratura, no dia 19/01/2009 às 12:00h. Símbolos pretos representam o cenário 1 e símbolos vermelhos o cenário 2	50
FIGURA 42. Escoamento residual na região 1 para o período de 10/01/2009 às 04:00h até 11/01/2009 às 05:00h. Símbolos pretos representam o cenário 1 e símbolos vermelhos representam o cenário 2.....	52
FIGURA 43. Escoamento residual na região 2 para o período de 10/01/2009 às 04:00h até 11/01/2009 às 05:00h. Símbolos pretos representam o cenário 1 e símbolos vermelhos representam o cenário 2.....	52
FIGURA 44. Escoamento residual na região 3 para o período de 10/01/2009 às 04:00h até 11/01/2009 às 05:00h. Símbolos pretos representam o cenário 1 e símbolos vermelhos representam o cenário 2.....	53
FIGURA 45. Padrão de Circulação da região 1, para um instante de vazante de sizígia, no dia 06/06/2009 às 06:00h. Símbolos pretos representam o cenário 3 e símbolos vermelhos representam o cenário 4.....	54

FIGURA 46. Padrão de Circulação da região 1, para um instante de enchente de quadratura, no dia 14/06/2009 às 18:00h. Símbolos pretos representam o cenário 3 e símbolos vermelhos representam o cenário 4.....	54
FIGURA 47. Padrão de Circulação da região 2, para um instante de vazante de sizígia, no dia 06/06/2009 às 06:00h. Símbolos pretos representam o cenário 3 e símbolos vermelhos representam o cenário 4.....	55
FIGURA 48. Padrão de Circulação da região 2, para um instante de enchente de quadratura, no dia 14/06/2009 às 18:00h. Símbolos pretos representam o cenário 3 e símbolos vermelhos representam o cenário 4.....	55
FIGURA 49. Padrão de Circulação da região 3, para um instante de vazante de sizígia, no dia 06/06/2009 às 06:00h. Símbolos pretos representam o cenário 3 e símbolos vermelhos representam o cenário 4.....	56
FIGURA 50. Padrão de Circulação da região 3, para um instante de enchente de quadratura, no dia 14/06/2009 às 18:00h. Símbolos pretos representam o cenário 3 e símbolos vermelhos representam o cenário 4.....	56
FIGURA 51. Escoamento residual na região 1 para o período de 08/06/2009 às 17:00h até 09/06/2009 às 17:00h. Símbolos pretos representam o cenário 3 e símbolos vermelhos o cenário 4.....	58
FIGURA 52. Escoamento residual na região 2 para o período de 08/06/2009 às 17:00h até 09/06/2009 às 17:00h. Símbolos pretos representam o cenário 3 e símbolos vermelhos o cenário 4.....	58
FIGURA 53. Escoamento residual na região 3 para o período de 08/06/2009 às 17:00h até 09/06/2009 às 17:00h. Símbolos pretos representam o cenário 3 e símbolos vermelhos o cenário 4.....	59

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - VAZÕES MÉDIAS ADOTADAS PARA RIOS AFLUENTES AO CEP.....	30
TABELA 2 - CONSTANTES HARMÔNICAS.....	31

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	4
2.1. OBJETIVO GERAL.....	4
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
3. REFERENCIAL TEÓRICO.....	5
3.1. CIRCULAÇÃO HIDRODINÂMICA.....	5
3.2. ESTUÁRIOS.....	6
3.3. MARÉ.....	9
3.4. VENTO.....	11
3.5. TRABALHOS REALIZADOS NO CEP.....	12
3.6. EFEITOS DA BATIMETRIA.....	14
4. ÁREA DE ESTUDO.....	16
4.1. COMPLEXO ESTUARIONO DE PARANAGUÁ.....	16
4.2. CLIMA E HIDROLOGIA.....	18
4.3. MARÉ E CORRENTES DE MARÉ.....	19
4.4. SEDIMENTOS DE FUNDO.....	20
4.5. BATIMETRIA.....	21
4.6. APORTE FLUVIAL.....	22
5. MATERIAIS E MÉTODOS.....	24
5.1. SisBaHiA.....	24
5.2. MODELO DE CIRCULAÇÃO HIDRODINÂMICO BIDIMENSIONAL.....	24
5.3. DOMÍNIO DE MODELAGEM E BATIMETRIA.....	25
5.4. APLICAÇÃO DO SisBaHiA NO CEP – DEFINIÇÃO DOS DADOS DE ENTRADA.....	27
5.4.1. Cenários de Simulação.....	28
5.4.2. Dados de Vento.....	29
5.4.3. Dados de Vazão.....	29
5.4.4. Dados de Maré.....	31
6. RESULTADOS.....	32
6.1. ANÁLISE TEMPORAL.....	34
6.1.1. Cenários 1 e 2.....	34
6.1.2. Cenários 3 e 4.....	41
6.2. ANÁLISE ESPACIAL.....	47
6.2.1. Padrão de Circulação para os Cenários 1 e 2.....	47
6.2.2. Escoamento Residual para os Cenários 1 e 2.....	51
6.2.3. Padrão de Circulação para os Cenários 3 e 4.....	53
6.2.4. Escoamento Residual para os Cenários 3 e 4.....	57
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	60
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61
APÊNDICE A – TABELAS DE INTENSIDADE DOS VENTOS.....	65
APÊNDICE B – TABELAS DE VAZÃO DOS RIOS.....	67

1. INTRODUÇÃO

Sistemas complexos, comumente identificados por se encontrar na interface continente-oceano, os estuários são compartimentos ambientais extremamente dinâmicos e de sensível equilíbrio, especialmente perante as interferências do ser humano.

Importante ambiental, econômica e socialmente, os estuários são ecossistemas de produção, criação e reprodução de distintas espécies biológicas, como, por exemplo, peixes e crustáceos que, não obstante, possuem relevante importância comercial (ASMUS 1996 apud IGARASHI *et al.*, 2006). Historicamente o desenvolvimento econômico da região costeira do Brasil, em sua maioria, se deu no entorno dos estuários, fato justificado, dentre outros, por tais localidades possuírem propensão para a instalação de portos, além de permitirem o acesso ao interior dos continentes; e, com o desenvolvimento econômico, vem o investimento em infraestrutura, e conseqüente melhoria social.

Composto principalmente pelas baías de Antonina e Paranaguá, no chamado eixo Leste-Oeste, e pelas baías das Laranjeiras, Guaraqueçaba e Pinheiros, denominado eixo Norte-Sul, o Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP) está localizado na região costeira do estado do Paraná, Brasil. É constituído por planícies de maré, baixios, ilhas, costões rochosos, marismas, rios de maré e manguezais (ENGEMIN, 2004); esse mosaico reflete um sistema ambiental de singular importância ecossistêmica, em que os manguezais ocupam lugar de destaque, por serem fundamentais na produtividade das águas, devido à grande quantidade de matéria orgânica produzida (ODUM & HEALD, 1975 apud ENGEMIN, 2004). Além disso, o sistema coabita, dentre outros, com os centros urbanos, e as atividades portuárias e turísticas, primordiais na economia local.

Conforme Mantovanelli (1999) o complexo abrange uma superfície líquida de aproximadamente 601 km² e recebe a drenagem fluvial de cerca de 70% da área da Bacia Litorânea; bacia hidrográfica essa que abastece todo o litoral do estado.

O CEP é conectado ao oceano por meio de duas desembocaduras que servem essencialmente como vias de navegação, chamadas de norte e sul, separadas pela Ilha do Mel. A desembocadura norte pode ser acessada pelo

denominado Canal Norte, geograficamente acima da Ilha das Palmas, ou pelo Canal Sueste, geograficamente abaixo da mesma ilha; já a desembocadura sul é acessada exclusivamente pelo Canal da Galheta, este, a principal via de acesso ao Porto de Paranaguá desde 1975 (LAMOUR, 2000).

O Canal da Galheta, de acordo com Lamour (2000), vem sofrendo com o problema do assoreamento desde a sua concepção, em 1972, o que demanda a constante necessidade de dragagem para manter suas condições operacionais.

Segundo Brant (2012), a dragagem causa impacto no meio ambiente, pois altera o ecossistema ali estabelecido e provoca o revolvimento dos sedimentos de fundo, que são reinsertidos na coluna d'água, propiciando assim seu transporte e dispersão. Relacionada com o transporte e a dispersão de sedimentos, a circulação hidrodinâmica é o movimento das massas de água caracterizada pelas forças presentes no sistema. Num estuário, estas são principalmente, a vazão fluvial, a ação dos ventos e da maré, o gradiente de salinidade e os aspectos geomorfológicos do local; conhecendo o comportamento destas forças é possível estabelecer o melhor modelo para descrever a movimentação da água (DYER, 1995 apud CUNHA *et al*, 2015).

Os modelos ambientais são importantes ferramentas que, quando utilizadas corretamente, auxiliam na simulação de escoamentos, permitindo a predição de fenômenos que apenas a interpolação e extrapolação espacial e temporal de dados mensuráveis da localidade em questão poderiam fornecer (ROSMAM, 2015). Um modelo muito utilizado em modelagem de regiões costeiras, é Sistema Base de Hidrodinâmica Ambiental, SisBaHiA, um conjunto de modelos computacionais para corpos de água naturais, desenvolvido pela área de Engenharia Costeira e Oceanográfica do Programa de Engenharia Oceânica da COPPE/UFRJ, capaz de realizar a modelagem da circulação hidrodinâmica e do transporte de substâncias, utilizando o método dos elementos finitos na discretização espacial e o método das diferenças finitas na discretização temporal (CUNHA *et al.*, 2001).

O presente trabalho tem por objetivo analisar comparativamente, a partir de simulações, as diferenças que ocorrem na circulação hidrodinâmica do Complexo Estuarino de Paranaguá devido à dragagem do Canal da Galheta, e ao aporte fluvial

para as diferentes estações do ano, inverno e verão. Como mencionado anteriormente, o Canal da Galheta é a principal via de acesso ao porto de Paranaguá e ao terminal da Ponta do Felix, e sua dragagem, além de ser necessária, devido às características naturais do canal, é interessante para os portos, pois permite o fluxo de navios de maior calado, que otimizam os custos de operações de importação e exportação, por exemplo.

Para a realização do presente trabalho usou-se o módulo de Circulação Hidrodinâmica Bidimensional (2DH) do SisBaHiA, para corpos d'água rasos. O módulo foi aplicado para quatro cenários de circulação, sendo dois sem a presença do canal de acesso ao Porto de Paranaguá dragado e os outros dois com a presença do canal dragado; destes quatro cenários, dois foram simulados para o mês de Janeiro e os outros dois para o mês de Junho, representando assim as estações do ano de verão e inverno. Com os resultados das simulações foi possível verificar a influência, em escala de tempo compatível, da dragagem do canal de acesso ao Porto de Paranaguá, que é um procedimento bastante caro, e que também causa grande impacto ambiental no ecossistema local.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

O presente trabalho tem por objetivo estudar a influência, sobre a circulação hidrodinâmica, das alterações batimétricas promovidas por sucessivas dragagens realizadas no canal da Galheta, principal via de acesso ao Porto de Paranaguá, que se encontra inserido no Complexo Estuarino de Paranaguá, usando o sistema de modelos SisBaHiA.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- A partir da definição do objetivo geral do trabalho, alguns objetivos específicos foram definidos:

- Definição e construção dos cenários de simulação;
- Levantamento dos dados necessários para simulação de cada cenário proposto;
- Ajuste das informações pertinentes do estudo, com adequações da base de dados existente do CEP, principalmente em relação às alterações batimétricas;
- Simulação da circulação hidrodinâmica do CEP para os cenários estabelecidos;
- Comparação dos resultados obtidos para os cenários propostos, identificando as diferenças ocasionadas pelos vários cenários simulados.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

No presente capítulo é apresentada uma revisão sobre as forçantes que dão origem à circulação hidrodinâmica em estuários, em especial para o Complexo Estuarino de Paranaguá.

3.1. CIRCULAÇÃO HIDRODINÂMICA

Segundo Miranda *et al.* (2012), o movimento das massas d'água nos estuários são causados pelas variações no nível do mar, pela descarga fluvial, pela circulação da plataforma continental e pelo vento, sendo que tais forçantes, introduzidas a seguir, variam no espaço e no tempo, agindo simultaneamente sobre o compartimento ambiental.

A existência dos estuários está intimamente relacionada com as variações históricas do nível relativo do mar; sendo que uma vez atingido o nível do mar atual, suas variações nas distintas escalas de tempo, que variam de segundos (ondas geradas pelo vento) até escalas interanuais (fenômenos climáticos), influenciam com diferentes intensidades a circulação hidrodinâmica estuarina. A maré astronômica, caracterizada por ocorrer em um intervalo de horas, é, em linhas gerais, a variação dominante, tanto em intensidade quanto em frequência de ocorrência, no compartimento estuarino. De extrema importância para a dinâmica estuarina, as descargas fluviais “diluem” a água do mar, influenciando no transporte e na mistura que ocorrem no interior dos estuários (MIRANDA *et al.*, 2012).

A diferença de densidade das águas pode se apresentar como gradientes de pressão barotrópicas, tendo sua origem relacionada com as variações periódicas de maré e da descarga fluvial (LOPES, 2010), ou gradientes de pressão baroclínicas, originados da diferença longitudinal e/ou vertical de densidade, em associação com a diluição da água salgada estuário adentro (KJERFVE, 1989 apud LOPES, 2010).

Responsável pela aeração e pela mistura das massas de água, o vento pode provocar erosão de gradientes verticais e, em estuários de grande extensão de áreas, gerar ondas e correntes residuais (MIRANDA *et al.*, 2012).

No Complexo Estuarino de Paranaguá as principais forçantes, conforme Knoppers *et al.* (1987 apud LOPES, 2010), são o aporte fluvial e a maré; seguidas

da geometria do compartimento, dos gradientes de salinidade e da circulação costeira adjacente (LOPES, 2010). Classificado como parcialmente misturado do tipo 2, com heterogeneidades laterais, o CEP encaixa-se no regime de micromarés, devido as oscilações da maré na região litorânea do estado serem inferiores a 2 metros em períodos de sizígia (MARONE *et al.*, 1997 apud LOPES, 2010).

O uso de modelos de circulação hidrodinâmica possibilita simular, com bastante precisão, a circulação de corpos d'água complexos como águas costeiras, estuários, baías, lagos, lagoas e reservatórios (GOIS, 2008). Devido ao alto custo, tanto econômico quanto temporal, os levantamentos de dados ambientais se mostram impraticáveis no cotidiano de estudos, sendo estes, na maioria das vezes, urgentes e com prazos reduzidos; logo, através dos modelos é possível interpolar e extrapolar, tanto temporal quanto espacialmente, dados obtidos por medições em pontos esparsos e em números reduzidos, permitindo assim uma compreensão da dinâmica de processos e até mesmo a previsão de situações simulando cenários futuros.

3.2. ESTUÁRIOS

Estuários são ambientes geologicamente novos, ou seja, com menos de cinco mil anos, que se encontram, salvo algumas exceções, em regiões estreitas na interface entre o ambiente hídrico marinho e as massas de terra continentais; suas localizações, bem como geometrias e dimensões estão intimamente relacionadas com as variações do nível do mar e com a topografia, tanto do litoral quanto dos rios (MIRANDA *et al.*, 2012). Para se caracterizar corretamente um estuário, Dyer (1973; 1997 apud MIRANDA *et al.*, 2012) afirma que é necessário entender as particularidades e os processos intrínsecos a cada ambiente, bem como o contexto no qual o estuário está sendo estudado, possibilitando desta forma a utilização de critérios acertados de classificação. Segundo Miranda *et al.* (2012), na ótica de engenheiros, oceanógrafos, ecologistas e geógrafos, estuários remetem a localidades internas às regiões costeiras, dotadas da interação entre as águas provenientes dos rios e as águas do mar, que são levadas pelas correntes de maré rio acima, até um dado limite de influência.

Pritchard (1955) e Cameron & Pritchard (1963 apud MIRANDA *et al.*, 2012) conceituam estuário como:

Estuário é um corpo de água costeira semifechado, com uma livre ligação com o oceano aberto, no interior do qual a água do mar é mensuravelmente diluída pela água doce oriunda da drenagem continental (MIRANDA *et al.*, 2012, p.35).

Com base na análise aprofundada da definição acima, Pritchard (1967), afirma que a circulação e os processos de mistura e estratificação de salinidade dos estuários estão sujeitos ao seu formato, à incidência de água doce, da maré, da salinidade, da circulação oceânica adjacente e dos ventos. Visando estruturar os diferentes setores de um estuário, Dionne (1963 apud MIRANDA *et al.*, 2012) conceitua o mesmo como reentrância do mar que chega no vale de um rio prolongando-se até a fronteira da influência de maré e consiste de três subdivisões: estuário inferior ou marinho, compreendendo a ligação livre com o oceano; estuário médio, que abrange a área de mistura entre as águas fluviais e marinha; e estuário superior ou fluvial, composto por água doce, porém influenciado diariamente pelas oscilações de maré. A partir do prisma da sedimentação, estuário, para Dalrymple *et al.* (1992 apud MIRANDA *et al.*, 2012), é um conjunto de vales inundados, direcionados para o mar, destino dos sedimentos advindos dos corpos hídricos interiores e de fontes marinhas, e compreendido desde as fronteiras internas das frentes de maré, até a fronteira oceânica das frentes costeiras na entrada; tais frentes estão sujeitas a ação da maré, ondas e processos fluviais.

Já Kjerfve (1987 apud MIRANDA *et al.*, 2012), considera estuário como ecossistema litorâneo com estreita relação física, contínua ou não, com o oceano adjacente, e considera não somente sua origem geológica, mas também singularidades regionais, como clima, sedimentação recente e forçantes dinâmicas do compartimento; e como Dionne (1963), fraciona-o em três zonas (Figura 1):

- Zona de Maré do Rio (ZR): parte mais interior do compartimento, possui exclusivamente movimentação unidimensional e origina-se dos corpos d'água doce, possuindo salinidade praticamente nula, mas, ainda sofrendo influência das marés;

- Zona de Mistura (ZM): é a região na qual acontece a mistura entre a água doce, proveniente da rede fluvial com a água salgada do mar. Na interface entre a ZR e a ZM encontra-se a zona de máxima turbidez, resultado da alta concentração de sedimentos suspensos provenientes de ambas as frentes, fluvial e marinha;
- Zona Costeira (ZC): área da costa adjacente, localiza-se, na entrada, ou boca, do estuário e é formada pela pluma estuarina, delimitando a Camada Limite Costeira (CLC). É a região mais impactada pelas ações do ser humano e possui comportamento circulatório diferenciado, já que fica em contato direto com as correntes costeiras e ondas de diversos períodos.

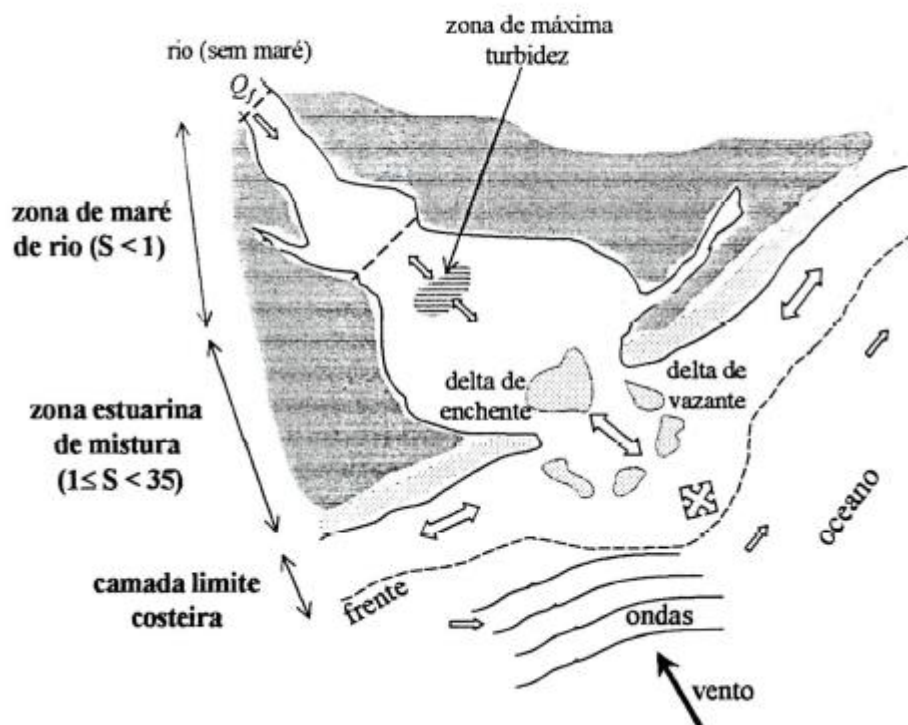


Figura 1. Determinação, características morfológicas e processos nas ZR, ZM e ZC (Fonte: MIRANDA *et al.*, 2012).

Com o aumento dos estudos, novas definições para estuário, conforme o prisma de interesse, são concebidas, dentre as quais vale citar o conceito de Perillo (1995 apud MIRANDA *et al.*, 2012), que salienta a relevância dos ecossistemas costeiros:

Estuário é um corpo de água costeiro semifechado, estendendo-se até o limite efetivo da influencia da maré. Dentro dele a água do mar, ou de qualquer outro corpo costeiro salino de água entrando por uma ou mais conexões com o oceano aberto, é diluída significativamente com a água fluvial proveniente da drenagem continental, podendo sustentar espécies biológicas eurihalinas durante uma parte ou por todo o seu ciclo de vida.

3.3. MARÉ

Balanço vertical da superfície do mar, ou de outro grande aglomerado de água sobre a superfície do planeta, as marés se devem, primordialmente, a Lei da Gravitação Universal de Newton, aplicada ao conjunto Terra, Lua e Sol. Tal interação faz das marés um movimento harmônico composto, que pode ser descrito por meio de vários movimentos harmônicos simples; esses por sua vez podem ser modelados matematicamente (MIGUENS, 1996).

É predominante a atuação da Lua sobre o fenômeno que é a maré (GONÇALVES, 1997). Isso porque, o satélite natural se encontra mais próximo da Terra do que o Sol, o que torna sua força gravitacional cerca de 2,25 vezes mais pronunciado que a do Sol, mesmo este possuindo uma massa centenas de vezes maior (MIGUENS, 1996).

Embora o sistema Terra-Lua se encontre equilibrado no âmbito global, isso não se aplica a pequenas partículas esparsas na Terra, pois, apesar da força centrífuga (F_c) ser a mesma para todo o planeta, consequência da revolução do sistema Terra-Lua em torno de seu centro de massa, a força gravitacional (F_g) é heterogênea, sendo os elementos mais próximos da Lua atraídos de forma mais acentuada do que os localizados no lado da Terra mais afastado. Logo, a resultante (F_r) do balanço destas forças moverá a água superficial aos pontos mais próximos e mais afastados da superfície da Terra (Figura 2).

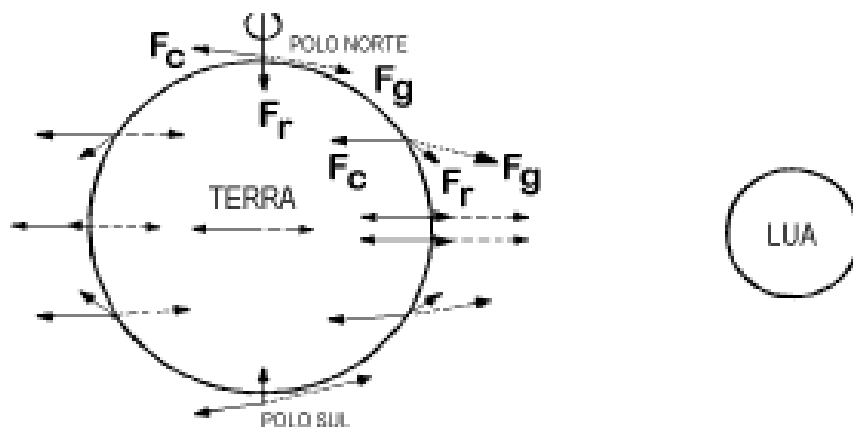


Figura 2. Balanço entre as forças centrípeta (F_c) e gravitacional (F_g), gera uma força resultante (F_r) que origina as marés (Fonte: MIGUENS, 1996).

Na costa brasileira, as marés elevam-se durante 6,21 horas atingindo um máximo, a denominada preamar, e baixam em seguida durante as 6,21 horas seguintes, atingindo um mínimo, também conhecido como baixamar, voltando a repetir o ciclo (GONÇALVES, 1997). A sequência alternada de duas preamares e duas baixamars soma, no total, aproximadamente 24 horas e 50 minutos; tal intervalo é conhecido como dia lunar, e pode ser conceituado como o tempo que a Terra demora, para dar uma volta completa em torno do seu próprio eixo em relação à Lua.

Segundo Gonçalves (1997), as amplitudes da oscilação da maré se modificam em concordância com as fases da Lua (Figura 3), encontrando-se mínimas após as quadraturas (quartos crescentes e quartos minguantes), e sendo conhecidas por marés de quadratura, e encontrando-se máximas após as sizígias (luas cheias e luas novas), por conseguinte denominadas maré de sizígia. Gonçalves (1997) explica ainda que uma maré é dita de sizígia quando o Sol e a Lua estão perfilados em relação à Terra, potencializando a atração sobre as massas de água; já na maré de quadratura, o Sol e a Lua encontram-se desalinhados, formando um ângulo de 90 graus, e exercendo influência significativamente menor sobre as massas de água.

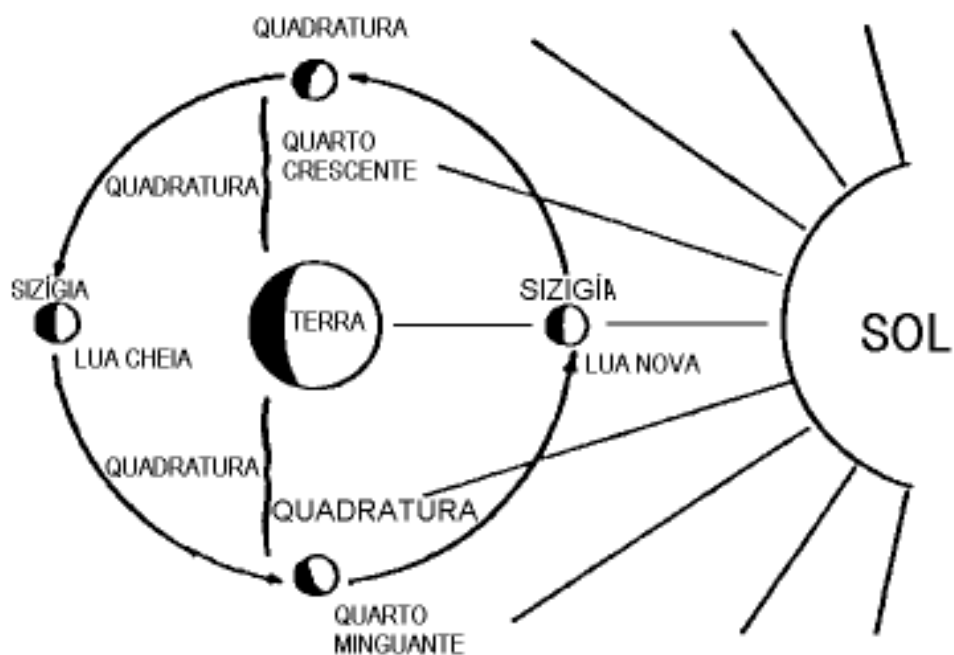


Figura 3. Fases da Lua (Fonte: MIGUENS, 1996).

3.4. VENTO

Forçante que caracteriza parcialmente a circulação hidrodinâmica em estuários, o vento age diretamente sobre a superfície livre do corpo d'água, fornecendo energia mecânica e assim originando fenômenos como, por exemplo, as ondas de gravidade (LOPES, 2010). Segundo Miranda (2012), o vento é responsável pela aeração e mistura das massas de água, estuarinas e costeiras, podendo causar a erosão dos gradientes verticais de salinidade, além de originar ondas e correntes em estuários de grande área superficial, o que aumenta a mistura vertical.

De singular importância em lagunas costeiras, que apresentam grandes extensões de água, baixas profundidades, pequenas variações de maré e baixo aporte de água fluvial, propiciando com maior facilidade as correntes induzidas pelo vento (LACTEC, 2012).

3.5. TRABALHOS REALIZADOS NO CEP

Dada sua reconhecida importância econômica, social e, mais recentemente, ambiental, diversos estudos vêm sendo desenvolvidos ao longo dos anos, no Complexo Estuarino de Paranaguá. Nesta seção serão apresentados alguns estudos realizados nesse ecossistema, seus objetivos e resultados, que se mostram relevantes na construção do conhecimento, em um contexto global, e particularmente no desenvolvimento do presente trabalho.

Marone e Jamiyana (1997) publicaram um estudo sobre as características da maré no Complexo Estuarino de Paranaguá, em áreas com maior quantidade de habitantes e onde portos importantes eram localizados, a partir do uso do modelo numérico de contorno variável, desenvolvido por Mungall e Matthews, na década de 70, em que se adotou como principal forçante a componente de maré M_2 , ou seja, maré semi-diurna, devido a sua predominância no ecossistema. Segundo os autores, na ausência de fenômenos meteorológicos, a circulação estuarina se deve ao dinamismo das marés, logo o conhecimento das marés, permitiria descrever os principais padrões de circulação. Ao final do estudo Marone e Jamiyana (1997) concluíram que, para o local de estudo, as marés são, em sua grande maioria, semi-diurnas, com desigualdades diurnas, e que o Complexo Estuarino de Paranaguá deixa de ser classificado como de regime de micro ou macro maré, devido às distintas amplitudes de maré e padrões de circulação das suas seções e entradas.

Noernberg *et. al.* (2007) realizaram o levantamento de dados de correntes, na Baía de Paranaguá, a partir de dois equipamentos que possuem princípios de funcionamento distintos: o correntômetro eletromagnético e um *Acoustic Doppler Current Profiler* (ADCP), bem como estudaram transporte dos sedimentos em suspensão na coluna d'água. O trabalho teve por objetivo a comparação dos resultados de velocidade e direção das correntes, medidos no decorrer do ciclo de maré, para cada equipamento; simultaneamente Noernberg *et al.* (2007) realizaram a comparação simples entre dois equipamentos dotados de *Acoustic Doppler Current Profiler*. A partir da comparação dos dados obtidos, Noernberg *et. al.* (2007) concluíram que as correntes medidas pelo correntômetro eletromagnético, e as medidas pelo ADCP foram equivalentes. Já na comparação entre os dois equipamentos de efeito Doppler, realizada em paralelo ao estudo principal, devido

ao período de amostragem, que não englobou um ciclo de maré, foi possível estabelecer que os dois forneceram resultados dentro da ordem de grandeza prevista.

Cunha *et. al.* (2015), com o uso dos módulos de Circulação Hidrodinâmica e Transporte Lagrangeano do sistema SisBaHIA, estudaram o transporte de sedimentos e suas implicações na dinâmica do Complexo Estuarino de Paranaguá, com destaque para as regiões das baías Antonina e Paranaguá, onde se encontra a zona de máxima turbidez (ZMT), região com grandes concentrações de material suspenso e que, segundo Noernberg (2001 apud CUNHA *et. al.*, 2015), para o CEP é caracterizada pela forte influência da advecção horizontal bem como pela capacidade de deposição e ressuspensão do sedimento existente na coluna da água, tornando, de grande importância a correta modelagem da circulação hidrodinâmica, que possibilitará, por exemplo, a análise do transporte de contaminantes. Ao final do estudo, os resultados obtidos para simulação da circulação hidrodinâmica e para o transporte de material particulado observou-se, através de análise qualitativa, que as componentes de maré sofrem aumento significativo conforme se caminha para o interior da baía de Antonina. Estabeleceu-se, na ZMT, um campo de velocidades residuais muito baixas, com valores na ordem de 0,005 m/s nas proximidades do Porto de Paranaguá; as concentrações obtidas pelo modelo não correspondem aos reais, porém permitiram estimar a região na qual os sedimentos presentes na coluna da água tendem a se depositar. Com este estudo conclui-se que a baía de Paranaguá apresenta regime de micro e mesomarés, com uma tendência de vazantes, porém tal tendência não é efetiva o suficiente para expulsar da baía os sedimentos provenientes dos rios. Sendo importante ressaltar que os dados obtidos, mesmo que de forma qualitativa, possibilitaram o estudo dos processos dominantes e de ordens de grandeza das circulações hidrodinâmica e residual, dentro do que a modelagem matemática, enquanto ferramenta de suporte ao gerenciamento de recursos pode realizar.

Mayerle *et al.* (2015) estudaram o transporte de uma mistura de sedimentos coesivos e areia no Complexo Estuarino de Paranaguá, e desenvolveram um modelo de transporte tridimensional, que, dentre outras, teve por finalidade auxiliar os operadores do porto na tomada de decisões relativas à manutenção da

dragagem. O modelo computacional usado foi o Delft3D, que foi utilizado para calcular as velocidades, níveis das águas e salinidade em diversos pontos do CEP. Para a validação do modelo foram realizadas medições de correntes e de concentrações de sedimentos, em distintos pontos da área de estudo. Ao final do estudo, Mayerle *et. al.* (2015) concluíram que o modelo de transporte de sedimentos se mostrou aplicável para previsão de concentrações de sedimentos em suspensão a médio prazo, tendo como alicerce a comparação realizada entre os resultados medidos e os modelados. Os autores finalizam o estudo afirmando que são necessárias mais pesquisas para entender os efeitos da dragagem e a disposição dos sedimentos dragados sobre comportamento morfológico do Complexo Estuarino de Paranaguá.

3.6. EFEITOS DA BATIMETRIA

A batimetria é retratada cartograficamente através de cotas, que por sua vez dão origem às chamadas curvas batimétricas, sendo elas a união de pontos de mesma profundidade com equidistâncias verticais (DNIT, 2015). Tem por finalidade mostrar com precisão o relevo do fundo de qualquer corpo hídrico, e ocupa posição de destaque no auxílio a navegação, compreensão e caracterização da circulação hidrodinâmica e caracterização da evolução morfológica fluvial e estuarina (SILVA, 2008). A batimetria pode ser medida através dos ecobatímetros, equipamentos constituídos de uma fonte emissora de sinais acústicos e um cronômetro, que serve para marcar o intervalo de tempo da emissão do sinal até o momento que o eco retorna ao sensor, sendo o som captado por um transdutor, material pizoelétrico que converte as ondas de pressão do eco em sinais elétricos (FRAZÃO, 2011).

O CEP é composto basicamente por áreas rasas e profundas, sendo que a alternância entre as mesmas dá-se de forma brusca; as áreas mais profundas se encontram nos canais de navegação, isso porque tais canais estão constantemente sofrendo com os processos de dragagem (LAMOUR, 2007). Tais processos se dão para se manter as boas condições de navegação nos canais de acesso aos portos, que recebem embarcações com os mais distintos calados, porém, segundo ENGEMIN (2004), essas modificações morfológicas que acontecem nas áreas do

estuário e de sua desembocadura devem causar modificações na circulação hidrodinâmica do compartimento ambiental, e conseqüentemente alterações na tendência de erosão e sedimentação, além de influenciarem no equilíbrio do sistema.

Segundo Lamour (2007), as dragagens na localidade da baía de Paranaguá acontecem desde 1930, quando ocorreu o rebaixamento da cota batimétrica nas bacias de evolução e canais de acesso Norte e Sueste primeiramente para -8 metros, depois, em 1968, para -10 metros, até 1972, quando se fez necessário rebaixar o canal para -12 metros, porém, pela existência de um maciço rochoso tal intervenção tornou o investimento inviável, fazendo com que a autoridade portuária optasse pela construção de um novo canal, que vem a ser o Canal da Galheta, que ficou pronto em 1974, tendo seu setor externo aprofundado para -15 metros em 1998. Outro segmento do CEP que passou pelo procedimento de dragagem foi o canal de acesso à região de Antonina, que reaberto em 1998, foi aprofundado para -8 metros entre 1998 e 2000, e para -10 metros entre 2000 e 2002 e mais recentemente, entre 2005 e 2006, passou por nova manutenção.

4. ÁREA DE ESTUDO

Nesta seção é apresentada uma descrição da área do estudo, suas propriedades e características.

4.1. COMPLEXO ESTUARINO DE PARANAGUÁ

Localizado na costa do estado do Paraná, região Sul do Brasil, o Complexo Estuarino de Paranaguá (Figura 4), está entre as latitudes $25^{\circ}19'S$ e $25^{\circ}58'30''S$ e as longitudes $48^{\circ}06'W$ e $48^{\circ}35'30''W$, e é composto, basicamente, por dois eixos principais. O primeiro possui orientação Norte-Sul e engloba as baías das Laranjeiras, Guaraqueçaba e Pinheiros, já o segundo possui orientação Leste-Oeste e abrange as baías de Antonina e Paranaguá (CUNHA *et al.*, 2015). Segundo Noernberg (2001 apud CAZATI, 2010), o eixo Norte-Sul tem cerca de 30 km de comprimento e largura máxima de aproximadamente 13 km, enquanto o eixo Leste-Oeste possui por volta de 56 km de comprimento.

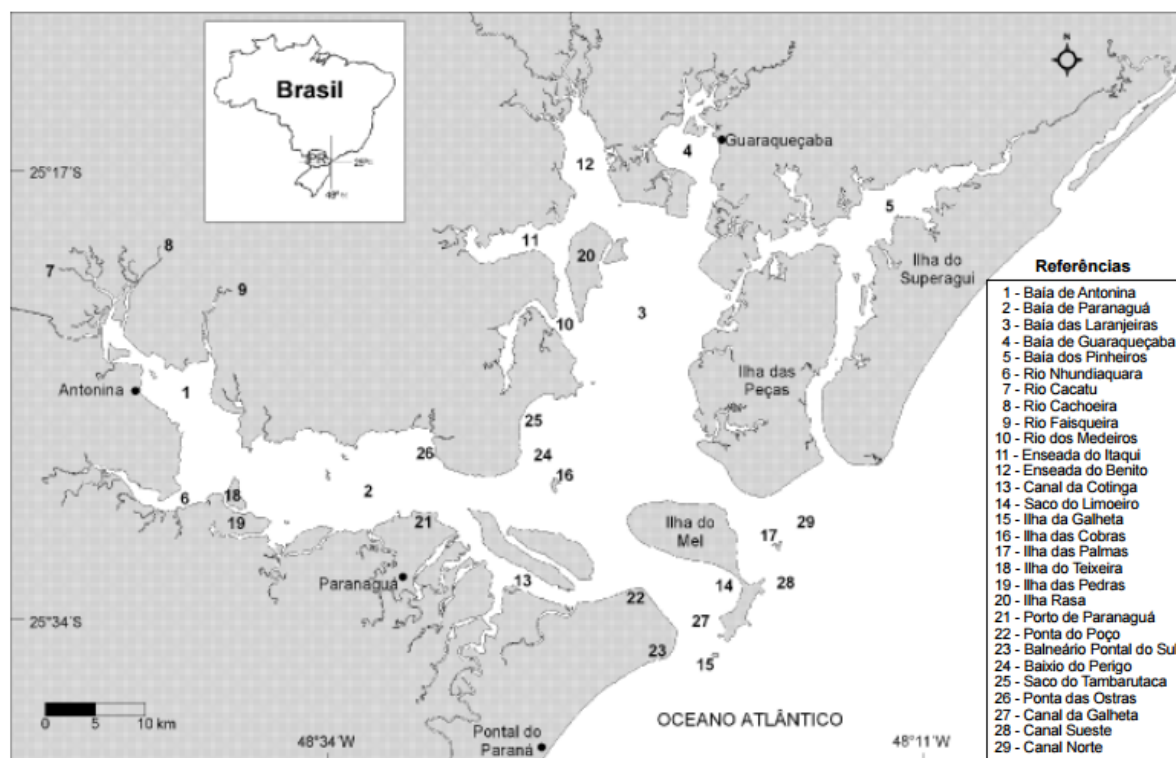


Figura 4. Complexo Estuarino de Paranaguá (Fonte: LAMOUR *et al.*, 2004).

O CEP liga-se ao Oceano Atlântico por meio duas desembocaduras, sendo a desembocadura Norte, localizada entre a Ilha do Mel e a Ilha das Peças, e a desembocadura Sul, entre a Ilha do Mel e Pontal do Sul. Para se acessar as desembocaduras, em direção ao interior do complexo, existem três canais: o canal Norte, localizado acima da Ilha das Palmas, o canal Sueste, localizado abaixo da Ilha das Palmas e o canal da Galheta, que se encontra entre a Ilha do Mel e a Ilha da Galheta.

Noernberg *et al.* (2006), separou o Complexo Estuarino de Paranaguá em três classes de importância, segundo padrões hidrográficos e morfológicos do mesmo. A primeira classe abrange o CEP como um todo, já a segunda classe é composta por cinco células correspondentes às quatro baías, Antonina, Paranaguá, Laranjeiras e Pinheiros, e a área de mistura. A última classe hierárquica corresponde aos sub-estuários: Cotinga, Nhundiaquara, Cachoeira, Medeiros, Itaqui, Benito e Guaraqueçaba. A Figura 5 mostra as regiões do CEP dividida em regiões que formam as três classes estabelecidas por Noernberg *et al.* (2006).

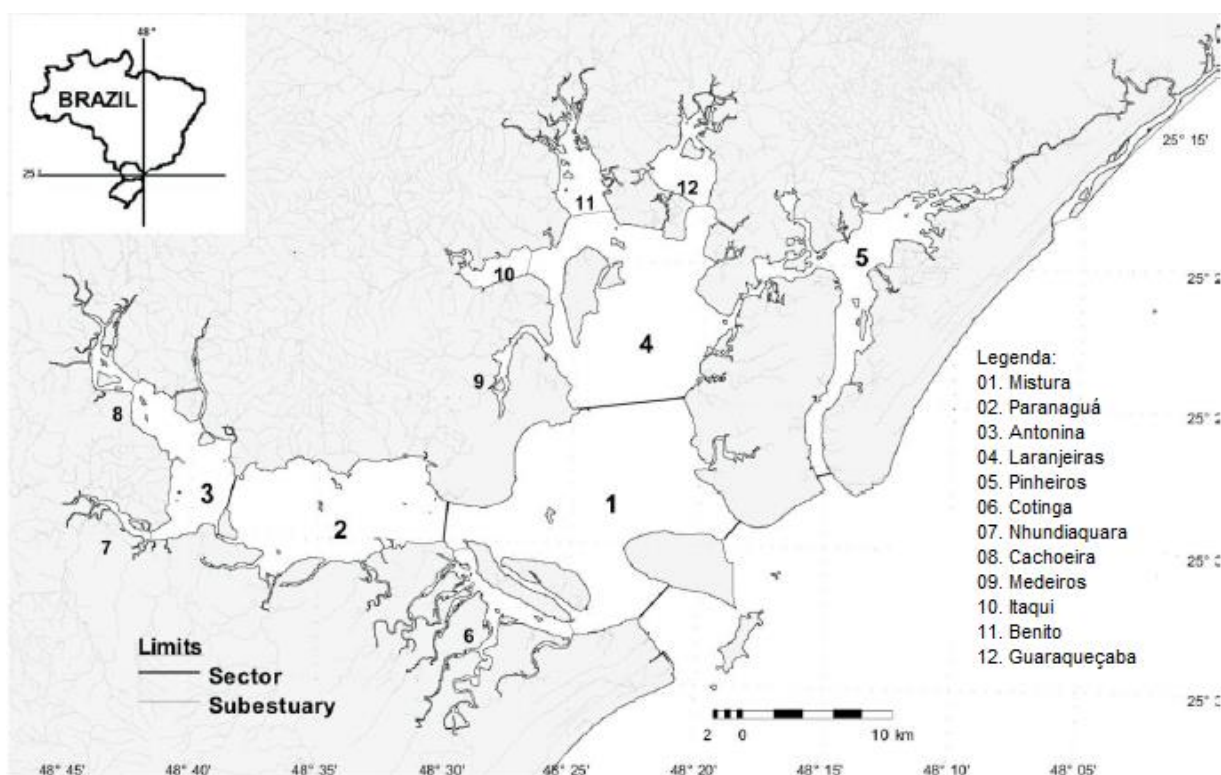


Figura 5. Divisões do CEP (Fonte: Adaptado de Noernberg et al, 2006).

4.2. CLIMA E HIDROGRAFIA

Conforme classificação Koeppen, o clima no CEP é o Cfa, Figura 6; tal sigla descreve um clima temperado, com temperaturas médias de 18 °C no mês mais frio e de 22 °C no mês mais quente. Os verões são quentes, com geadas ocasionais no inverno, e tendência de mais chuvas no verão, e sem estação seca definida (IAPAR). Ainda, segundo IAPAR (2000 apud CAZATI, 2010) a média acumulada de precipitação oscila em torno de 1800 – 3500 mm por ano, na serra do Mar e na planície costeira.

Predomina na região ventos vindo do Leste e de Sudeste, com velocidades máximas 25,0 m/s (S - SSW), e média de 4,0 m/s com direções predominantes dos quadrantes SE/E/NE. A umidade relativa média é de 85%, sendo a mensal máxima e mínima iguais a 90% e 40% – 50%, respectivamente (LAMOUR, 2000).



Figura 6. Classificação Climática do Paraná – Segundo Koeppen (Fonte: IAPAR)

Circundado pela Serra do Mar e pela Mata Atlântica, o Complexo Estuarino de Paranaguá, segundo Cunha *et al.* (2015), recebe a drenagem fluvial de cerca de 70% da área da Bacia Litorânea (bacia hidrográfica que abastece todo o litoral do

sendo a camada superior menos salina e a camada inferior com salinidade maior (PICKARD & EMERY, 1990 apud LAMOUR, 2007).

Conforme Lamour (2007), o CEP é caracterizado por um regime de marés semi-diurna, e pelas variações de maré, na parte litorânea do estado, serem menores que dois metros na sizígia, o Complexo Estuarino de Paranaguá é forçado por marés enquadradas na classe de micromaré. No setor interno do Canal da Galheta as maiores velocidades de corrente de maré são: 59 cm/s com direção de 320°, na enchente, e 97 cm/s com direção de 140°; na ponta do Poço, vide Figura 4, as medidas indicaram substancial aumento nas maiores velocidades de corrente de maré, com 141 cm/s na direção 270° na enchente e 119 cm/s na direção 75° na vazante e no Canal Norte são de 59 cm/s na direção 315° na enchente, e 70 cm/s na direção 175° na vazante. No saco do Limoeiro, que se localiza na Ilha do Mel, as medições registraram velocidades máximas de 46 cm/s, em um período em que as médias foram de 31 cm/s na direção 182° vazante, e 42 cm/s na direção 350° enchente (ARAUJO *et al.*, 1999 apud LAMOUR, 2007).

Com a mesma orientação do canal navegável de acesso ao Complexo Estuarino de Paraná, as correntes de maré sofrem um pequeno desvio para Leste das correntes de vazante, sendo capazes de transportar areia fina do fundo em direção ao mar aberto (NOERNBERG, 2001 apud Lamour, 2007).

4.4. SEDIMENTOS DE FUNDO

Tornando-se mais finos e menos selecionados, conforme mais internos no estuário, os sedimentos de fundo da baía de Paranaguá são constituídos primordialmente por siltes e areias finas, quase não selecionados (BIGARELLA *et al.*, 1978; LAMOUR *et al.*, 2004 apud LAMOUR, 2007). Os sedimentos na baía das Laranjeiras, de acordo com Lamour (2007), oscilam entre siltes médios e areias finas, variando entre muito pobremente a pobremente selecionados; areias finas à médias, variando entre moderadamente a bem selecionadas, caracterizam os sedimentos de fundo da desembocadura Sul, enquanto na desembocadura Norte tem-se areias finas à grossas, que cobrem a faixa entre moderadamente e pobremente selecionadas. Em relação à baía de Antonina, Odreski (2002 apud LAMOUR, 2007) indaga que o diâmetro médio dos sedimentos de fundo aumentou

de um levantamento para outro, e atribui tal aumento à ocorrência do desmatamento da Serra do Mar e/ou a transposição da bacia de drenagem do rio Capivari para o rio Faisqueira. A Figura 8 ilustra a distribuição dos sedimentos de fundo que compõe o Complexo Estuarino de Paranaguá, em função do diâmetro médio dos mesmos.

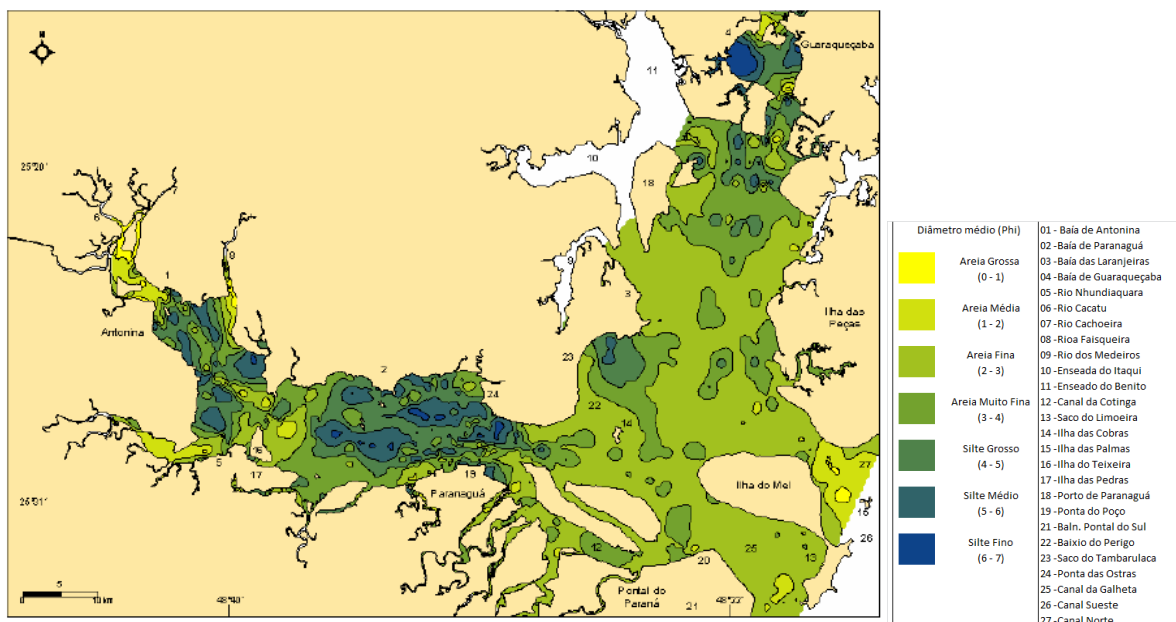


Figura 8. Distribuição dos sedimentos de fundo no CEP em função de seus diâmetros médios (Fonte: LAMOUR, 2004 adaptado).

4.5. BATIMETRIA

Segundo Lamour (2007), o Complexo Estuarino de Paranaguá possui ao longo de seu perímetro bruscas variações de profundidade, com alternâncias entre áreas rasas extensas, planícies intermarés e áreas profundas como, por exemplo, os canais. As áreas rasas são submetidas, ao menos duas vezes ao dia, à exposição ocasionada pelas variações na amplitude de maré. Sendo que a profundidade de tais áreas oscila entre as isóbatas 0,0 e 5,0 metros em relação ao nível médio do mar.

Os canais representam as maiores profundidades dentro do CEP, com isóbatas no intervalo de 5,0 a 20,0 metros. Estes canais são propensos a dragagem, e com o aumento das profundidades, passam a sofrer com o processo do assoreamento (LAMOUR & SOARES, 2007 apud LAMOUR, 2007). Segundo Marone *et al.* (1997), as desembocaduras Norte e Sul possuem as maiores

profundidades devido à intensificação das velocidades, atingindo 38,0 m no segmento que se encontra entre a Ilha do Mel e o balneário Pontal do Sul. Na desembocadura Norte tem-se os canais Norte e Sueste que, apesar das dragagens ocasionais, possuem profundidades naturais de cerca de 10,0 metros; já na desembocadura Sul tem-se o canal da Galheta, estrutura resultante de diversos procedimentos de dragagem e que possui profundidade de 13,5 metros (LAMOUR *et al.*, 2007). A Figura 9 mostra um mapa batimétrico representando toda a extensão do CEP, porção adjacente e suas desembocaduras.

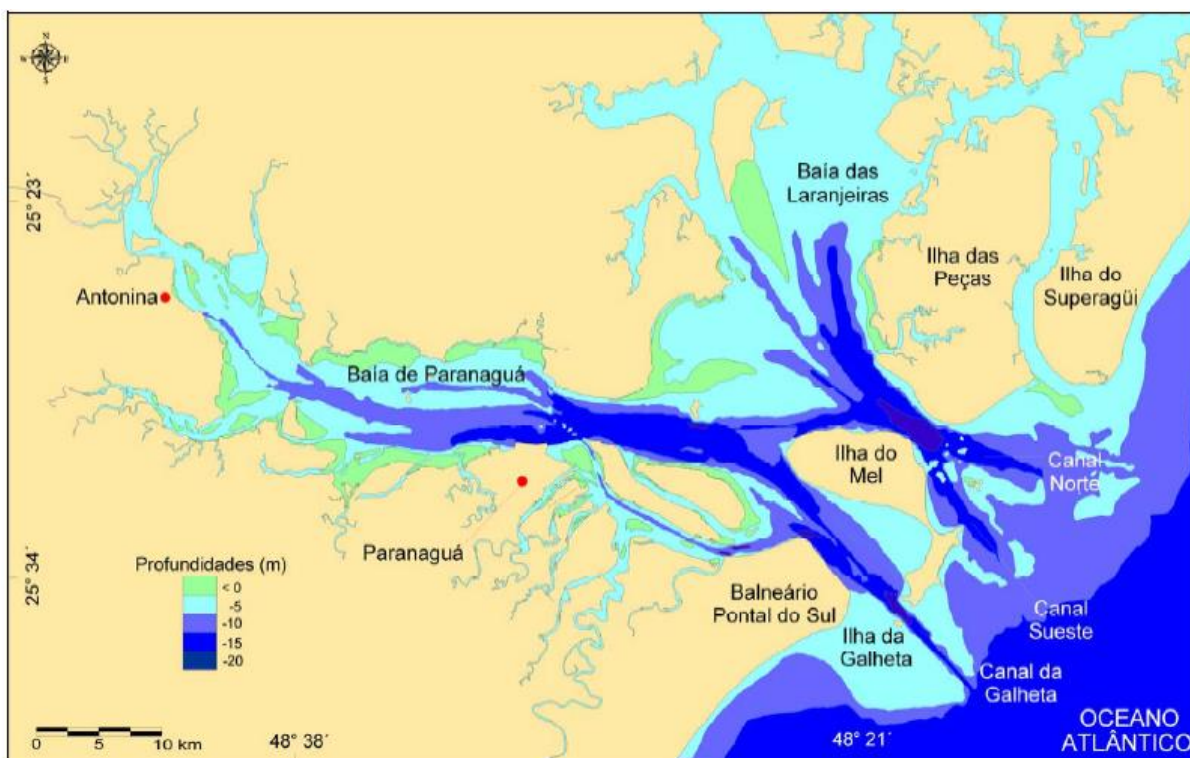


Figura 9. Mapa batimétrico do CEP, porção adjacente e desembocaduras (Fonte: LAMOUR, 2007).

4.6. APORTE FLUVIAL

O Complexo Estuarino de Paranaguá é contemplado com a drenagem de cerca de 70% da área da bacia hidrográfica, sendo que, somente as baías de Paranaguá e Antonina recebem o aporte fluvial de uma extensão correspondente a 54% da área de drenagem do todo o CEP (MANTOVANELLI, 1999).

Ainda em concordância com Mantovanelli (1999), a bacia de drenagem do eixo Leste-Oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, até a região da cidade de

Paranaguá, identificada como seção A, é composta de cerca de vinte sub-bacias de abastecimento, estando estas identificadas na Figura 10. Ao analisar séries históricas de vazão de alguns dos principais rios, Mantovanelli destaca o caráter sazonal existente no aporte de água doce para esta bacia de drenagem, com déficit hídrico no inverno e excedente no verão, evidencia essa reiterada pelos resultados de campanhas instantâneas de medição de vazão realizadas, pela própria autora, no inverno de 1997 e no verão de 1998, nos principais rios das sub-bacias mostradas a seguir.

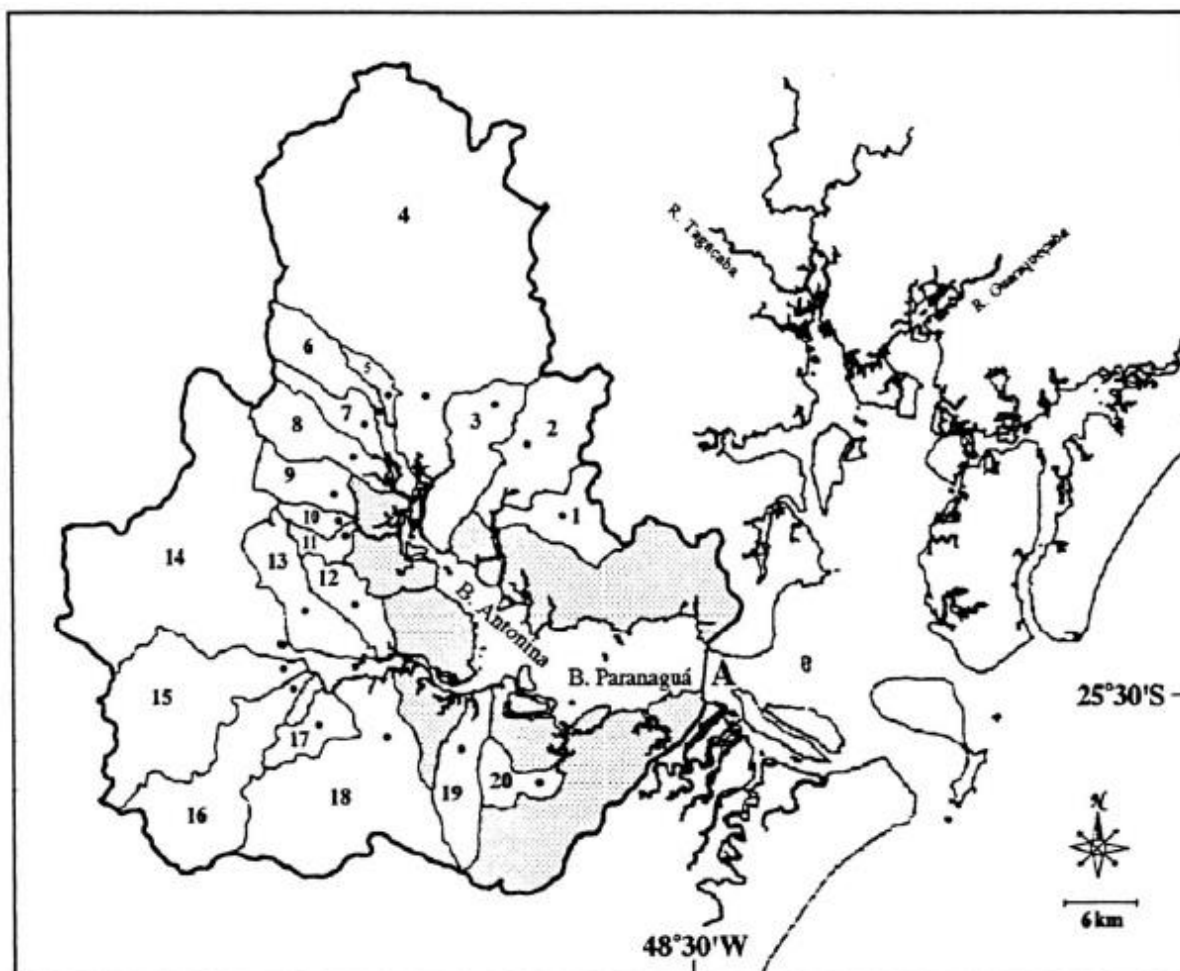


Figura 10. Localização do Complexo Estuarino de Paranaguá (PR, Brasil) com destaque para área de drenagem das baías de Antonina e Paranaguá (linha grossa), até a região da cidade de Paranaguá (seção A). Delimitação das sub-bacias dos rios: (1) Cedro, (2) Faisqueira, (3) Cupiúva, (4) Cachoeira, (5) Venda, (6) Cacatu, (7) Meio, (8) Nunes, (9) Xaxim, (10) Curitibafúia, (11) Moura, (12) São Joãozinho, (13) Sapetanduva, (14) Nhundiaquara, (15) Marumbi, (16) Pinto, (17) Passa Sete, (18) Sagrado, (19) Jacareí e (20) Piedade. Os pontos no interior das sub-bacias representam o local de medição (Fonte: MANTOVANELLI, 1999).

5. MATERIAL E MÉTODOS

Na presente seção é apresentado o sistema de modelos computacionais SisBaHiA, com foco no módulo de circulação hidrodinâmica. Também são mostrados os dados usados no modelo, as variações batimétricas impostas para cada cenário e o domínio de modelagem definido.

5.1. SisBaHiA

O Sistema Base de Hidrodinâmica Ambiental, SisBaHiA, é um conjunto de modelos computacionais que encontra uma de suas aplicações no prognóstico do escoamento ou movimento das águas.

O sistema é registrado pela Fundação Coppetec, órgão responsável pela supervisão de convênios e contratos de pesquisa do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pesquisa e Pós-Graduação (COPPE) integrante da Universidade Federal do Rio de Janeiro, e se encontra em constante estado de aprimoramento, com início em 1987, através de teses de mestrado e doutorado, bem como, de trabalhos nacionais e internacionais. É constituído pelos seguintes modelos: Modelo de Qualidade da Água e Eutrofização, Modelos de Transporte de Sedimentos Coesivos e Não Coesivos e Evolução Morfológica do Fundo, Modelos de Transporte Euleriano, Modelo de Transporte Lagrangeano–Determinístico, Modelo de Transporte Lagrangeano–Probabilístico, Modelo de Campo Próximo para Emissários e Fontes Pontuais, Modelo de Geração de Ondas, Modelo de Propagação de Ondas, Módulo de Análise & Previsão de Marés, Modelo de Circulação Hidrodinâmica Tridimensional e Modelo de Circulação Hidrodinâmica Bidimensional (ROSMAN, 2015).

5.2. MODELO DE CIRCULAÇÃO HIDRODINÂMICO BIDIMENSIONAL

Conforme Rosman (2015) o modelo de circulação hidrodinâmico do SisBaHiA é de uma linhagem chamada *Filter In Space and Time*, ou simplesmente FIST, otimizado para corpos de água naturais. Ele é composto por dois módulos de simulação: o módulo 3D que, como o nome sugere, calcula o campo de velocidades em três direções, e pode ser trabalhado em duas frentes distintas - exclusivamente numérica ou analítico numérica; e o módulo bidimensional horizontal ou promediado

na vertical (2DH), que calcula a elevação da superfície livre e velocidades de corrente 2DH.

No presente estudo será usado exclusivamente o módulo 2DH, pois, conforme Xavier (1996), corpos d'água como lagos, baías, estuários, áreas costeiras e alguns trechos de rios são satisfatoriamente modelados de forma bidimensional. Isso se deve ao fato desses serem corpos hídricos rasos, logo suas escalas horizontais de escoamento são muito maiores que a escala vertical, com a coluna da água bem misturada, com pouca ou nenhuma estratificação.

O modelo matemático é constituído pelas Equações da Continuidade, da Conservação da Quantidade de Movimento e por condições de contorno pertinentes, já o arcabouço numérico adota para a discretização espacial o método dos elementos finitos e para a discretização temporal o método das diferenças finitas (XAVIER, 1996).

5.3. DOMÍNIO DE MODELAGEM E BATIMETRIA

O domínio estabelecido para a modelagem está apresentado na Figura 11, que também expõe a malha utilizada. Tendo sido a mesma que a de Cunha (2015), tal malha foi empregada na discretização do domínio, apresentando um total de 1606 elementos e 7.216 nós distribuídos em uma área de domínio de 1174 km².

A batimetria foi obtida por meio da digitalização das cartas náuticas 1820, 1821 e 1822 pertencentes a Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) e por meio de informações obtidas no banco de dados da empresa Envex Engenharia e Consultoria Ambiental, mostrada na Figura 11. As mudanças na batimetria, que ocorreram ao longo do canal de acesso ao Porto de Paranaguá, o Canal da Galheta, com o objetivo de restaurar a condição anterior aos processos de dragagem do canal que ocorrem frequentemente, são mostradas na Figura 12. Vale lembrar que essa região é naturalmente mais funda, logo, ao diminuir a cota tomou-se o cuidado para não se realizar alterações que descaracterizassem a batimetria do local, o que comprometeria a qualidade do estudo. A restauração do canal de acesso ao porto significa devolver ao domínio, um volume de 208.735.720 m³.

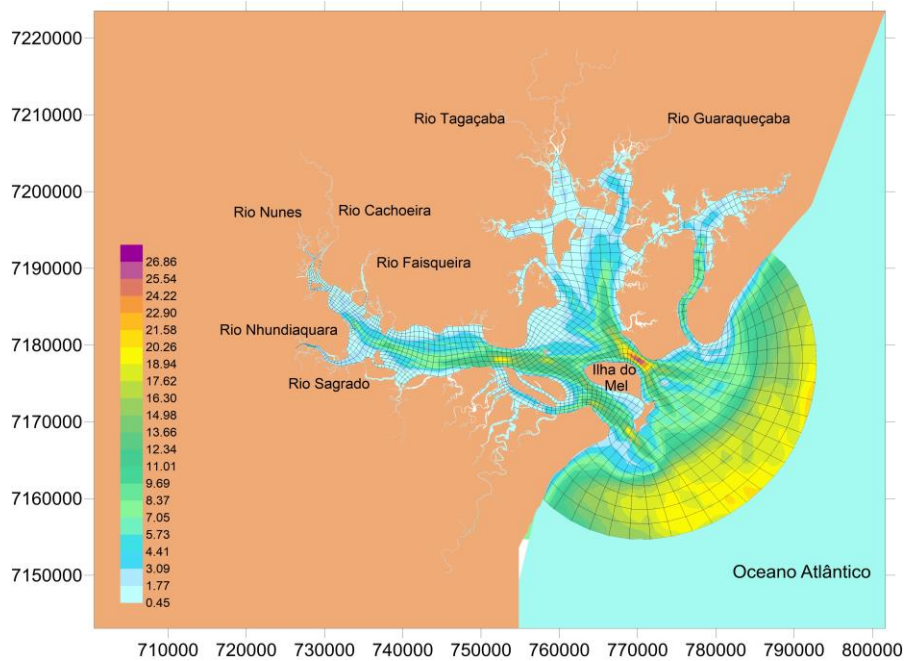


Figura 11. Domínio de modelagem para o CEP, mostrando a malha de 1606 elementos, 7216 nós com canal de acesso ao porto dragado.

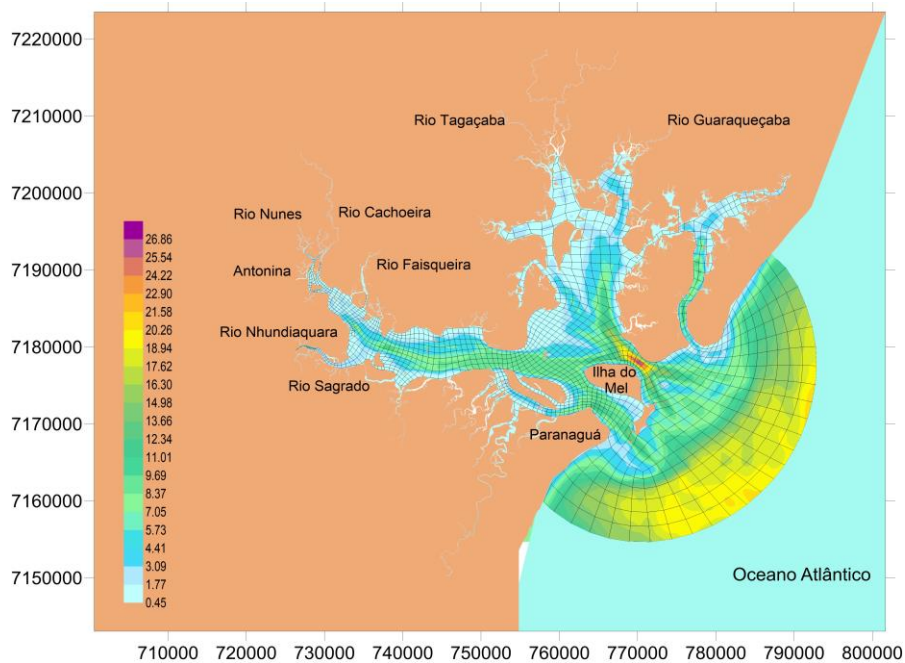


Figura 12. Domínio de modelagem para o CEP, mostrando a malha de 1606 elementos, 7216 nós com canal de acesso ao porto restaurado.

A Figura 13 mostra mais detalhadamente a região do canal de acesso ao porto quando dragado e quando restaurado, possibilitando observar mais claramente a variação da profundidade entre os dois cenários, bem como estabelece uma seção

transversal que corta o canal de uma margem a outra. A Figura 14 apresenta graficamente as diferenças de profundidade em relação às margens a partir da seção transversal estabelecida na figura anterior.

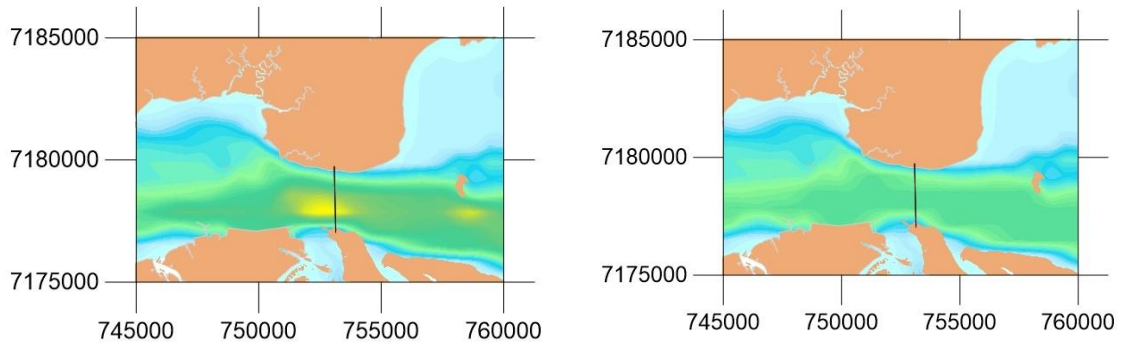


Figura 13. Detalhe da batimetria na região do Porto de Paranaguá considerando o canal dragado (esquerda) e o canal restaurado (direita) e a indicação da seção transversal.

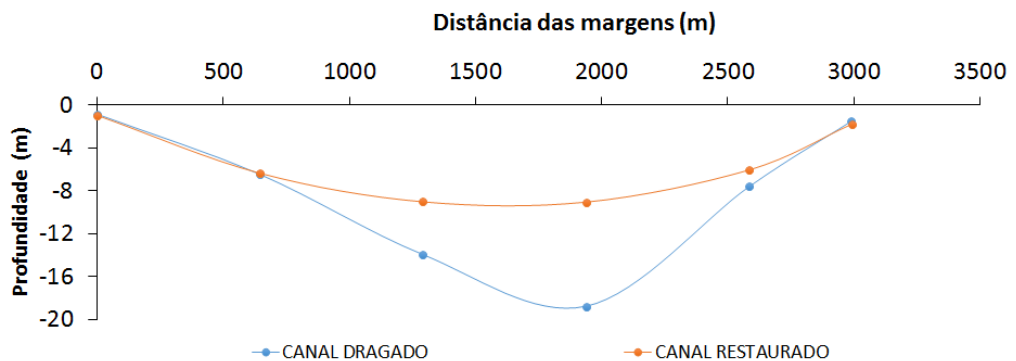


Figura 14. Seção transversal da baía de Paranaguá na região do porto, considerando o canal dragado e o canal restaurado.

5.4. APLICAÇÃO DO SISBAHIA NO CEP – DEFINIÇÃO DOS DADOS DE ENTRADA

Os dados utilizados no presente trabalho foram obtidos em diferentes fontes: no Sistema de Informações Hidrológicas (HidroWeb), banco de dados que reúne informações sobre cotas, vazões, chuvas, evaporação, perfil de rios, qualidade da

água e sedimentos; no Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR), que, através de suas estações hidrológicas e meteorológicas automáticas registra dados de temperatura, umidade relativa do ar, radiação solar, precipitação, pressão, velocidade e direção do vento; e de trabalhos publicados sobre o CEP.

5.4.1. Cenários de Simulação

A fim de analisar o comportamento da circulação hidrodinâmica do Complexo Estuarino de Paranaguá decorrente de modificações na batimetria, foram propostos quatro cenários de simulação. As diferenças entre os cenários estão relacionadas aos forçantes: maré, vento, vazão fluvial e também, a batimetria do canal de acesso ao porto de Paranaguá. Neste sentido, o ano de 2009 foi admitido como base, ou seja, os dados de maré e vento são referenciados ao ano de 2009; para as vazões fluviais foi escolhido o mês de janeiro, época de maior aporte fluvial, e junho, historicamente época das menores vazões. Os cenários propostos são:

- Cenário 1: Este cenário corresponde ao mês de janeiro. Foram usadas vazões médias de janeiro, vento e maré correspondente ao mês de janeiro de 2009 e o canal de acesso ao Porto de Paranaguá com batimetria atual (Figura 11). O período de simulação foi 01 a 31 de janeiro;
- Cenário 2: Este cenário também corresponde ao mês de janeiro. Os dados de vazão, vento e maré são os mesmos do cenário 1, no entanto o canal de acesso ao Porto de Paranaguá foi restaurado (Figura 12); os resultados do cenário 2 quando comparados com o cenário 1 mostram a influência apenas da modificação batimétrica considerada;
- Cenário 3: Este cenário corresponde ao mês de junho. Foram usadas vazões médias de junho, vento e maré correspondente ao mês de junho de 2009 e o canal de acesso ao Porto de Paranaguá com batimetria atual (Figura 11). O período de simulação foi 01 a 30 de junho;
- Cenário 4: Este cenário também corresponde ao mês de junho. Os dados de vazão, vento e maré são os mesmo do cenário 3, o canal de acesso ao Porto de Paranaguá foi restaurado (Figura 12); os resultados do cenário 4 quando

comparados com o cenário 3 devem mostrar apenas a influência da modificação batimétrica considerada.

5.4.2 Dados de Vento

Medidos a cada hora, na estação meteorológica do SIMEPAR, localizada na Ilha do Mel, os dados de intensidade e direção dos ventos utilizados no presente trabalho referem-se aos períodos de 01 a 31 de Janeiro de 2009 e de 01 a 30 de Junho de 2009. No Apêndice A, são mostrados os valores de intensidade usados neste trabalho.

5.4.3. Dados de Vazão

O estudo levou em consideração a contribuição de sete corpos hídricos que desaguam no Complexo Estuarino de Paranaguá, sendo que para os rios Cachoeira, Guaraqueçaba, Nhundiaquara e Tagaçaba fez-se uma média diária dos registros de vazão, com pelo menos 13 anos de dados para cada rio, tanto para o mês de janeiro quanto para o mês de junho, dispostos no Apêndice B.

As informações relativas aos rios nomeados acima foram obtidas no banco de dados Hidroweb, sendo os dados pertinentes ao rio Cachoeira registrados pela estação fluviométrica denominada Mergulhão, que se encontra pelo menos a 7,0 km de distância da desembocadura do rio no CEP. Vale aqui salientar que o rio Cachoeira possui uma vazão bastante peculiar em comparação com os demais corpos hídricos; Mantovanelli (1999) atribui tal vazão a sua maior bacia de drenagem, já para Assis (2011), tal vazão singular se justifica pelo fato de dentro da bacia hidrográfica do rio Cachoeira estar localizada a Usina Hidrelétrica Governador Pedro V. Parigot de Souza, que para o funcionamento de suas turbinas capta água do rio Capivari e escoar para o rio Cachoeira, aumentando assim a vazão deste último e sua capacidade de transporte de sedimentos.

A estação fluviométrica que registrou os dados do rio Guaraqueçaba foi a estação Colônia Rio Verde, que dista aproximadamente 15,0 km do ponto de confluência estuarino. Já para o rio Nhundiaquara, foram usados os dados da estação fluviométrica Morretes Nhundiaquara, distante da foz do rio cerca de 7,9 km; para o rio Tagaçaba adotaram-se as informações registradas pela estação

fluviométrica Passo do Vau, que está em torno de 6,0 km de distância do ponto de desague do rio Tagaçaba no Complexo Estuarino de Paranaguá. As distâncias mencionadas acima, entre as estações de medida e as desembocaduras dos respectivos rios, por possuírem elevada ordem de grandeza, permitem concluir que não estão sujeitas a possíveis efeitos de maré.

Para os rios Faisqueira, Nunes e Sagrado foram adotados os valores obtidos por Mantovanelli (1999) em suas incursões instantâneas, que ocorreram no inverno de 1997 e no verão de 1998; tais informações traduzem a importância relativa dos rios em cenários de elevado e reduzido aporte fluvial. As vazões nesses rios foram estimadas por meio da medição da velocidade e da área em seções transversais aos canais dos rios. A Tabela 1 mostra uma média das vazões utilizadas obtidas no *Hidroweb* e por Mantovanelli (1999), tanto para o inverno quanto para o verão.

TABELA1. VAZÕES MÉDIAS ADOTADAS PARA RIOS AFLUENTES AO CEP

RIO	Q (m³/s) INVERNO	Q (m³/s) VERÃO
Cachoeira	14.90	28.39
Faisqueira	0.50	5.82
Guaraqueçaba	3.77	10.62
Nhundiaquara	7.02	20.89
Nunes	0.56	2.52
Tagaçaba	4.43	10.58
Sagrado	0.40	7.15

5.4.4. Dados de Maré

Os dados da maré astronômica foram produzidos a partir do uso de 16 constantes harmônicas (Tabela 2), obtidas em Marone e Jamiyanna (1997). Não foram consideradas nesse trabalho as variações provocadas pela maré meteorológica.

TABELA 2. CONSTANTES HARMÔNICAS

Constante	Amplitude (m)	Fase (rad)
Q1	0.033	0.3788
MO3	0.105	0.4487
O1	0.111	0.7803
M2	0.491	1.0595
S2	0.330	1.1468
L2	0.029	1.2166
MSf	0.120	1.3963
K1	0.076	1.7926
mu2	0.040	1.8973
MK3	0.059	2.0369
N2	0.074	2.2987
MN4	0.067	3.2412
M3	0.162	3.9568
M4	0.160	4.1313
M1	0.016	4.1488
MS4	0.067	5.5974

FONTE: Marone e Jamiyanna (1997).

6. RESULTADOS

Os resultados obtidos pelo modelo de circulação hidrodinâmico bidimensional são mostrados para cada um dos quatro cenários. São feitas análises temporais em três estações, que caracterizam distintos setores do CEP, com objetivo de determinar quais regiões sofrem influência dos efeitos das modificações batimétricas. A Figura 15 mostra a localização das estações no CEP, que são: E1, localizada na região da baía de Antonina e escolhida por estar distante da região onde houve mudança na batimetria; E2, localizada no canal de acesso ao porto e escolhida por estar na região onde foram realizadas as mudanças batimétricas; e E3, localizada na região da baía das Laranjeiras e escolhida por estar consideravelmente afastada da região onde foram realizadas as mudanças.

Com os resultados do modelo de circulação hidrodinâmico também foi possível realizar as análises espaciais nos quatro cenários. A determinação do padrão de circulação se deu em dois instantes: um durante uma vazante de sizígia e o outro numa enchente durante a quadratura, escolhidos por apresentarem diferenças significativas entre os cenários modelados. O escoamento residual foi estimado para um período de aproximadamente dois ciclos de maré durante uma maré de sizígia, tanto em janeiro quanto em junho. Com o objetivo de mostrar o padrão de circulação no CEP, foram definidas três regiões específicas dentro do complexo (Figura 16), para verificar como determinadas localidades podem ser influenciadas pelas mudanças batimétricas propostas.

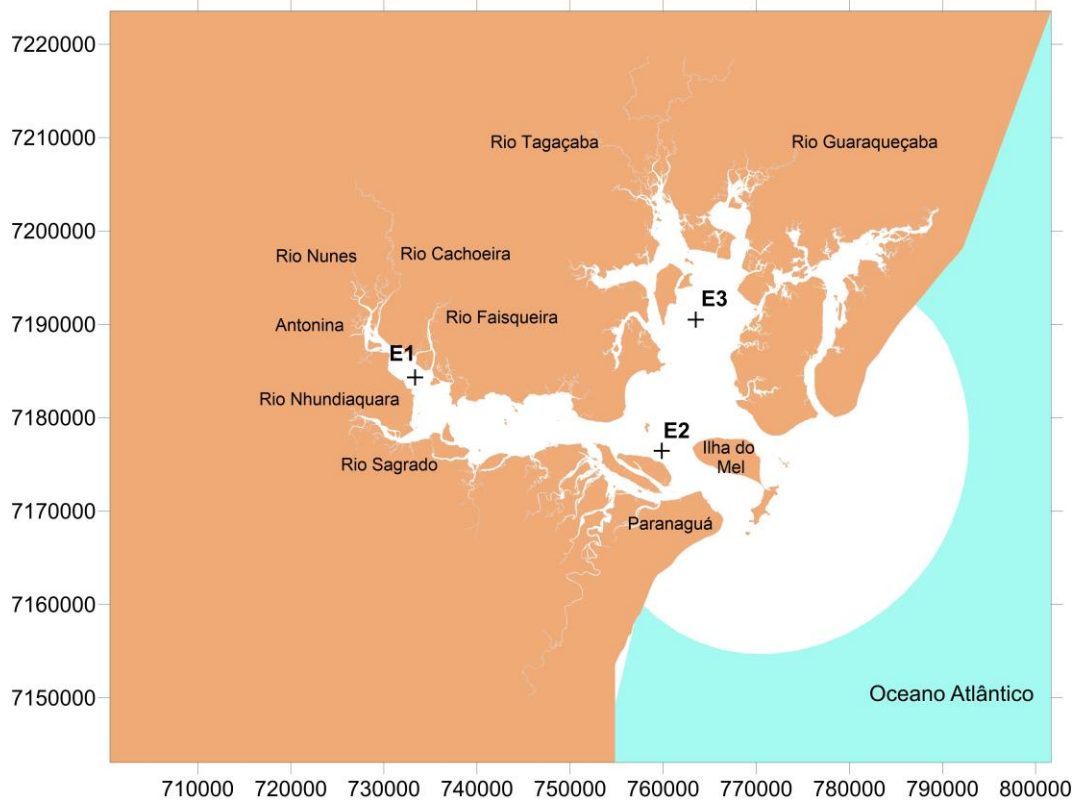


Figura 15: Localização das estações E1, E2 e E3.

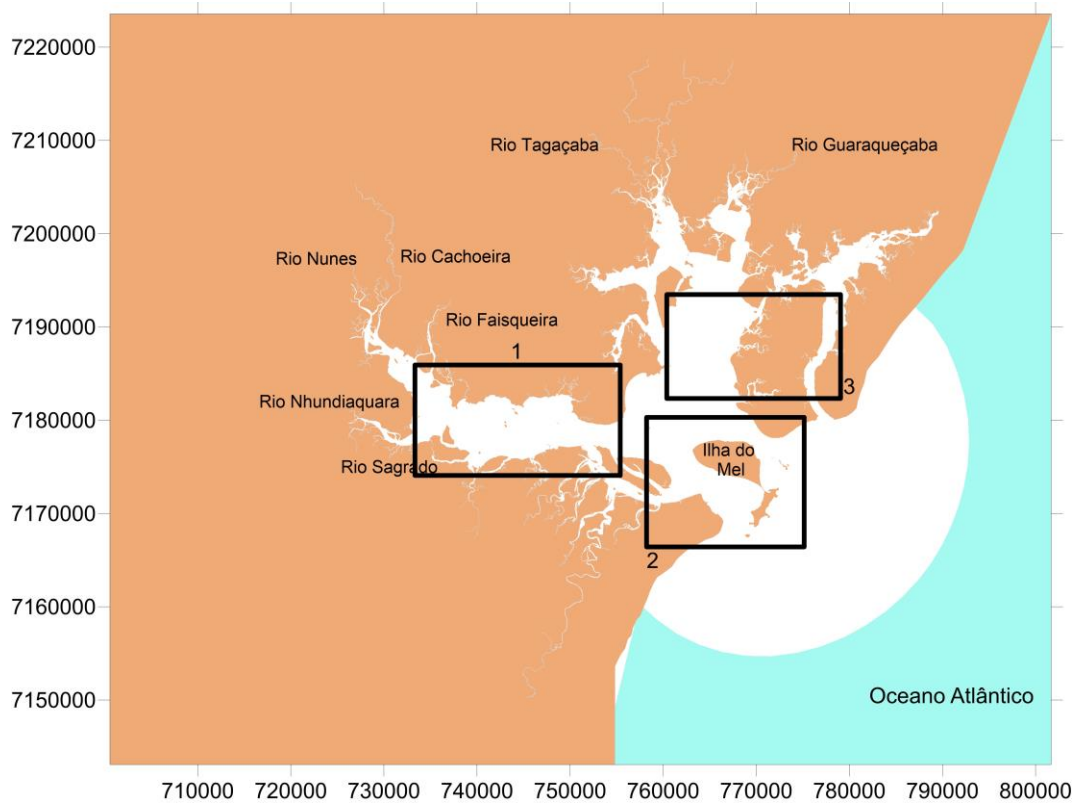


Figura 16: Seções estabelecidas para análise do padrão de circulação e escoamento residual.

6.1. ANÁLISE TEMPORAL

6.1.1. Cenários 1 e 2

A Figura 17 mostra os resultados da elevação da superfície livre, obtidos através do SisBaHia, para os cenários 1 e 2 na baía de Antonina durante o mês de janeiro, para um período de quadratura, entre os dias 02/01/2009 e 08/01/2009, e um período de sizígia, entre os dias 08/01/2009 e 14/01/2009.

Analisando os resultados mostrados na Figura 17, percebe-se que a elevação da superfície livre foi maior no Cenário 1, durante o período de sizígia, com o canal dragado, pois a maior profundidade propiciou um aumento das preamares. É possível perceber um comportamento contrário na quadratura, quando comparada com a sizígia; no entanto, nos períodos de quadratura as diferenças entre os dois cenários são menores. Observa-se também que a presença do canal dragado pouco altera os valores de elevação na região da baía de Antonina.

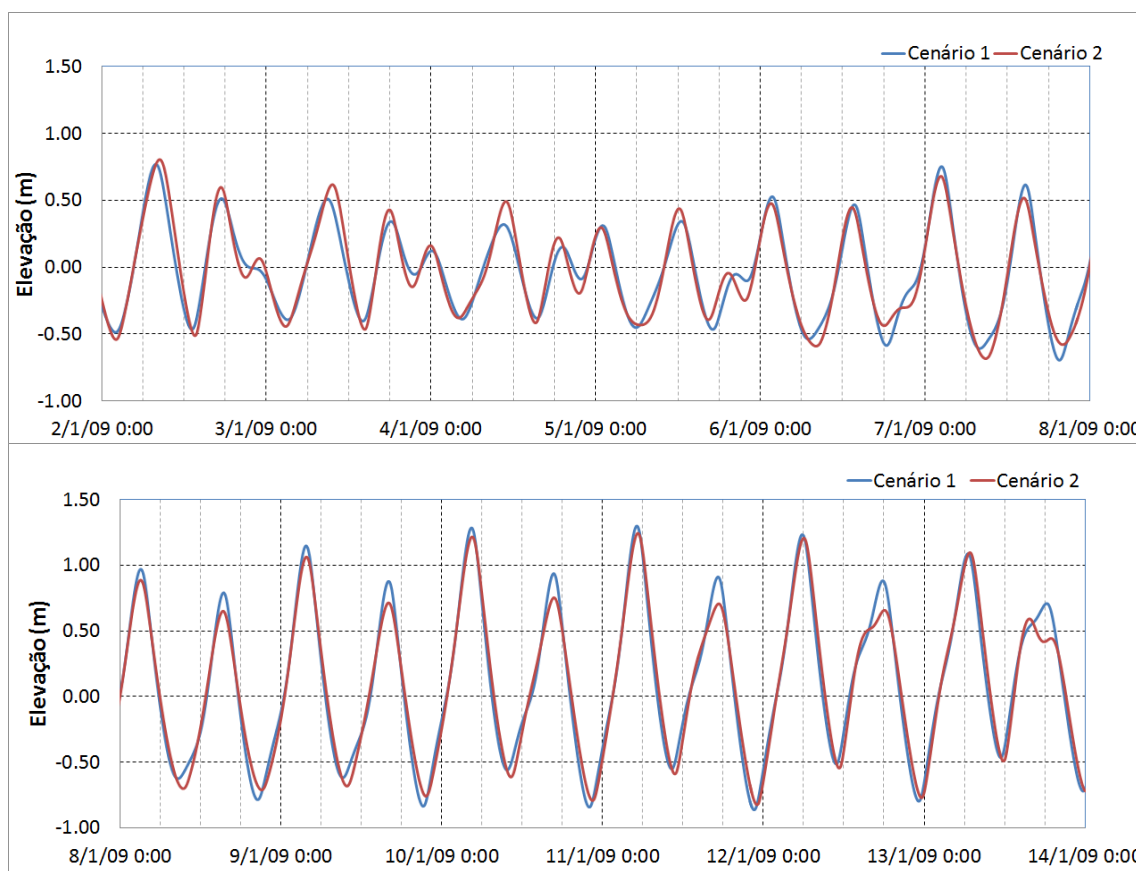


Figura 17. Elevação na Estação E1 (Baía de Antonina) nos períodos de quadratura e sizígia para os cenários 1 e 2.

Em relação a componente Leste-Oeste da velocidade é possível perceber que durante a maré de quadratura, entre 16/01/2009 e 22/01/2009, apresentado na Figura 18, as diferenças entre os valores da componente Leste-Oeste da velocidade são pequenas para os dois cenários; porém, próximo ao dia 22/01/2009, os valores da componente Leste-Oeste da velocidade para o cenário 1 (com o canal dragado) são sensivelmente superiores ao cenário 2, sem a presença do canal. O mesmo comportamento é observado no período de sizígia, entre 08/01/2009 e 14/01/2009, com o cenário 1 apresentando valores maiores da componente Leste-Oeste da velocidade. Novamente as diferenças obtidas entre os dois cenários não é significativa.

Os resultados obtidos pelo modelo para a componente Norte-Sul da velocidade para os dois cenários, Figura 19, mostra que as diferenças entre os cenários são bastante semelhantes aos obtidos para a componente Leste-Oeste da velocidade.

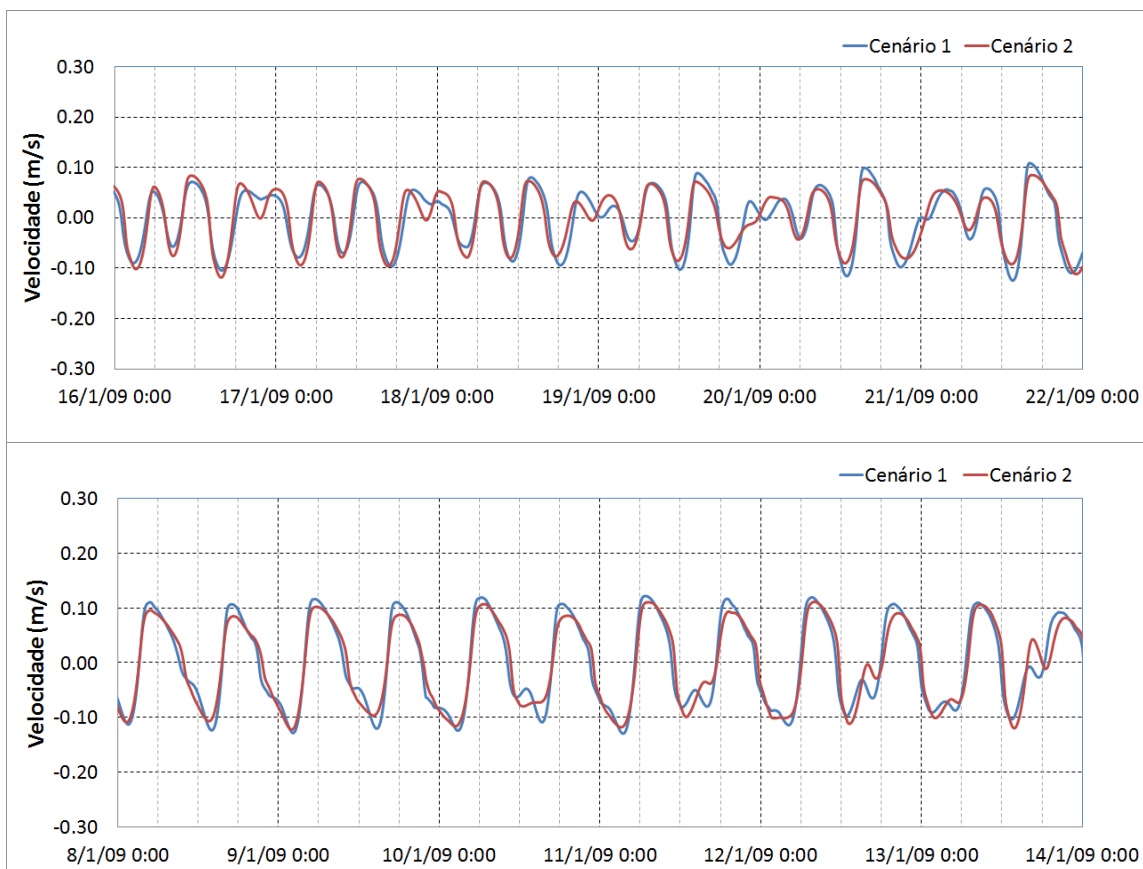


Figura 18. Componente Leste-Oeste da velocidade na Estação E1, durante uma quadratura e durante uma sizígia.

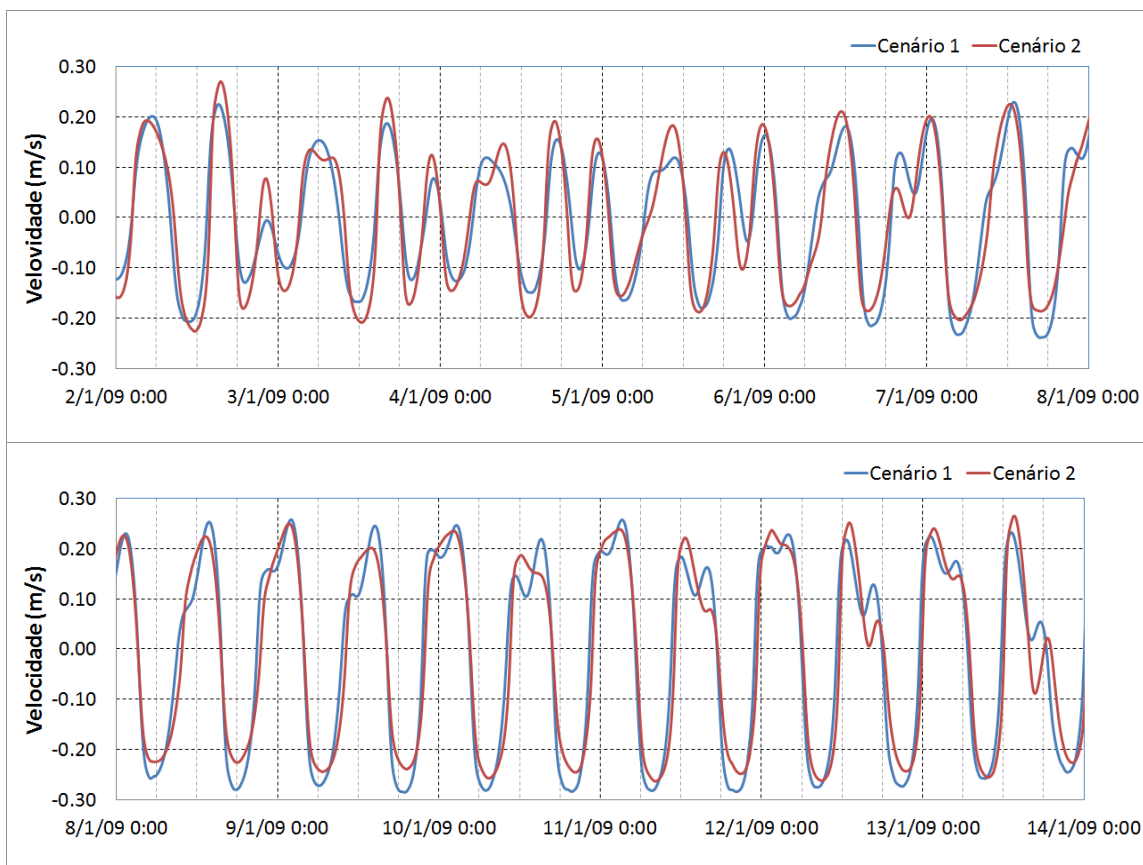


Figura 19. Componente Norte-Sul da velocidade na Estação E1, durante uma quadratura e durante uma sizígia.

As diferenças verificadas podem estar relacionadas às variações das tensões de atrito do fundo na região da entrada do canal de acesso do CEP. O SisBaHia calcula as tensões de atrito (τ_i^B) em função do coeficiente de Chezy (C_h), através da relação:

$$\tau_i^B = \rho_0 \frac{g}{C_h^2} \sqrt{U^2 + V^2} U_i \quad (1)$$

$$\text{onde } C_h = 18 \log_{10} \left(\frac{6H}{\varepsilon} \right) \quad (2)$$

onde U_i é a componente da velocidade na direção x_i , ρ_0 é a massa específica de referência, H é a profundidade e ε é a amplitude da rugosidade equivalente do fundo, função do tipo de sedimento. Considerando que a amplitude da rugosidade equivalente do fundo é igual nos dois cenários simulados, e que a profundidade no cenário 2 é menor que no cenário 1, na região do canal de acesso ao porto, quanto

menor a profundidade, menor o coeficiente de Chezy e, conseqüentemente, maiores serão os valores da tensão de atrito, que também são dependentes das componentes da velocidade. É possível que o canal dragado imponha ao sistema uma tensão de atrito menor, favorecendo valores mais elevados das componentes da velocidade, principalmente durante o período de sizígia. Durante a quadratura, as tensões de atrito são reduzidas, é possivelmente um balanço devido às outras forçantes, com efeitos não lineares, pode explicar um comportamento diferente em relação ao período de sizígia.

Na Figura 20, são apresentados os valores de elevação para a canal da Galheta, considerando os cenários 1 e 2. Ao analisar comparativamente os resultados, verifica-se que o comportamento da elevação é semelhante ao apresentado para a baía de Antonina. Nesta estação também se constata que a variação da batimetria entre os cenários pouco altera a elevação da superfície livre da água. Comparando os gráficos de elevação se nota que as amplitudes dos registros de E1 são levemente maiores que as amplitudes dos valores de E2.

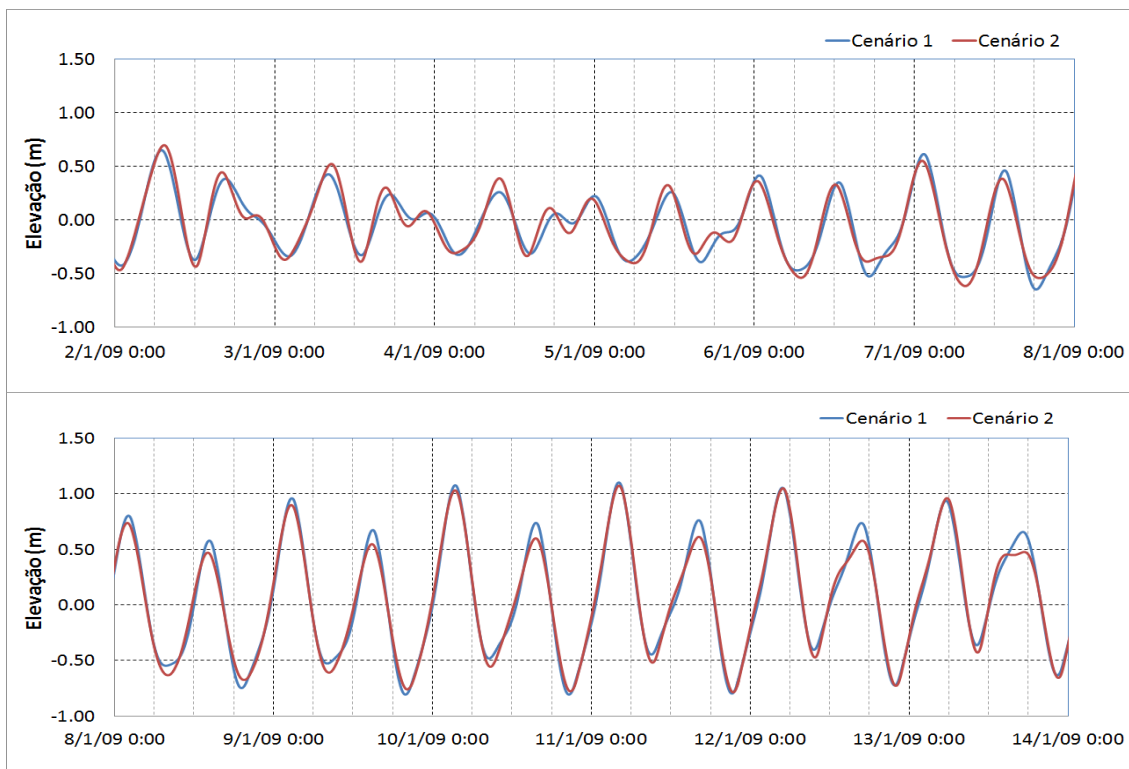


Figura 20. Elevação na Estação E2 (Canal da Galheta) nos períodos de quadratura e sizígia.

Com relação à componente Leste-Oeste da velocidade para a estação E2, Figura 21, nota-se que o comportamento das componentes durante a quadratura, de 02/01/2009 à 08/01/2009, é o inverso do apresentado para a Baía de Antonina, ou seja, os valores para a componente Leste-Oeste da velocidade para o cenário 2 são maiores do que os do cenário 1; próximo ao dia 06/01/2009, as diferenças entre as duas componentes da velocidade se tornam muito pequenas. Na sizígia, do dia 08/01/2009 ao dia 14/01/2009, a componentes Leste-Oeste da velocidade é superior na ausência do canal dragado, cenário 2.

Para a componente Norte-Sul da velocidade, Figura 22, tanto para na quadratura quanto na sizígia, o comportamento mostrado é semelhante ao visto na estação E1.

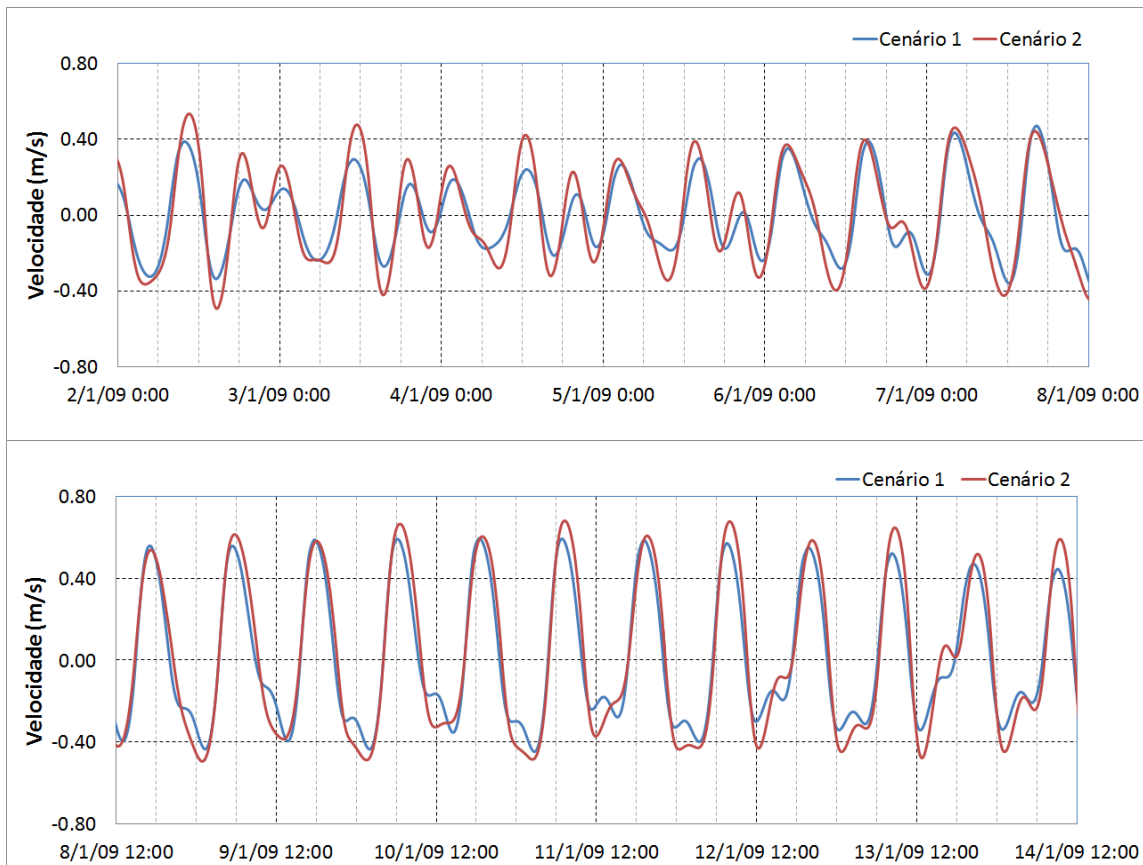


Figura 21. Componentes Leste-Oeste da velocidade na Estação E2, durante um período de quadratura e durante um período de sizígia.

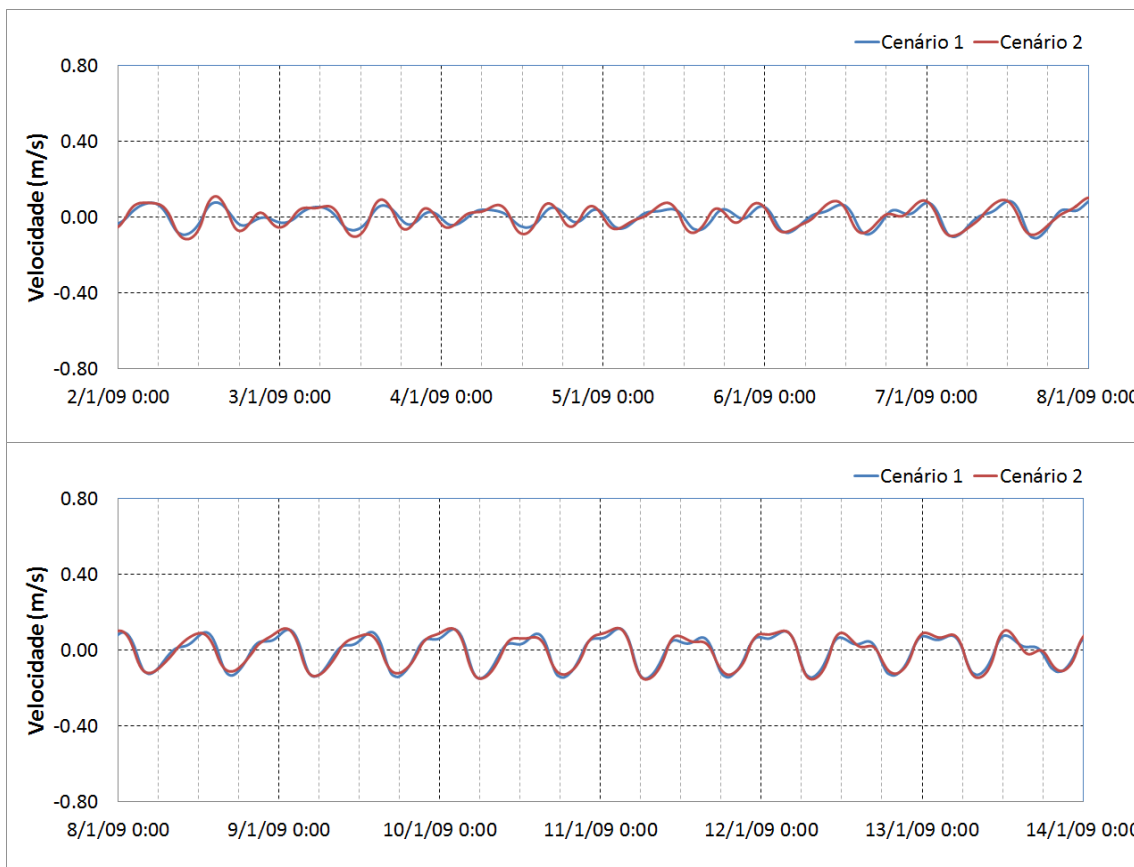


Figura 22. Componentes Norte-Sul da velocidade na Estação E2, durante um período de quadratura e durante um período de sizígia.

O comportamento da elevação na estação da Baía das Laranjeiras, Figura 23, se mostra muito semelhante ao comportamento verificado para as outras duas estações, sendo os intervalos de quadratura e sizígia, coincidentemente, os mesmos das outras estações também.

A Figura 24 mostra que, tanto para a componente Leste-Oeste quanto para a componente Norte-Sul, Figura 25, da velocidade; na quadratura e na sizígia as simulações com e sem o canal dragado apresentaram comportamento semelhante. Constata-se também que a ordem de grandeza da componente Leste-Oeste da velocidade, entre 02/01/2009 e 08/01/2009, é levemente menor quando comparada com a ordem de grandeza das componentes Leste-Oeste nas estações E1 e E2.

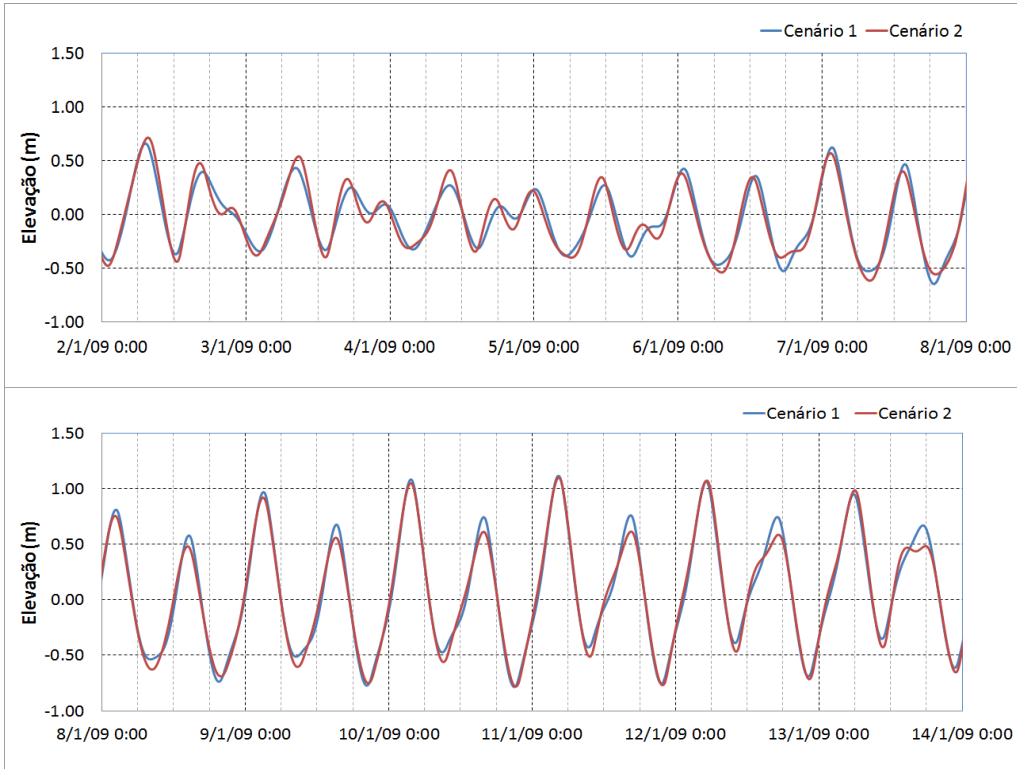


Figura 23. Elevação na Estação E3 (Baía das Laranjeiras) nos períodos de quadratura e sizígia..

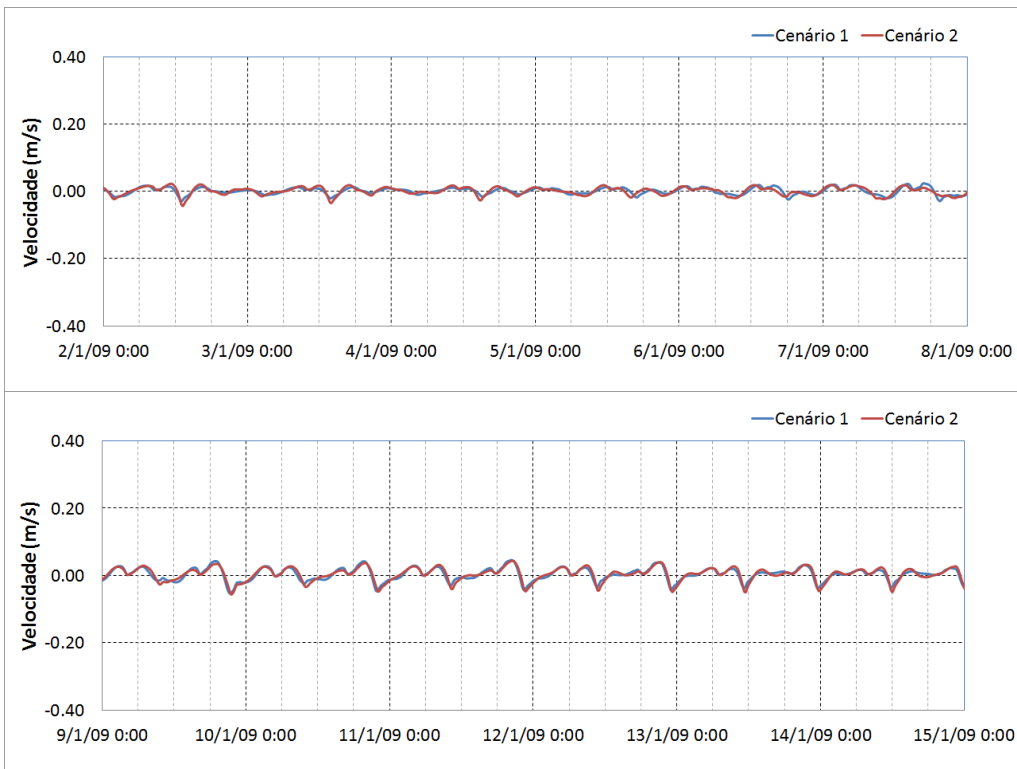


Figura 24. Componentes Leste-Oeste da velocidade na Estação E3, durante um período de quadratura e durante um período de sizígia.

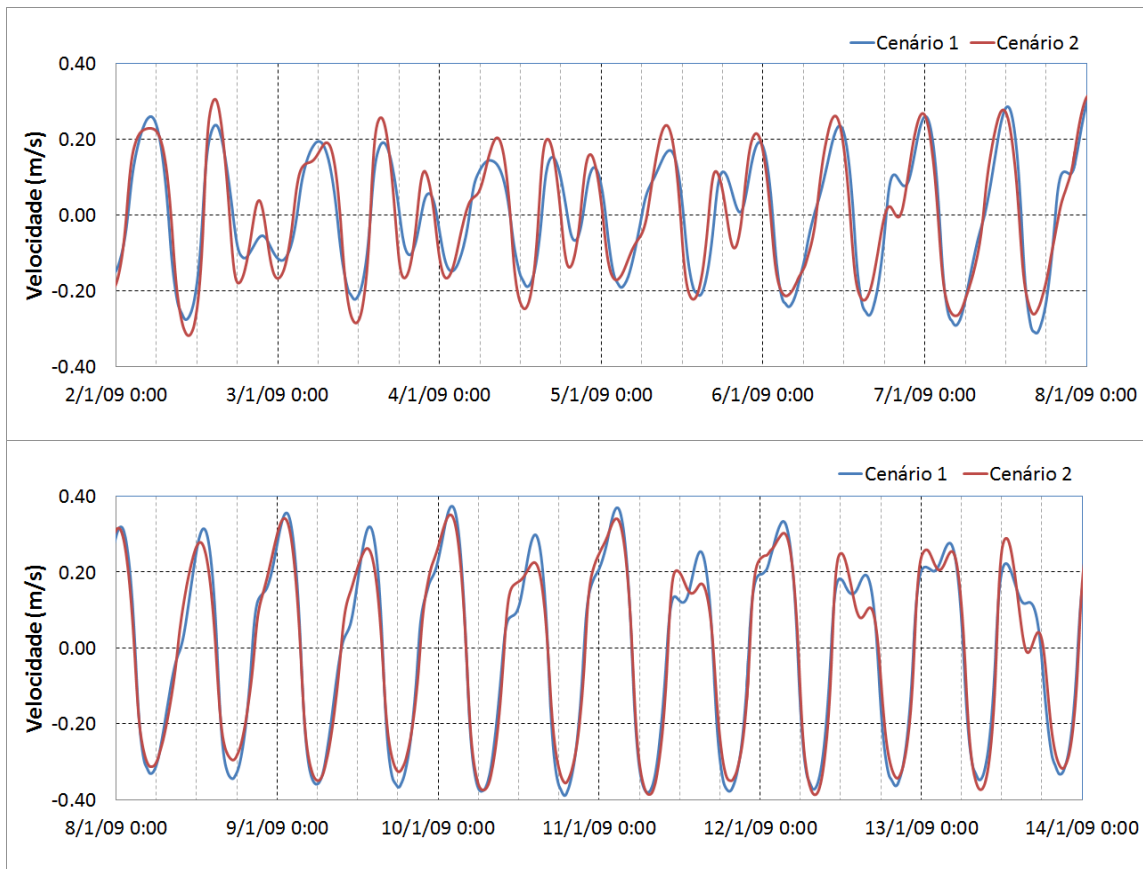


Figura 25. Componentes Norte-Sul da velocidade na Estação E3, durante um período de quadratura e durante um período de sizígia.

6.1.2. Cenários 3 e 4

A Figura 26 ilustra o resultado para a elevação obtido pelo modelo de circulação hidrodinâmica para os cenários 3 e 4 na Baía de Antonina. Ao analisar as Figuras 26, 27 e 28 confirma-se que o comportamento da elevação e das componentes Leste-Oeste e Norte-Sul da velocidade na estação E1 em junho são os mesmos que os obtidos para a estação E1 em janeiro.

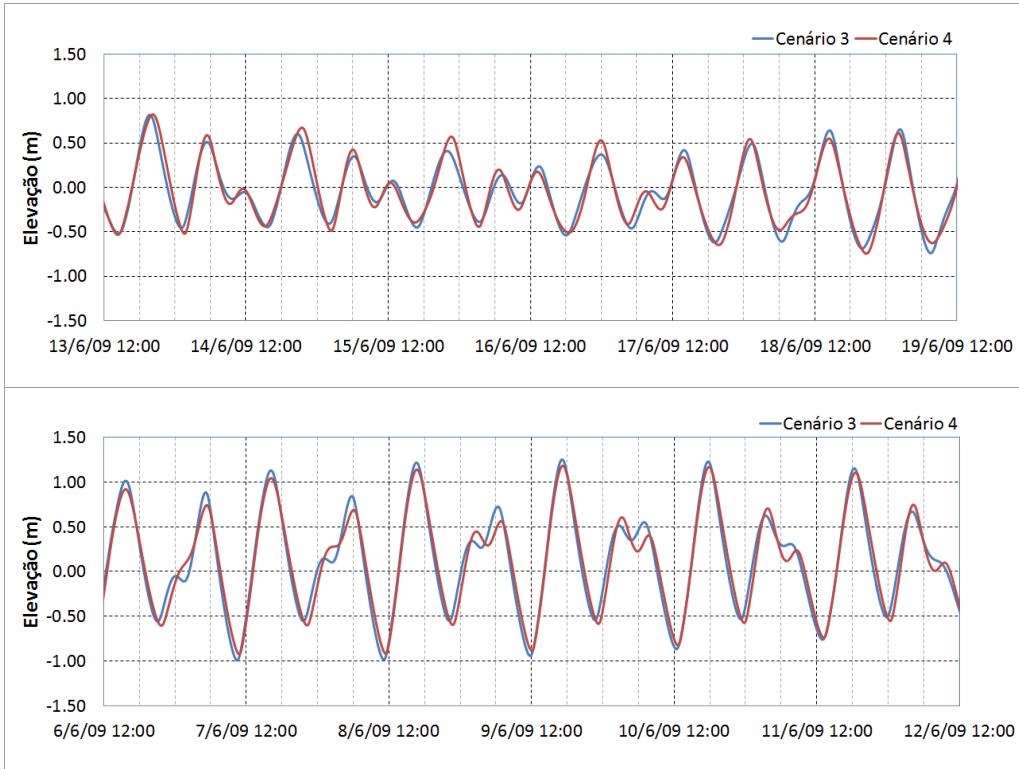


Figura 26. Elevação na Estação E1 (Baía de Antonina) nos períodos de quadratura e sizígia.

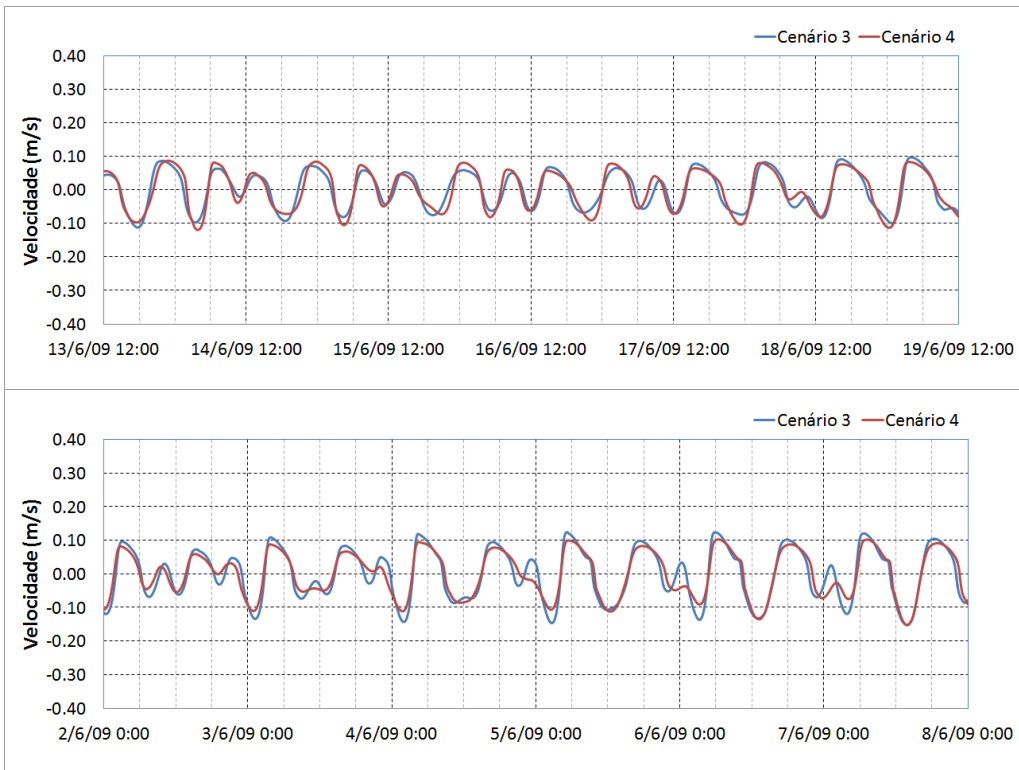


Figura 27. Componentes Leste-Oeste da velocidade na Estação E1, durante uma quadratura e durante uma sizígia.

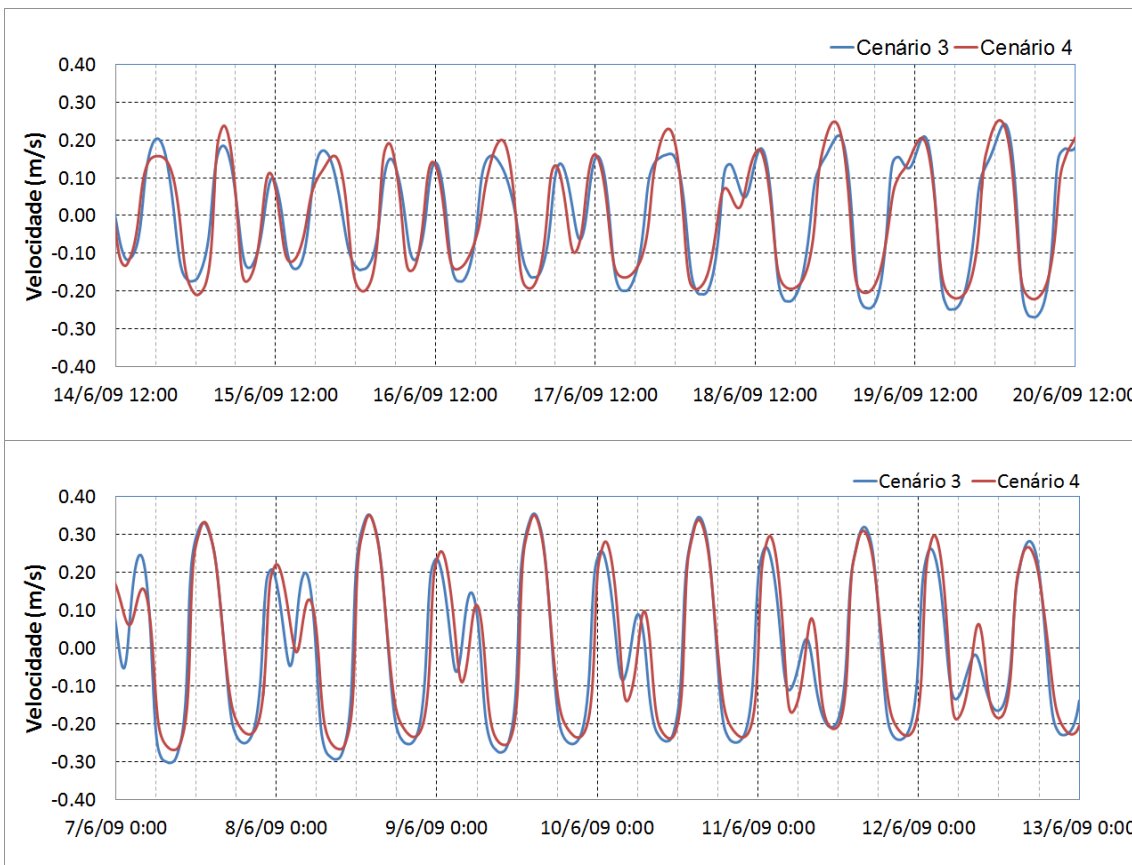


Figura 28. Componentes Norte-Sul da velocidade na Estação E1, durante uma quadratura e durante uma sizígia.

O que se verificou para E1 no mês de junho, se aplica à estação no canal da Galheta para esse mesmo mês, ou seja, analisando as Figuras 29, 30, e 31, que apresentam os resultados obtidos para os cenários 3 e 4, percebe-se que a elevação e as componentes Norte-Sul e Leste-Oeste da velocidade mostraram comportamento semelhante ao visto para a estação E2 no mês de janeiro.

A estação da Baía das Laranjeiras, durante o inverno, possui o mesmo comportamento observado para o mês de janeiro; como pode ser visto nas Figuras 32, 33 e 34.

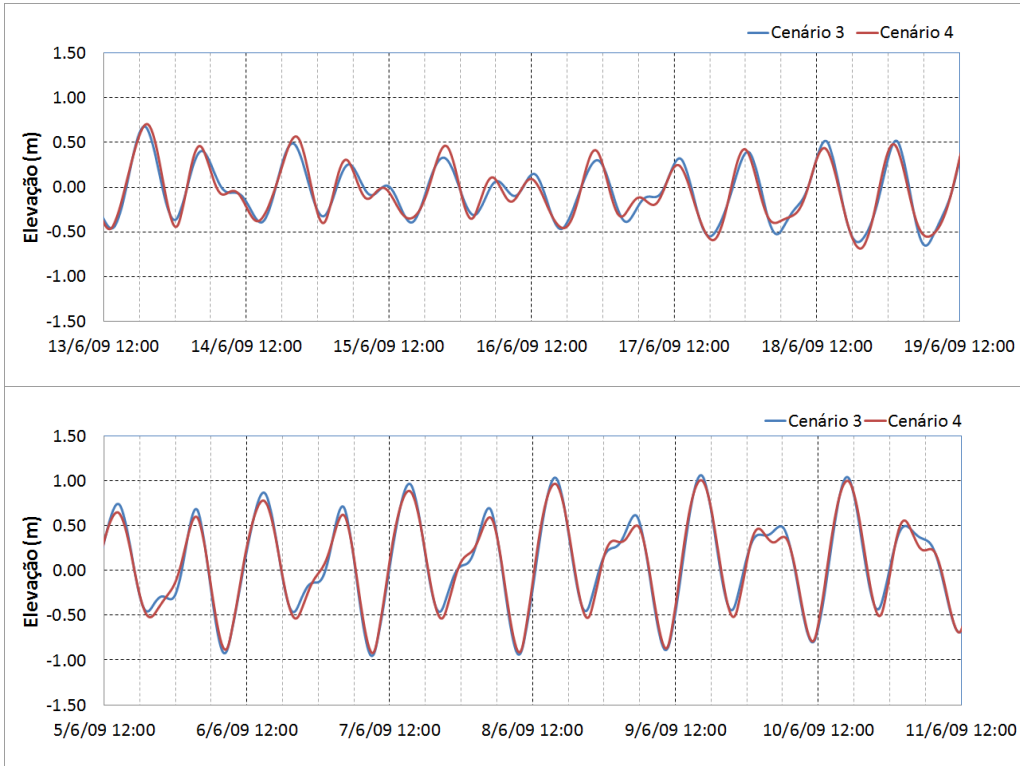


Figura 29. Elevação na Estação E2 (Canal da Galheta) em uma quadratura e em uma sizígia.

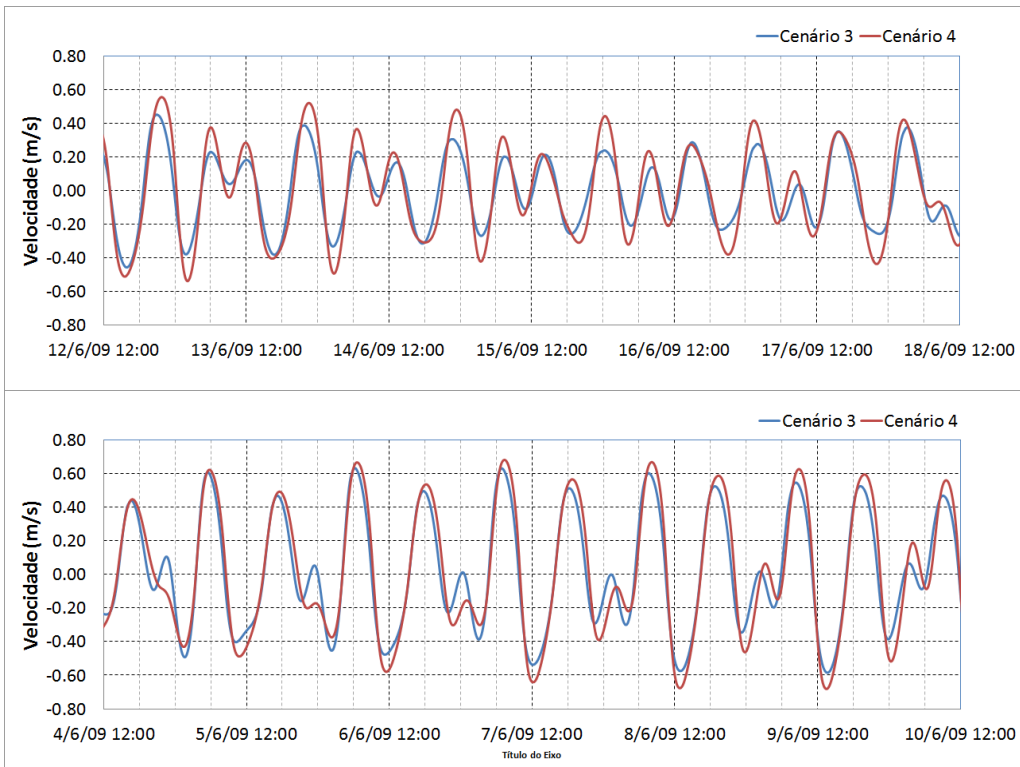


Figura 30. Componentes Leste-Oeste da velocidade na Estação E2, durante um período de quadratura e durante um período de sizígia.

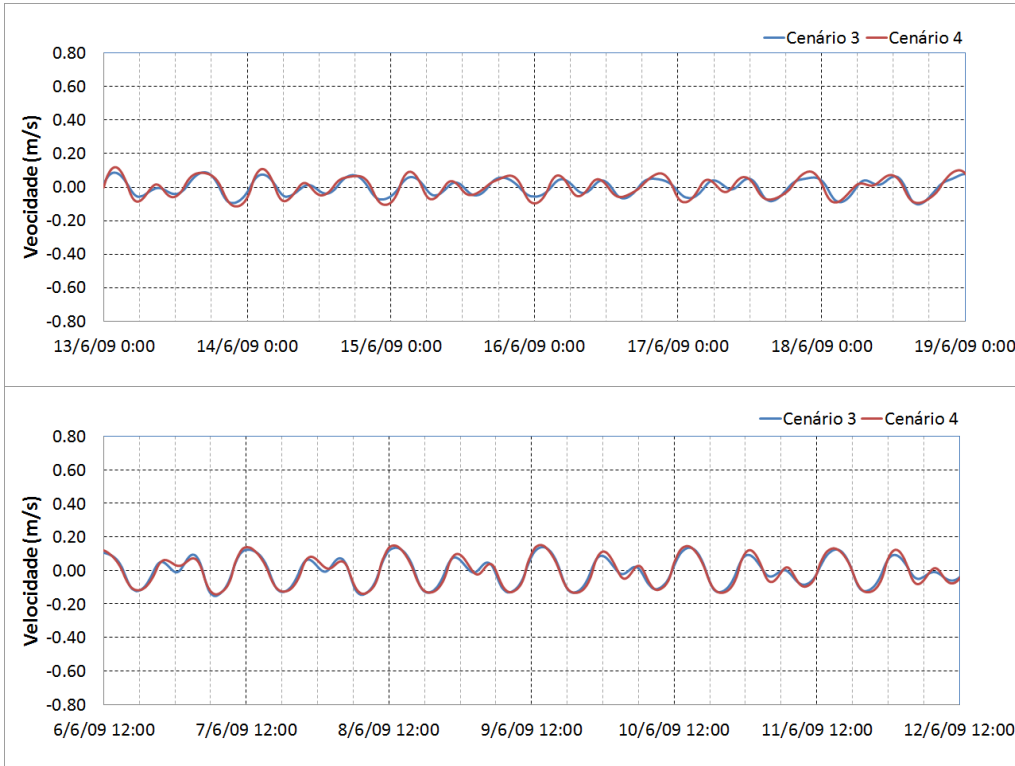


Figura 31. Componentes Norte-Sul da velocidade na Estação E2, durante um período de quadratura e durante um período de sizígia.

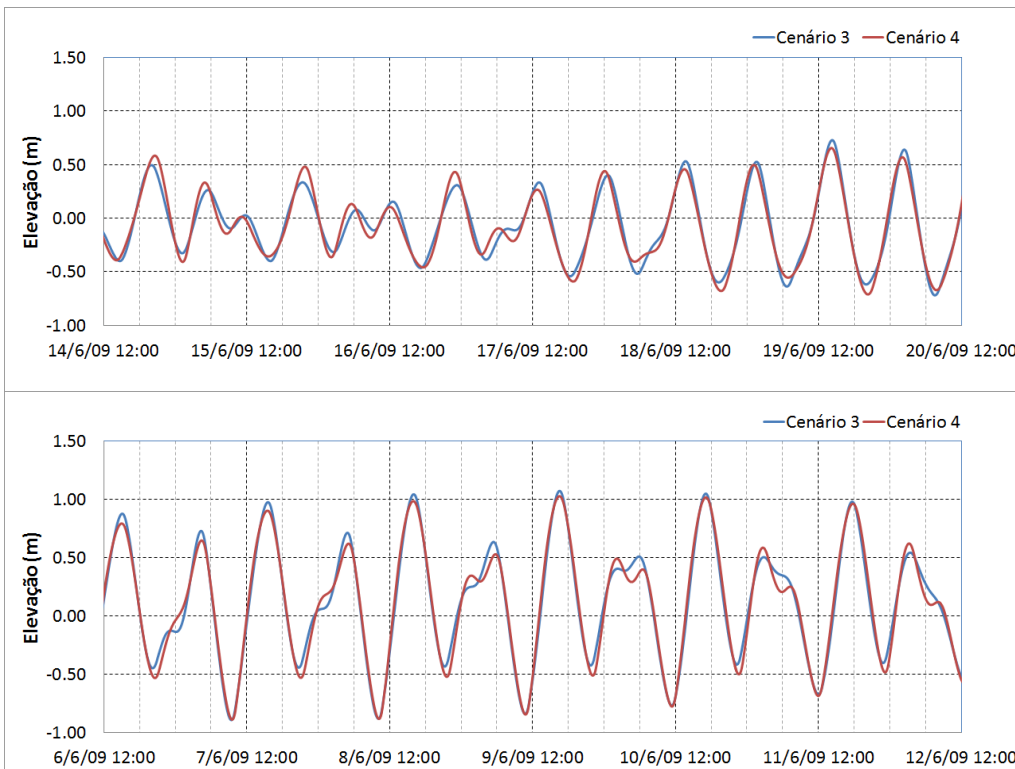


Figura 32. Elevação na Estação E3 (Baía das Laranjeiras) nos períodos de quadratura e sizígia.

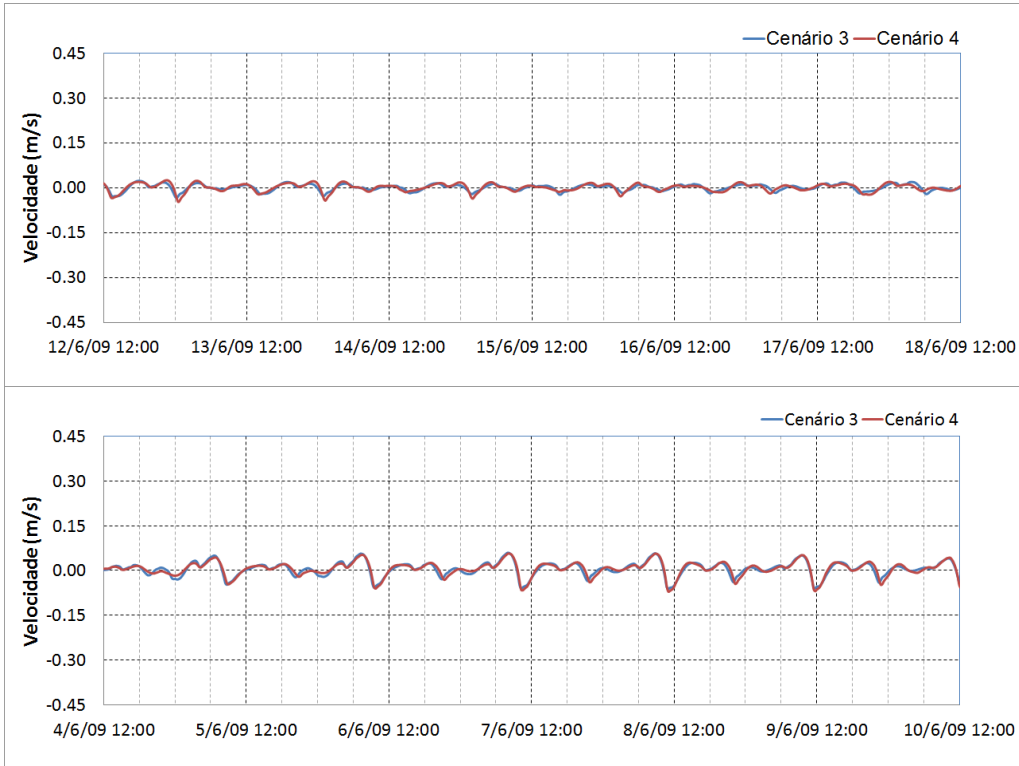


Figura 33. Componentes Leste-Oeste da velocidade na Estação E3, durante um período de quadratura e durante um período de sizígia.

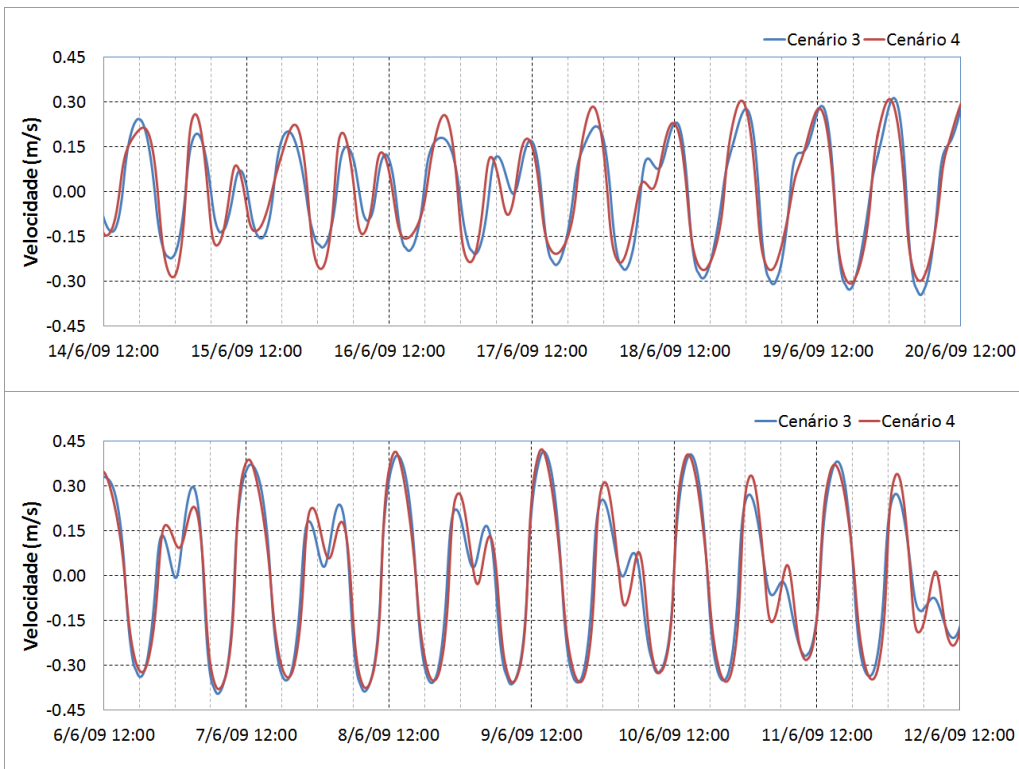


Figura 34. Componentes Norte-Sul da velocidade na Estação E3, durante um período de quadratura e durante um período de sizígia.

Os comportamentos semelhantes verificados em distintas estações, para distintos cenários, mostram que o aporte fluvial pouco influencia na circulação hidrodinâmica do CEP.

6.2. ANÁLISE ESPACIAL

6.2.1. Padrão de Circulação para os Cenários 1 e 2

A região identificada na Figura 16 como região 1 abrange desde a Baía de Antonina, ponto de confluência dos rios Cachoeira e Nhundiaquara, sabidamente os que mais contribuem com o aporte fluvial no Eixo Leste-Oeste do CEP. A Figura 35 mostra esta região em detalhe, sendo um padrão de vazante durante um ciclo de sizígia, no dia 09/01/2009 às 18:00h, e um padrão de enchente, durante um ciclo de quadratura, no dia 19/01/2009 às 12:00h (Figura 36), para os cenários 1 e 2. É possível observar que nestes dois instantes, o padrão de circulação nesta região sofreu uma influência muito pequena da variação batimétrica imposta ao CEP.

A Figura 37 mostra as diferenças em relação às componentes da velocidade para o dia 09/01/2009 às 18:00 h. Pode-se notar que as diferenças são muito pequenas, como mencionado anteriormente.

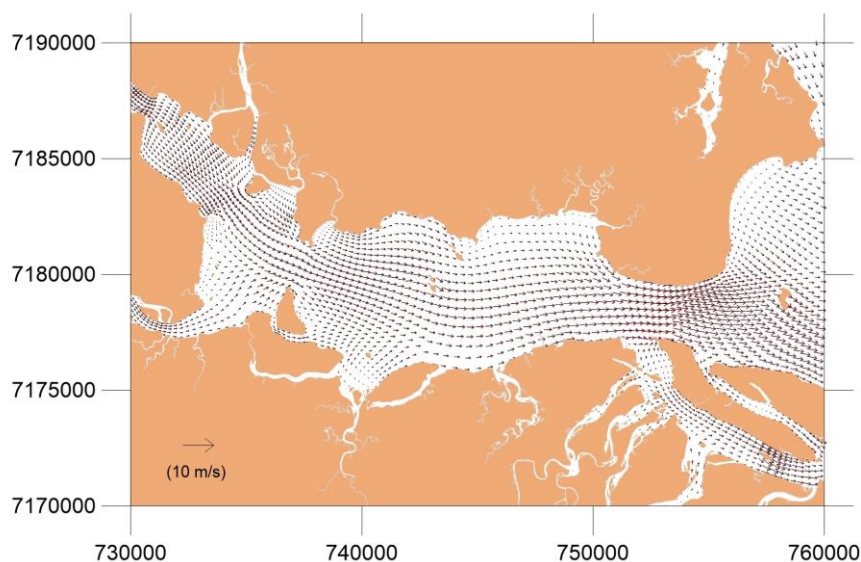


Figura 35. Padrão de circulação da região 1, para um instante de vazante de sizígia, no dia 09/01/2009 às 18:00h. Símbolos pretos representam o cenário 1 e símbolos vermelhos o cenário 2.

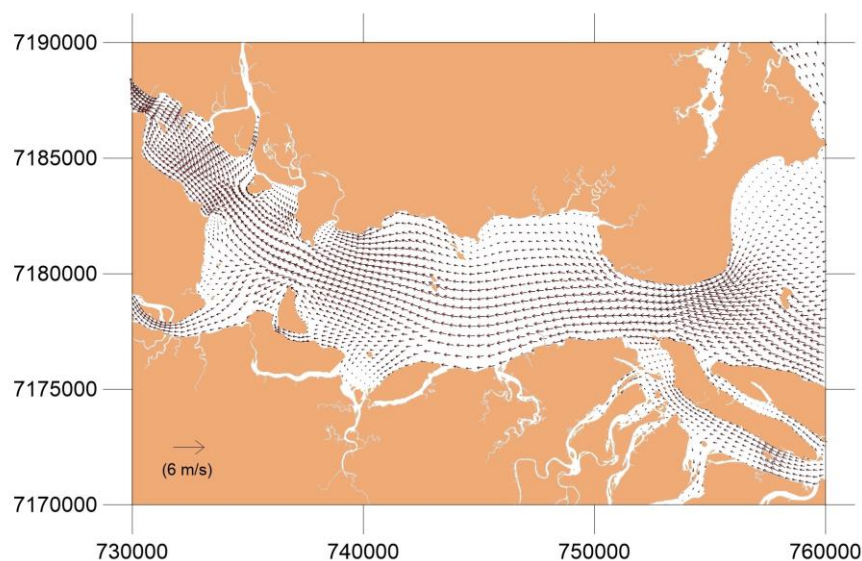


Figura 36. Padrão de circulação da região 1, para um instante de enchente, no dia 19/01/2009 às 12:00h. Símbolos pretos representam o cenário 1 e símbolos vermelhos o cenário 2.

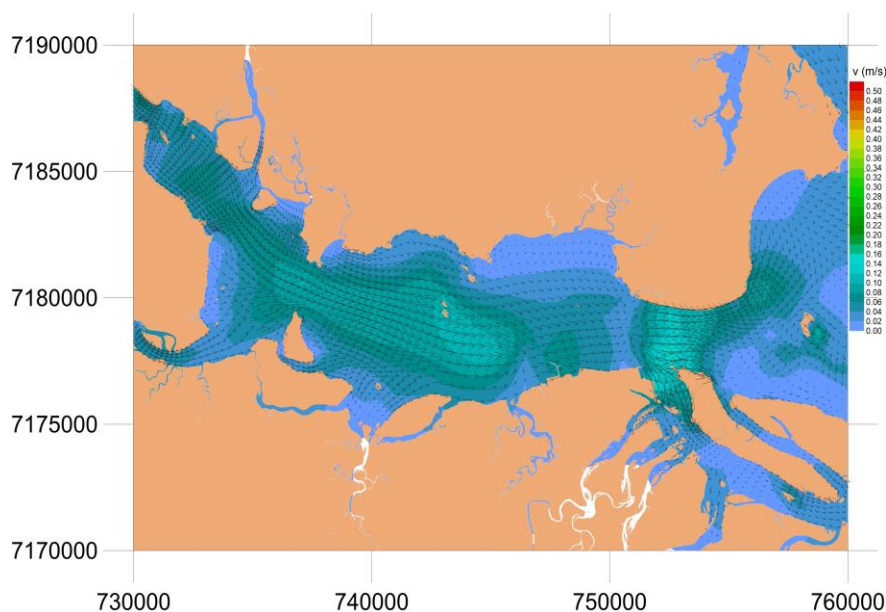


Figura 37. Diferenças das componentes da velocidade entre os cenários 1 e 2.

Ao analisar o padrão de circulação para a região 2, que engloba as duas principais desembocaduras do CEP, nos mesmos instantes de tempo, verifica-se novamente um comportamento bastante semelhante para os dois cenários; porém percebe-se que no instante de vazante, Figura 38, o padrão de circulação para o cenário 2 é intensificado, na passagem formada entre a Ilha do Mel e a região de Pontal do Sul, com uma mudança de direção e sentido, principalmente no início do

Canal da Galheta, ou seja, a circulação nessa região sofreu uma considerável modificação devido redução na profundidade. Já no instante de enchente, Figura 39, o padrão de circulação é o mesmo, tanto para o cenário 1 quanto para o cenário 2.

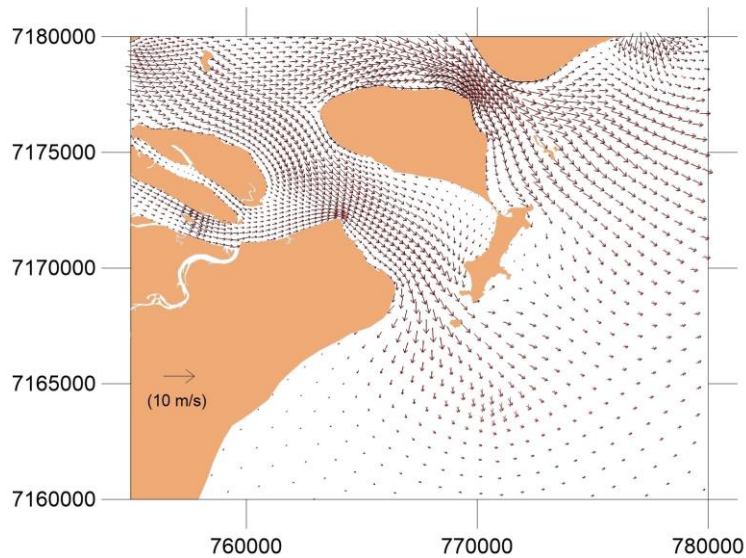


Figura 38. Padrão de circulação da região 2, para um instante de vazante de sizígia, no dia 09/01/2009 às 18:00h. Símbolos pretos representam o cenário 1 e símbolos vermelhos o cenário 2.

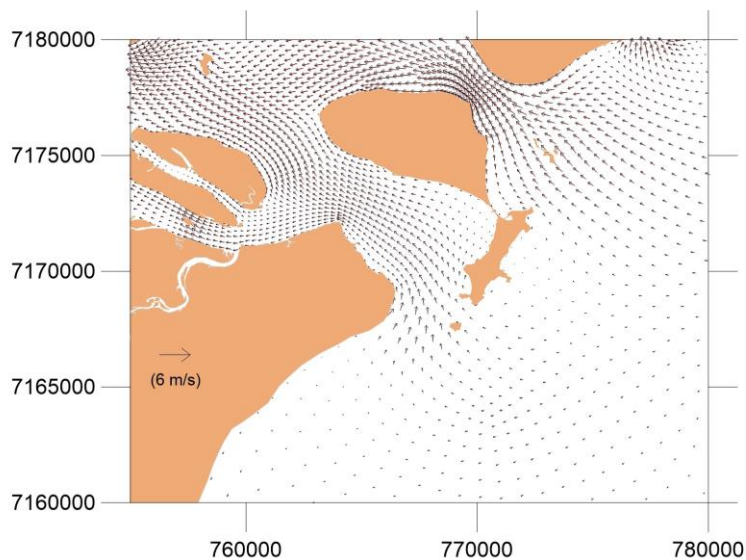


Figura 39. Padrão de Circulação da região 2, para um instante de enchente de quadratura, no dia 19/012009 às 12:00h. Símbolos pretos representam o cenário 1 e símbolos vermelhos o cenário 2.

A análise do padrão de circulação da região 3, eixo Norte-Sul do CEP, mostra que o comportamento da maré independe dos cenários 1 e 2, visto que são iguais, tanto na vazante quanto na enchente (Figuras 40 e 41); porém é perceptível a maior intensidade do padrão de circulação vazante, Figura 40, para ambas as simulações, com e sem o canal dragado.

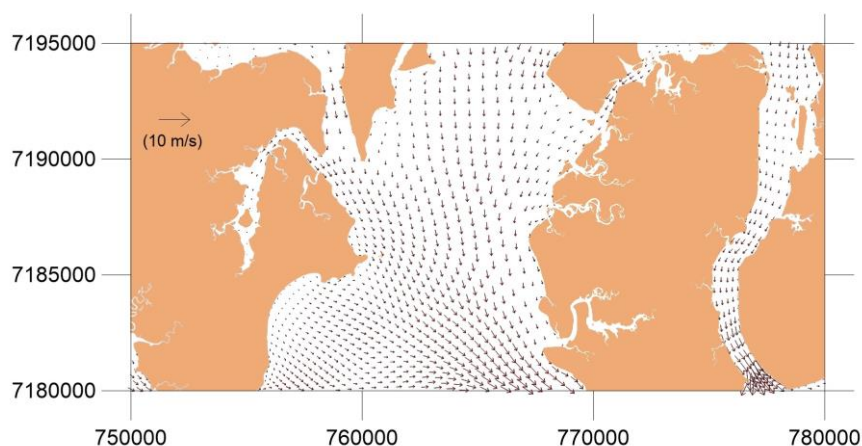


Figura 40. Padrão de Circulação da região 3, para um instante de vazante de sizígia, no dia 09/01/2009 às 18:00h. Símbolos pretos representam o cenário 1 e símbolos vermelhos o cenário 2.

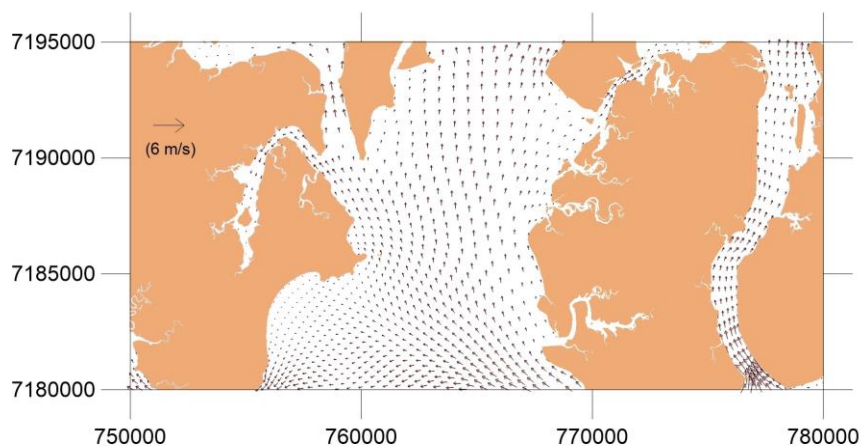


Figura 41. Padrão de Circulação da região 3, para um instante de enchente de quadratura, no dia 19/01/2009 às 12:00h. Símbolos pretos representam o cenário 1 e símbolos vermelhos o cenário 2.

6.2.2. Escoamento Residual para os Cenários 1 e 2

Com o objetivo de verificar o comportamento do padrão de circulação bidimensional do Complexo Estuarino de Paranaguá, foram realizadas comparações entre o escoamento residual para os cenários 1 e 2, calculados para 25 horas, o que deu um período de aproximadamente dois ciclos de maré de sizígia.

Segundo Cunha *et al.* (2001), o escoamento residual é definido conforme (3):

$$U_R = \frac{\int_{t_0}^{t_0+T} (HU)dt}{\int_{t_0}^{t_0+T} Hdt}, V_R = \frac{\int_{t_0}^{t_0+T} (HV)dt}{\int_{t_0}^{t_0+T} Hdt} \quad (3)$$

onde U_R e V_R são as componentes da velocidade nas direções x e y , U e V são as componentes da velocidade promediadas na direção vertical, nas direções x e y , respectivamente, H é a altura da coluna d'água, t_0 o instante inicial e T o período.

As Figuras 42, 43 e 44 se referem às regiões 1, 2 e 3 identificadas na Figura 16, e mostram em detalhes, o escoamento residual destas áreas de interesse do CEP. A Figura 42 mostra que na região 1 o campo de velocidades residual possui um comportamento bastante descontínuo, com áreas de maior e menor velocidade, e a formação de vórtices na parte superior da região; ainda é possível identificar uma elevação do campo de velocidades residual para o Cenário 2, na região da Ilha da Cotinga.

Na Figura 43, o campo de velocidade residual é mais intenso para a batimetria restaurada, cenário 2, com valores maiores ao longo do segmento do canal de acesso ao porto, englobado pela região 2. Na desembocadura da baía e na região costeira adjacente, registra-se uma mudança acentuada de sentido do campo de corrente residual para o cenário 2, porém se observa que os valores são menores quando comparados ao cenário 1.

O resultado do modelo para a região 3, Figura 44, mostra que a parte entendida como a Baía das Laranjeiras possui um campo de velocidade residual reduzido, e que a variação da batimetria não influencia no escoamento residual;

porém a parte inferior da região, que se encontra na entrada do canal de acesso ao porto, apresenta um campo de velocidade residual mais intenso.

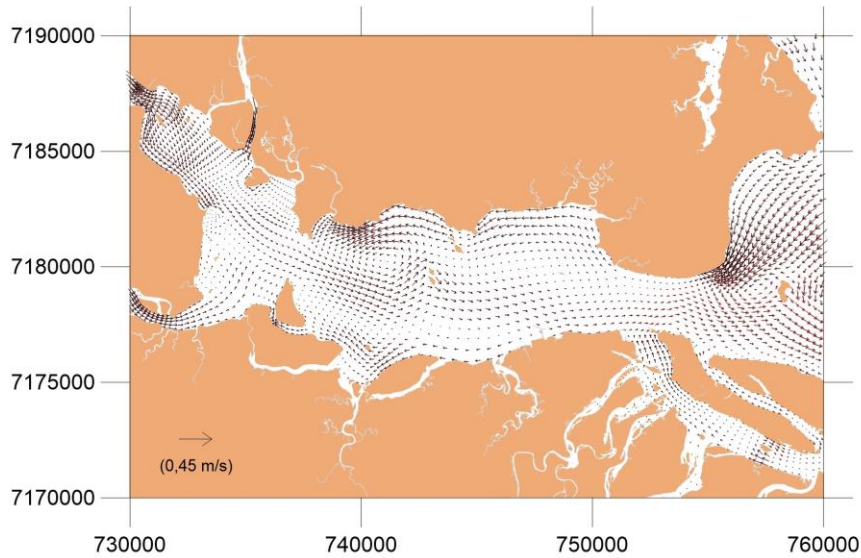


Figura 42. Escoamento residual na região 1 para o período de 10/01/2009 às 04:00h até 11/01/2009 às 05:00h. Símbolos pretos representam o cenário 1 e símbolos vermelhos representam o cenário 2.

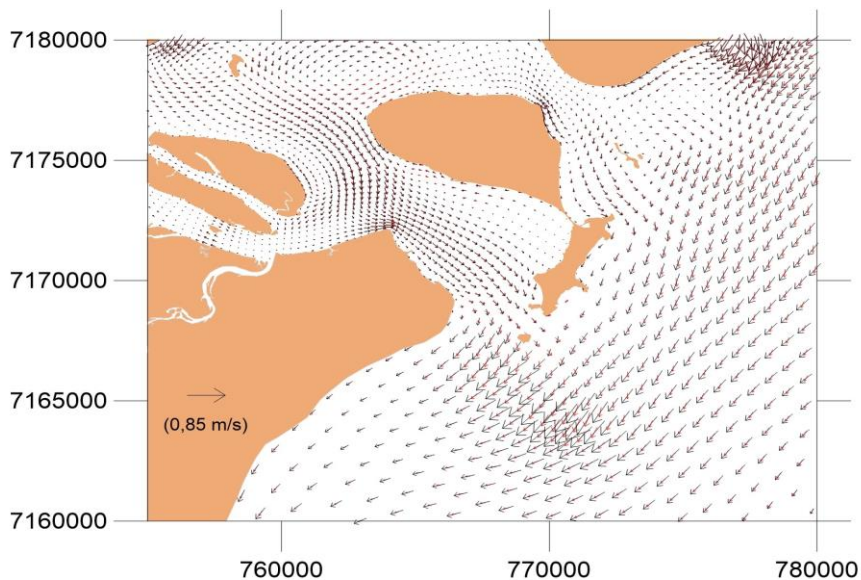


Figura 43. Escoamento residual na região 2 para o período de 10/01/2009 às 04:00h até 11/01/2009 às 05:00h. Símbolos pretos representam o cenário 1 e símbolos vermelhos representam o cenário 2.

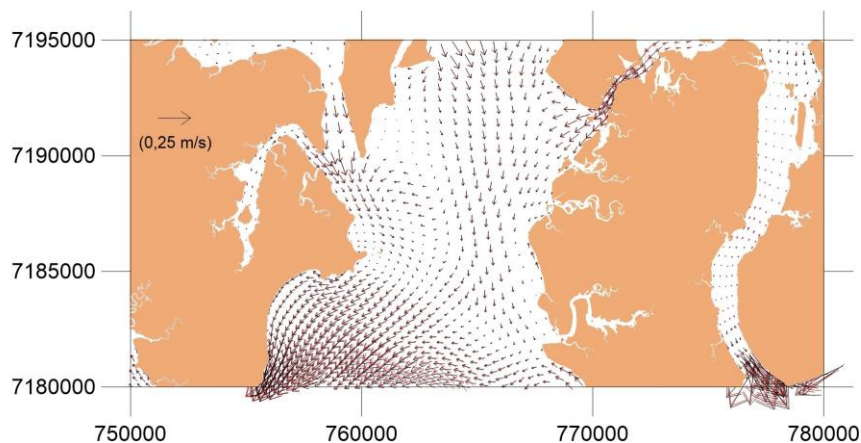


Figura 44. Escoamento residual na região 3 para o período de 10/01/2009 às 04:00h até 11/01/2009 às 05:00h. Símbolos pretos representam o cenário 1 e símbolos vermelhos representam o cenário 2.

6.2.3. Padrão de Circulação para os Cenários 3 e 4

No mês de junho foram adotados os padrões para um período de sizígia vazante, no dia 06/06/2009 às 06:00h e para um período de quadratura enchente, no dia 14/06/2009 às 18:00h. Ao analisar o padrão de circulação na região 1, Figuras 45 e 46, observa-se que o comportamento da corrente, na enchente e na vazante, é semelhante ao padrão observado para na região 1 para os cenários 1 e 2 (Figuras 35 e 36). Logo, conclui-se que a variação no aporte fluvial não influencia o padrão de circulação nas redondezas da Baía de Antonina.

Analisando o padrão de circulação para a região 2, descrita pelas Figuras 47 e 48, se percebe que no interior do estuário o padrão de circulação é bastante semelhante nas simulações com e sem o canal dragado, tanto na maré vazante quanto na maré enchente. No entanto, na região da desembocadura Sul, durante a vazante, nota-se uma mudança apreciável no sentido da corrente para o cenário 2, mudança essa ocasionada pela a redução na batimetria.

Assim como na simulação realizada para janeiro, o padrão de circulação na região 3 está idêntico nos cenários 3 e 4. É perceptível que o padrão de vazante, Figura 49, é mais intenso que o padrão de enchente (Figura 50), o que faz sentido, sendo que o padrão de circulação do CEP é predominantemente de vazante.

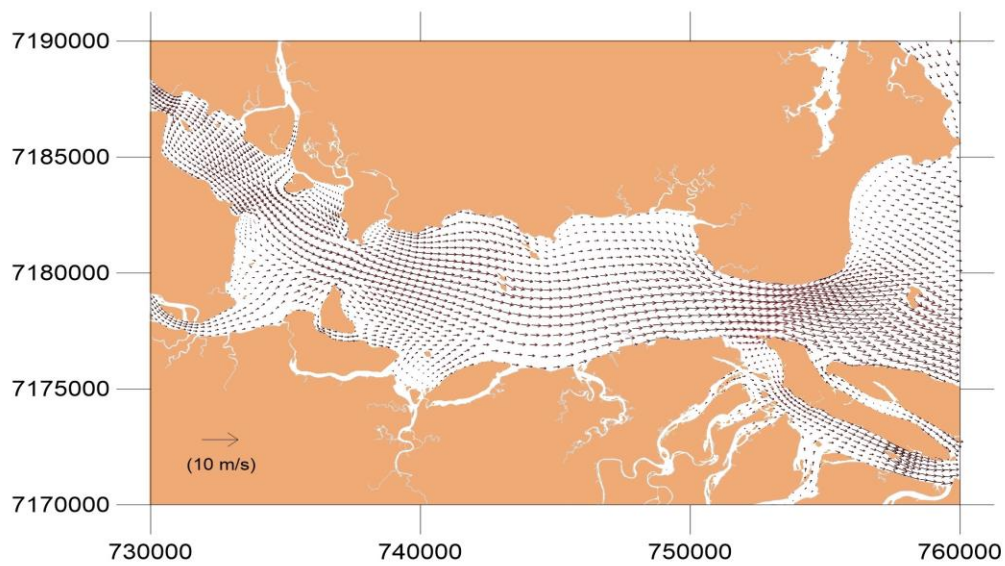


Figura 45. Padrão de Circulação da região 1, para um instante de vazante de sizígia, no dia 06/06/2009 às 06:00h. Símbolos pretos representam o cenário 3 e símbolos vermelhos representam o cenário 4.

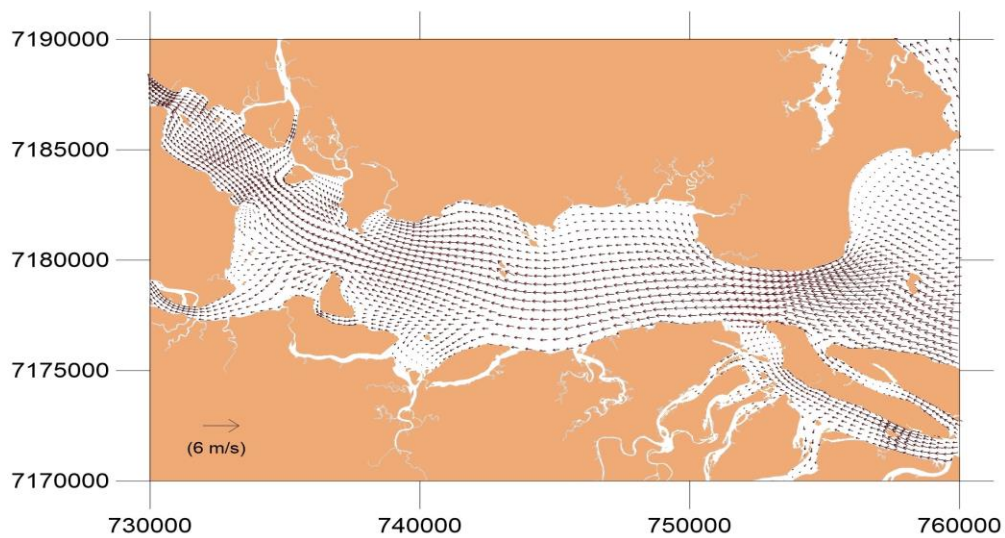


Figura 46. Padrão de Circulação da região 1, para um instante de enchente de quadratura, no dia 14/06/2009 às 18:00h. Símbolos pretos representam o cenário 3 e símbolos vermelhos representam o cenário 4.

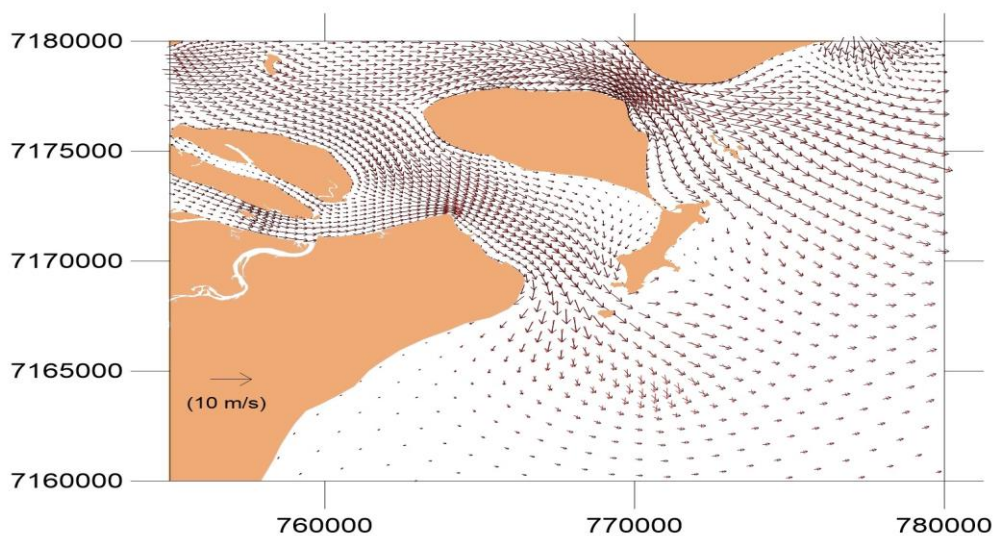


Figura 47. Padrão de Circulação da região 2, para um instante de vazante de sizígia, no dia 06/06/2009 às 06:00h. Símbolos pretos representam o cenário 3 e símbolos vermelhos representam o cenário 4.

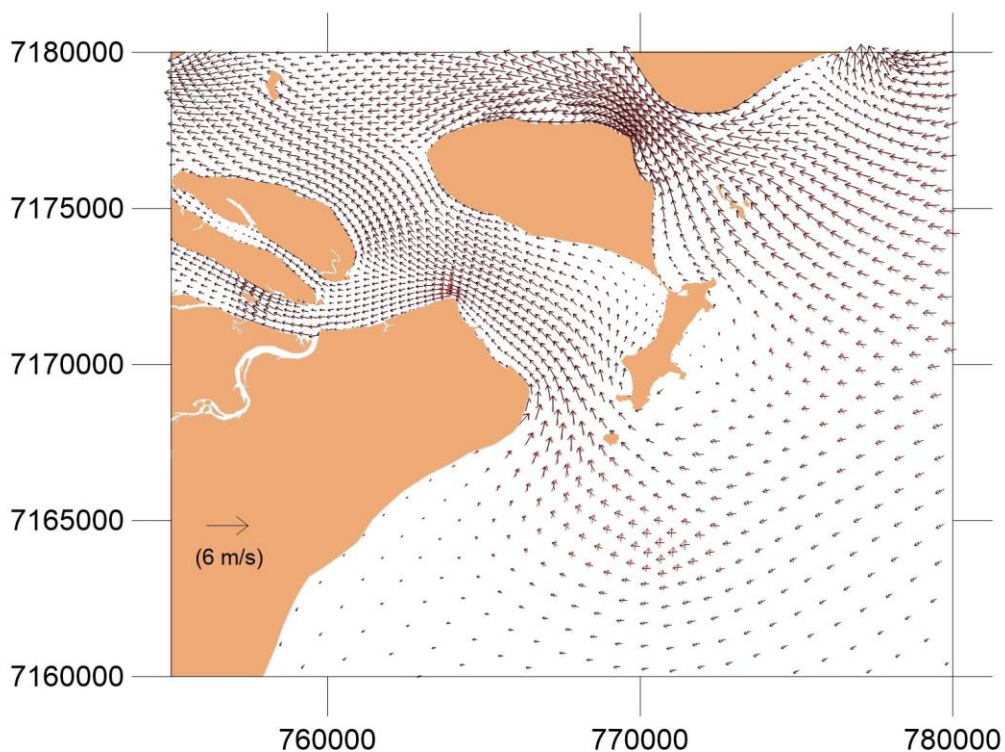


Figura 48. Padrão de Circulação da região 2, para um instante de enchente de quadratura, no dia 14/06/2009 às 18:00h. Símbolos pretos representam o cenário 3 e símbolos vermelhos representam o cenário 4.

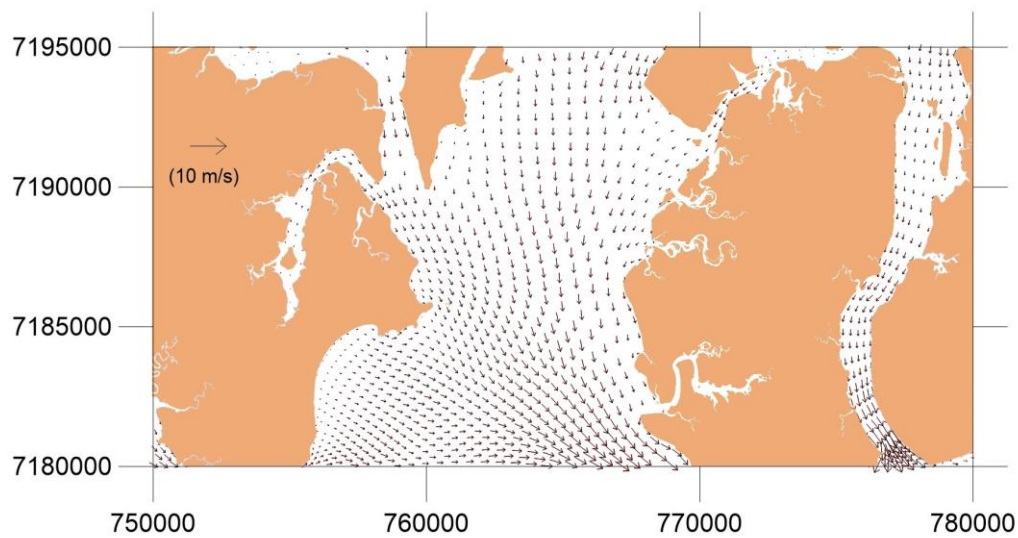


Figura 49. Padrão de circulação da região 3, para um instante de vazante de sizígia, no dia 06/06/2009 às 06:00h. Símbolos pretos representam o cenário 3 e símbolos vermelhos representam o cenário 4.

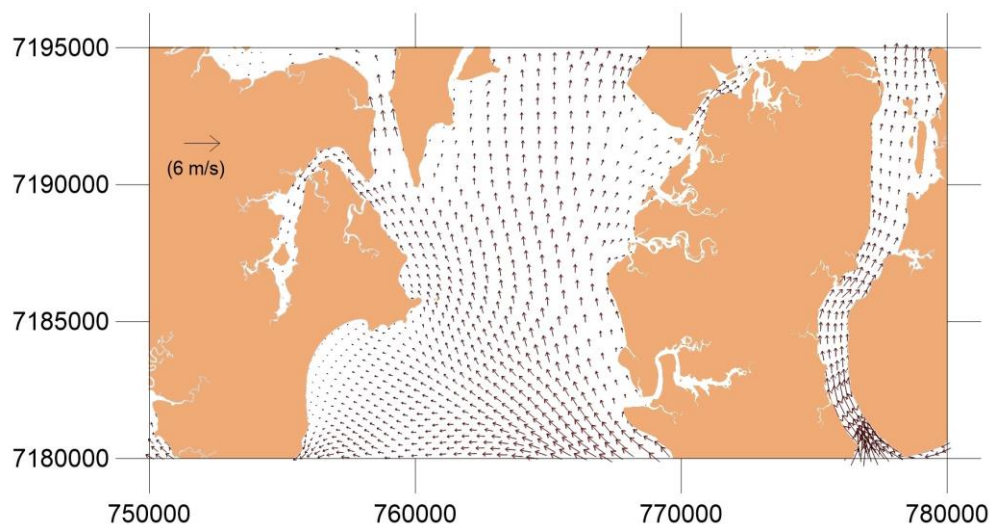


Figura 50. Padrão de Circulação da região 3, para um instante de enchente quadratura, no dia 14/06/2009 às 18:00h. Símbolos pretos representam o cenário 3 e símbolos vermelhos representam o cenário 4).

6.2.4. Escoamento Residual para os Cenários 3 e 4

Assim como realizado para o verão, o escoamento residual no inverno terá como objetivo verificar o comportamento do padrão de circulação do CEP, a partir da comparação entre o escoamento residual, sendo desta vez aplicada para os cenários 3 e 4.

As Figuras 51, 52 e 53, representam as regiões mostradas na figura 14, com o período de simulação de dois ciclos de maré de sizígia.

O comportamento apresentado para a região 1 em junho, Figura 51, é muito parecido com o comportamento da região 1 em janeiro, Figura 42, sendo a magnitude do campo de velocidade residual a mesma tanto para o cenário 3 quanto no cenário 4. Ao comparar os resultados do modelo para janeiro e junho é perceptível a maior magnitude do escoamento residual em janeiro.

Na região 2 no mês de junho, Figura 52, identifica-se uma alteração entre os resultados obtidos para o cenário 3 e para o cenário 4: no canal da Galheta, próximo da Ilha do Mel, o vórtice que, na presença do canal dragado, se encontrava adjacente a Ilha do Mel, sofreu uma ampliação e se moveu na direção do centro do canal. Tal fenômeno fez com que a corrente residual que convergia mais para a região do canal da Galheta mudasse de sentido. Também se nota que, com uma batimetria menor, o sentido da corrente logo na saída da desembocadura Sul sofre uma modificação em seu sentido.

Os resultados obtidos pelo SisBaHia, apresentados pela Figura 53, são muito semelhantes aos que o modelo gerou para a mesma região da Baía das Laranjeiras, durante o mês de janeiro. Tal escoamento residual apresentou mesmo comportamento, independente de estar simulado para o cenário 3 ou para o cenário 4. Ao comparar as Figuras 44 e 53, constata-se que durante o mês de junho, a corrente de velocidade residual é menos intensa.

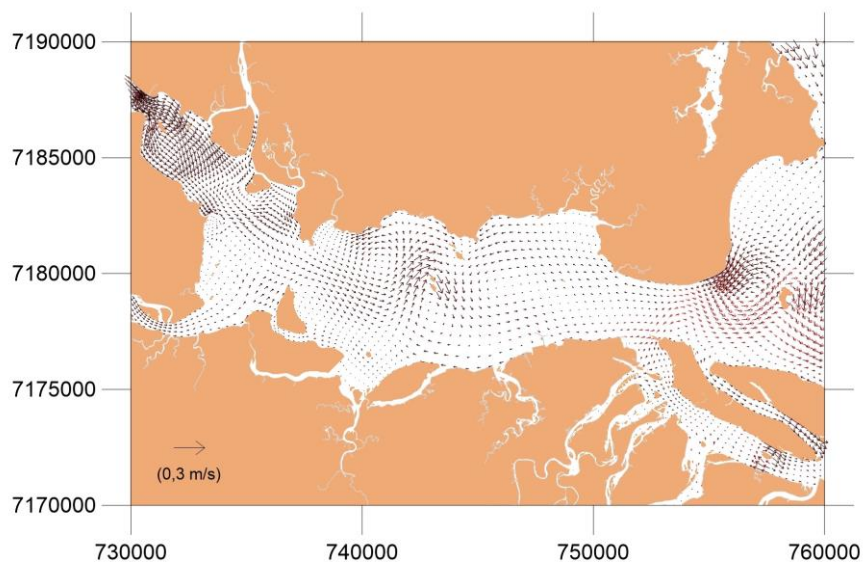


Figura 51. escoamento residual na região 1 para o período de 08/06/2009 às 17:00h até 09/06/2009 às 17:00h. Símbolos pretos representam o cenário 3 e símbolos vermelhos o cenário 4.

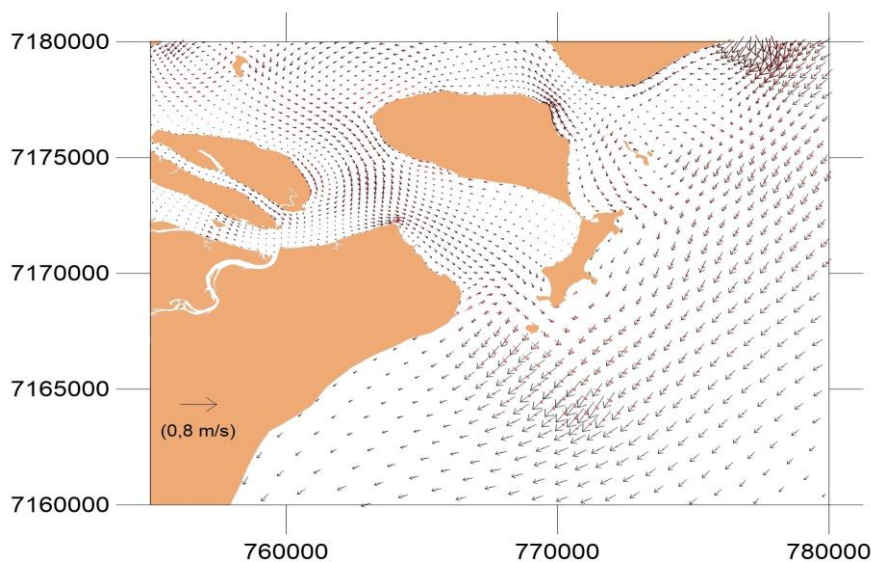


Figura 52. escoamento residual na região 2 para o período de 08/06/2009 às 17:00h até 09/06/2009 às 17:00h. Símbolos pretos representam o cenário 3 e símbolos vermelhos o cenário 4.

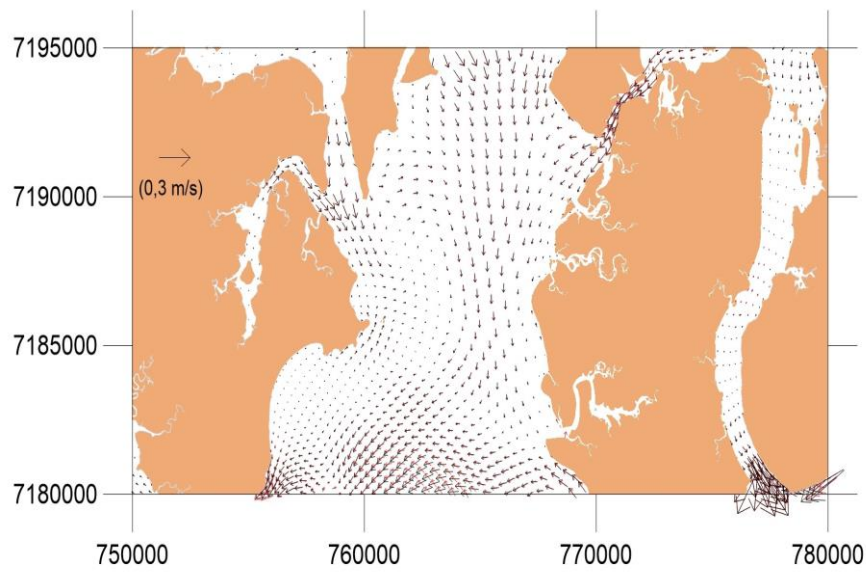


Figura 53. Escoamento residual na região 3 para o período de 08/06/2009 às 17:00h até 09/06/2009 às 17:00h. Símbolos pretos representam o cenário 3 e símbolos vermelhos o cenário 4.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse trabalho mostra uma avaliação comparativa da influência que a dragagem do canal de acesso ao Porto de Paranaguá, enquanto ação de modificação morfológica, causa na circulação hidrodinâmica no Complexo Estuarino de Paranaguá. Para isso fez-se uso do modelo SisBaHia.

A fim de verificar se o aporte fluvial também poderia vir a exercer influência sobre a circulação hidrodinâmica do estuário, foi escolhido realizar simulações para quatro cenários distintos: sendo dois deles representados na estação de verão, e dois representados na estação de inverno. Tais condições foram escolhidas por serem os extremos de máximas e mínimas vazões fluviais que desembocam no CEP.

Como resultado das simulações, foram gerados conjuntos de dados relativos às elevações, às componentes das velocidades de maré, ao padrão de circulação bidimensional e à circulação residual do estuário.

Ao analisar os resultados obtidos, foi possível definir o padrão de circulação predominante para esse ecossistema como sendo um padrão de circulação de vazante. Em relação à influência da variação na circulação hidrodinâmica, o estudo mostrou que nem a dragagem do canal de acesso ao porto de Paranaguá nem as diferentes vazões dos rios, caracterizados pela sazonalidade, modificam de forma significativa os padrões de circulação observados no CEP. Porém na desembocadura Sul do CEP foram verificadas variações no sentido e na intensidade das velocidades das correntes de maré.

Por fim, como sugestão, indico a realização da calibração e validação do modelo, para que assim a acurácia dos resultados obtidos seja melhorada.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSIS, A. Q. S. **Análise da Dinâmica Fluvial do Rio Cachoeira (Antonina/PR), Entre os Anos de 1954 e 2005**. Dissertação (Mestrado de Geografia) - Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

BRANT, P. G. C. **Modelagem Hidrodinâmica Ambiental de Dragagem no Canal de Acesso ao Porto de Tubarão e na Região de Bota Fora – ES**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Oceânica) – Setor de Engenharia Oceânica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

CAZATI, C. A. **Fracionamento do Fósforo em Sedimentos Superficiais do Complexo Estuarino de Paranaguá**. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – Universidade Federal do Paraná, Pontal do Paraná, 2010.

CUNHA, C. L. N.; ROSMAN, P. C. C.; MONTEIRO, T. C. N. **Caracterização da Circulação Bidimensional da Baía de Sepetiba**. In: XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS e do V SIMPÓSIO DE HIDRÁULICA E RECURSOS HÍDRICOS DOS PAÍSES DE LÍNGUA OFICIAL PORTUGUESA, Aracaju – SE, 2001.

CUNHA, C. L. N.; SCUDELARI, A.; ROSMAN, P. C. C. **Uso de técnicas de modelagem para avaliar o transporte de sedimentos no complexo estuarino de Paranaguá**. In: VIII Congresso sobre Planejamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa, 2015, Porto. VIII Congresso sobre Planejamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa, 2015.

DNIT – DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Batimetria**. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/hidroviarias/hidroviarias-interiores/manutencaohidroviaria/barimetria>>. Acessado em: 16/06/2016.

ENGEMIN. **Estudo de Impacto Ambiental – Obras de Ampliação e Modernização da Estrutura Portuária da Administração dos Portos de Paranaguá e Antonina**. Paraná, ENGEMIN – Engenharia e Geologia, 3 volumes, 2004.

FRAZÃO, L. S. **Caracterização Batimétrica e Físico-Oceanográfica do Canal de Acesso ao Porto de Cabedelo/PB: Uma Análise Ambiental ao Derrame de Óleo.** Dissertação (Mestrado em Engenharia do Petróleo). Natal – RN, 2011.

GOIS, D. M. M. **Estudo da Circulação Hidrodinâmica e da Dispersão de Óleo na Zona Costeira entre Macau e Galinhos – RN.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.

GONÇALVES, F. B.; SOUZA, A. P. **Disposição Oceânica de Esgotos Sanitários: História, Teoria e Prática.** Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – Capítulo Nacional da AIDIS – Rio de Janeiro, 1997.

IAPAR. **Cartas Climáticas do Paraná.** Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=863>>. Acesso em: 29/05/2016.

IGARASHI, M. A.; SANTOS, C. H. A.; LOURENÇO, J. A.; NETO, F. H. F. B.; COSTA, O. R. **Características dos Ecossistemas Estuarinos Brasileiros e as Atividades Antrópicas.** 2007. Disponível em: <http://www.prex.ufc.br/formularios/Meio_Ambiente_2006/ECOSSISTEMAS%20ESTUARINOS%20BRASILEIROS.pdf>. Acesso em: 04/06/2016.

LACTEC – INSTITUTO DE TECNOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO. **Plano de Desenvolvimento e Zoneamento – PDZPO do Porto de Antonina.** Curitiba, 2012.

LAMOUR, M. R. **Dinâmica Sedimentar do Canal da Galheta, via de Acesso ao Porto de Paranaguá – PR.** Dissertação (Mestrado em Geologia) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.

LAMOUR, M. R.; SOARES, C. R.; CARRILHO, J. C. **Mapas de Parâmetros textuais de Sedimentos do Fundo do Complexo Estuarino de Paranaguá – PR.** 2004. Disponível em: <<http://revistas.ufpr.br/geociencias/article/viewFile/4286/3441>>. Acessado em: 26/06/2016.

LAMOUR, M. R. **Morfodinâmica Sedimentar da Desembocadura do Complexo Estuarino de Paranaguá – PR**. Tese (Doutorado em Geologia) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

LOPES, G. M. **Aplicação de um Modelo Numérico Hidrodinâmico para as Baías de Paranaguá e Antonina**. Dissertação (Mestrado em Sistemas Costeiros e Oceânicos) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Pontal do Paraná, 2010.

MANTOVANELLI, A. **Caracterização da dinâmica hídrica e do material particulado em suspensão na Baía de Paranaguá e em sua bacia de drenagem**. 146 f. Dissertação (Mestrado em Geologia Ambiental) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1999.

MARONE, E.; JAMIYANAA, D. **Tidal Characteristics and a Numerical Model for the M₂ Tide at the Estuarine Complex of the Bay of Paranaguá, Paraná, Brazil**. Disponível em: <<http://people.cas.uab.edu/~jamiyand/Neritica1997.pdf>>. Acessado em: 12/06/2016.

MAYERLE, R.; NARAYANAN, R.; ETRI, T.; WAHAB, A. K. A. **A case study of sediment transport in the Paranagua Estuary Complex in Brazil**. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0029801815002681>>. Acessado em: 12/06/2016.

MIGUENS, A. P. **Navegação: A Ciência e a Arte. Vol. 1: Navegação Costeira, Estimada e em Águas Restritas**. Diretoria de Hidrografia e Navegação – Rio de Janeiro, 1996.

MIRANDA, L.B.; CASTRO, B. M.; KJERFVE, B. **Princípios da Oceanografia Física de Estuários**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2012.

NOERNBERG, M. A.; LAUTERT, L. F. C.; ARAUJO, A. D.; MARONE, E.; ANGELOTTI, R.; NETTO, J. P. B.; KRUG, L. A. Remote Sensing and GIS Integration for Modelling the Paranaguá Estuarine Complex – Brazil. **Journal of Coastal Research**. Special Issue 39, 2006.

NOERNBERG, M.; MARONE, E.; LAUTERT, L. F.; SANTOS, I.; FILL, H. D.; BUBA, H.; MARENDA, A. Medições de Correntes e Curva Vazão – Maré na Baía de Paranaguá, PR. **Boletim Paranaense de Geociências**. n. 60-61, p. 55-64, 2007.

ROSMAN, P. C. C. **Referência Técnica do SisBaHiA**. Disponível em: <http://www.sisbahia.coppe.ufrj.br/SisBAHIA_RefTec_V95.pdf>. Acessado em: 17/05/2016.

SILVA, J. P. **Estudos Sedimento lógicos, Hidrodinâmicos, Batimétricos e de Qualidade da Água Visando a Evolução e os Aspectos Ambientais Associados do Estuário do Rio Formoso – PE**. Tese (Doutorado em Geociências) . Recife – PE, 2008.

XAVIER, A. G. **Estudo da Circulação Hidrodinâmica e do Transporte de Contaminante no Estuário do Rio Iguaçu – Baía de Guanabara**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia Oceânica) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1996.

APÊNDICE A – TABELAS DE INTENSIDADE DOS VENTOS

continua

INTENSIDADE DO VENTO - 2009																
HORA \ DATA	01/jan	02/jan	03/jan	04/jan	05/jan	06/jan	07/jan	08/jan	09/jan	10/jan	11/jan	12/jan	13/jan	14/jan	15/jan	16/jan
00:00:00	2.00	1.60	1.60	5.10	2.70	1.10	2.10	2.40	2.20	8.00	2.60	5.40	0.50	4.90	1.60	1.20
01:00:00	1.30	2.20	1.70	3.00	3.30	1.40	2.20	1.20	1.60	7.30	2.30	5.60	1.60	2.90	1.40	0.90
02:00:00	1.30	1.30	1.70	2.80	2.70	1.60	0.60	2.00	0.20	5.40	4.60	1.60	1.50	2.40	0.00	2.20
03:00:00	1.00	2.30	1.70	3.40	2.50	1.20	2.80	1.50	0.00	3.80	4.10	2.60	1.60	0.90	0.80	1.70
04:00:00	1.40	2.20	1.90	2.40	2.70	2.20	1.50	1.90	0.20	6.40	2.70	3.00	0.60	1.50	5.50	1.50
05:00:00	1.10	2.60	1.10	3.30	2.50	1.90	3.30	3.70	0.00	6.70	1.40	1.60	1.20	4.20	7.70	1.00
06:00:00	1.70	2.80	1.80	2.60	1.90	3.30	2.70	0.40	0.70	6.60	0.70	1.40	1.30	4.70	6.30	0.60
07:00:00	2.20	2.30	1.70	3.50	2.40	2.30	3.60	1.60	0.00	4.40	0.00	1.50	2.70	5.00	5.10	2.10
08:00:00	1.30	2.20	1.50	3.00	1.80	1.50	3.10	2.20	2.30	5.70	2.20	3.30	2.60	4.90	3.90	1.00
09:00:00	2.60	2.20	2.10	3.40	2.00	1.70	2.10	2.20	2.20	5.00	1.10	2.20	0.90	2.80	2.90	2.00
10:00:00	2.60	2.50	3.30	4.10	2.80	1.20	1.90	3.80	2.00	3.60	2.30	2.30	1.30	1.90	3.70	2.60
11:00:00	2.30	2.00	0.90	4.30	3.50	1.60	0.80	3.90	5.20	6.00	2.00	2.30	3.60	2.30	4.10	2.80
12:00:00	4.10	2.10	1.20	4.70	2.00	1.70	2.00	4.00	5.00	6.20	5.30	3.10	4.00	3.70	5.10	2.90
13:00:00	6.00	2.30	2.70	3.30	3.60	1.40	3.50	5.30	5.50	5.20	7.30	6.10	2.70	4.30	2.80	3.60
14:00:00	5.20	3.20	3.20	2.50	3.00	2.70	4.50	7.20	6.00	5.40	6.70	4.80	3.40	5.10	2.40	4.00
15:00:00	2.10	4.80	2.40	3.80	2.30	4.00	6.00	8.70	6.80	6.30	6.40	5.00	1.40	4.50	2.70	4.00
16:00:00	3.90	4.50	2.80	4.40	3.80	5.10	8.30	9.50	7.50	7.10	6.10	6.70	2.90	1.20	2.30	4.90
17:00:00	4.00	5.00	3.80	4.50	2.90	5.10	7.60	7.60	7.70	6.70	3.70	7.00	1.50	2.20	6.30	4.50
18:00:00	3.10	5.20	4.00	4.50	2.20	5.30	6.80	7.10	6.90	8.70	2.90	4.10	2.70	0.80	4.90	4.70
19:00:00	1.60	4.00	3.40	3.90	1.30	3.10	5.20	7.20	5.50	8.50	4.90	3.50	4.60	2.40	3.90	2.00
20:00:00	1.90	3.60	3.10	3.70	1.20	3.00	3.80	5.60	5.30	7.10	1.50	1.40	3.00	2.20	1.80	0.00
21:00:00	1.00	2.20	5.50	1.70	1.00	2.20	4.30	2.90	6.90	6.10	1.70	2.00	2.20	1.30	2.20	0.00
22:00:00	1.30	1.70	5.50	2.30	1.30	2.60	5.60	3.70	9.50	5.50	0.30	0.60	2.30	0.50	1.90	2.20
23:00:00	1.00	0.50	6.00	2.40	1.20	2.20	2.70	2.80	7.70	4.50	2.70	1.70	2.40	5.80	2.10	2.90
Média do dia	2.333	2.721	2.692	3.442	2.358	2.475	3.625	4.100	4.038	6.092	3.146	3.283	2.188	3.017	3.367	2.304
Média do mês																

conclusão

INTENSIDADE DO VENTO - 2009															
HORA \ DATA	17/jan	18/jan	19/jan	20/jan	21/jan	22/jan	23/jan	24/jan	25/jan	26/jan	27/jan	28/jan	29/jan	30/jan	31/jan
00:00:00	2.20	5.90	1.50	3.20	2.20	2.40	1.60	3.30	8.80	6.50	3.10	3.20	3.10	2.40	4.90
01:00:00	2.40	3.80	1.00	1.70	2.90	2.70	1.90	4.50	8.10	6.20	2.60	3.20	3.90	2.10	5.80
02:00:00	1.30	3.70	1.10	5.70	2.60	2.20	2.20	5.00	3.50	4.90	1.90	1.90	3.60	3.50	3.80
03:00:00	1.80	4.30	1.10	6.20	2.90	2.00	2.60	4.30	2.30	5.90	2.90	1.50	2.10	3.10	5.20
04:00:00	0.60	5.60	1.20	4.30	2.90	1.80	3.10	2.50	1.80	6.90	2.10	1.40	2.50	3.70	3.30
05:00:00	0.30	3.10	1.70	2.00	2.70	1.50	2.50	2.80	0.70	7.00	1.00	0.90	1.70	2.40	2.70
06:00:00	0.00	3.80	1.40	2.00	2.90	1.60	3.50	2.70	0.80	5.50	0.70	1.10	1.70	1.60	5.30
07:00:00	0.90	3.00	1.50	1.60	2.50	1.80	3.10	0.00	2.00	6.30	1.70	0.00	1.80	2.00	4.00
08:00:00	1.90	2.70	0.80	0.30	3.60	1.90	2.60	0.30	1.30	5.40	0.10	0.50	2.00	1.60	3.40
09:00:00	2.20	2.80	2.10	1.90	3.60	3.00	2.80	1.50	2.60	2.30	0.80	1.40	1.40	2.20	4.50
10:00:00	1.50	2.60	1.70	0.40	4.30	3.40	3.40	1.70	3.40	2.20	1.90	2.60	1.80	1.00	3.00
11:00:00	3.20	2.40	2.80	3.00	4.70	2.80	3.50	2.60	2.10	7.80	2.30	2.70	2.20	0.80	1.10
12:00:00	2.50	1.10	2.20	2.10	4.30	3.60	3.70	4.70	2.40	8.20	1.20	3.10	2.70	1.20	2.40
13:00:00	2.50	1.90	2.50	1.30	4.60	4.20	3.70	1.30	4.30	8.60	1.20	3.80	2.00	4.60	3.10
14:00:00	1.40	2.20	1.80	2.00	3.90	3.40	3.30	2.90	6.10	9.70	2.60	5.30	5.30	7.40	6.00
15:00:00	1.50	3.10	4.10	4.80	3.10	3.40	3.60	2.20	6.60	10.10	3.10	6.40	0.30	6.30	6.20
16:00:00	4.00	4.20	4.70	4.10	2.60	3.10	3.20	2.30	7.80	8.20	4.20	5.10	1.10	6.80	4.10
17:00:00	3.70	3.60	4.30	3.30	2.40	2.90	3.90	3.00	8.20	7.90	5.60	6.20	3.50	7.10	3.70
18:00:00	0.60	3.10	1.20	4.20	2.70	2.20	2.00	7.30	8.20	7.50	4.20	5.00	1.00	6.10	1.90
19:00:00	2.50	3.80	3.10	3.70	3.30	2.70	2.60	7.70	9.70	7.20	3.40	4.30	1.40	7.40	0.80
20:00:00	1.10	2.40	1.40	3.70	3.00	2.90	2.10	8.70	8.70	6.40	3.60	4.30	2.20	6.70	0.80
21:00:00	0.90	2.40	0.00	3.10	3.10	2.50	2.30	7.50	8.50	5.70	2.10	3.90	3.40	1.00	0.90
22:00:00	1.80	0.40	1.00	2.90	3.60	2.70	5.00	8.00	6.70	8.10	3.40	4.20	4.20	2.90	1.00
23:00:00	3.70	1.50	1.40	3.00	3.80	1.90	3.10	6.90	7.10	4.00	3.60	4.50	2.50	6.80	1.40
Média do dia	1.854	3.058	1.900	2.938	3.258	2.608	2.971	3.904	5.071	6.604	2.471	3.188	2.392	3.779	3.304
Média do mês															3.241

continua

INTENSIDADE DO VENTO - 2009															
HORA \ DATA	01/jun	02/jun	03/jun	04/jun	05/jun	06/jun	07/jun	08/jun	09/jun	10/jun	11/jun	12/jun	13/jun	14/jun	15/jun
00:00:00	5.80	2.50	2.40	4.10	3.60	1.30	1.10	2.90	2.90	1.90	0.10	2.80	1.10	1.60	3.30
01:00:00	4.60	1.30	2.10	3.70	3.80	1.60	1.50	2.40	3.00	1.20	0.30	1.80	1.10	1.30	1.90
02:00:00	2.20	1.70	1.60	3.50	2.80	1.00	1.30	1.90	4.00	2.40	1.10	2.00	1.10	1.60	2.90
03:00:00	2.50	1.70	1.90	5.00	1.30	1.80	1.10	1.90	4.10	1.40	2.20	2.20	1.10	2.00	1.60
04:00:00	2.00	2.00	1.90	5.60	0.40	0.90	1.00	1.40	3.20	2.20	0.70	1.30	1.10	3.70	1.40
05:00:00	2.10	2.40	2.10	2.90	1.90	1.20	0.50	2.10	2.30	1.50	1.40	0.90	1.10	3.50	1.60
06:00:00	2.80	2.60	2.80	4.00	1.10	1.40	0.20	1.70	3.50	1.80	2.90	0.90	1.10	4.20	3.10
07:00:00	2.60	2.50	2.60	4.40	2.20	1.90	0.90	1.30	3.50	0.80	1.10	1.50	1.10	1.80	1.40
08:00:00	2.10	1.90	2.20	3.70	1.60	0.10	1.90	1.50	2.40	2.20	2.00	1.50	1.10	4.00	1.40
09:00:00	3.10	4.00	2.20	3.30	3.10	2.00	1.50	1.30	2.50	3.40	2.20	1.50	1.90	2.50	2.00
10:00:00	3.10	3.50	2.80	2.30	1.00	2.00	2.10	2.40	1.80	1.70	0.70	1.50	3.10	2.90	2.10
11:00:00	4.50	4.70	3.10	1.30	1.70	1.80	2.80	1.50	1.70	1.50	1.30	1.00	2.50	2.80	2.30
12:00:00	4.60	3.80	3.60	1.70	2.00	3.30	2.20	3.00	2.60	1.00	2.60	0.60	3.20	2.40	2.10
13:00:00	4.70	3.90	3.10	6.20	1.00	3.20	1.60	2.40	3.40	1.80	1.80	1.80	3.20	1.60	3.30
14:00:00	4.50	3.40	1.70	6.00	1.90	2.50	2.30	2.40	2.10	1.30	1.40	2.00	2.90	3.30	3.90
15:00:00	4.40	1.30	1.60	6.40	3.10	2.30	2.10	2.00	1.80	1.40	1.30	0.40	1.90	2.70	3.40
16:00:00	4.20	3.60	2.40	4.80	1.70	1.80	1.30	2.80	2.00	2.40	1.80	1.10	1.40	2.00	3.30
17:00:00	4.20	1.70	1.90	3.60	1.00	1.20	0.90	3.30	1.90	3.10	1.40	1.10	0.60	1.60	5.20
18:00:00	2.70	1.80	3.30	2.40	0.30	1.40	1.10	2.70	1.50	1.90	1.50	1.10	1.20	1.30	3.20
19:00:00	3.80	1.40	2.30	2.20	0.30	1.70	1.00	3.10	1.40	0.10	1.30	1.10	1.00	1.20	2.50
20:00:00	2.50	1.60	2.70	3.10	0.60	1.90	2.40	1.20	1.50	1.10	1.50	1.10	0.10	0.70	2.10
21:00:00	2.50	1.60	2.70	3.10	1.00	1.50	2.00	0.50	0.60	1.40	2.10	1.10	1.30	0.40	1.80
22:00:00	2.90	2.40	5.00	4.80	1.80	1.50	1.70	0.00	0.50	1.00	2.90	1.10	1.70	0.50	1.80
23:00:00	2.50	2.90	3.90	4.30	2.60	0.60	2.20	2.20	1.20	0.40	2.90	1.10	1.80	1.00	2.10
Média do dia	3.371	2.508	2.579	3.850	1.742	1.663	1.529	1.996	2.308	1.621	1.604	1.354	1.571	2.108	2.488
Média do mês															

conclusão

INTENSIDADE DO VENTO - 2009															
HORA \ DATA	16/jun	17/jun	18/jun	19/jun	20/jun	21/jun	22/jun	23/jun	24/jun	25/jun	26/jun	27/jun	28/jun	29/jun	30/jun
00:00:00	1.90	1.20	3.30	1.90	0.10	0.40	1.00	2.70	1.40	2.30	2.30	1.50	1.70	1.40	1.50
01:00:00	2.80	2.20	2.80	0.70	2.10	2.30	2.00	3.30	1.90	3.10	2.30	1.50	1.70	1.40	0.40
02:00:00	2.40	1.50	2.80	1.10	0.20	3.10	3.20	2.60	0.30	2.90	2.30	1.50	1.70	1.40	3.50
03:00:00	3.20	0.20	2.90	1.30	1.90	1.90	2.90	0.30	1.70	3.30	2.30	1.50	1.70	1.40	2.90
04:00:00	0.90	1.30	2.60	1.00	0.90	1.50	3.60	0.40	1.50	3.10	2.30	1.50	1.70	1.40	3.90
05:00:00	1.70	2.00	3.10	2.10	0.70	3.80	2.30	0.20	1.70	2.60	2.30	1.50	1.70	1.40	2.40
06:00:00	4.90	1.50	1.60	3.30	1.50	3.10	3.00	2.00	1.80	2.80	2.30	1.50	1.70	1.40	4.50
07:00:00	0.50	2.20	1.80	2.90	0.90	3.70	3.50	0.80	2.30	2.30	2.30	1.50	1.70	1.40	7.30
08:00:00	1.90	2.30	3.40	1.00	2.60	2.00	1.40	0.50	2.20	2.30	2.30	1.50	1.70	1.40	3.70
09:00:00	4.70	2.70	3.60	1.40	2.90	1.70	1.80	0.40	1.50	2.60	2.70	2.60	1.70	2.20	1.60
10:00:00	4.10	3.60	3.50	2.00	3.00	2.90	1.80	0.50	2.80	1.80	2.10	1.30	3.00	2.20	1.50
11:00:00	3.70	3.90	2.70	2.60	2.00	2.50	1.90	1.20	2.70	2.20	2.30	1.90	2.70	2.80	1.30
12:00:00	3.30	2.10	3.00	1.70	1.50	1.90	1.00	1.80	3.10	2.50	0.80	1.30	2.80	1.30	0.50
13:00:00	2.70	3.10	2.90	2.10	2.00	1.10	2.70	1.00	2.90	2.70	2.30	1.20	3.20	3.80	2.20
14:00:00	3.70	2.70	2.70	2.80	3.20	2.00	3.40	3.00	3.10	2.60	1.90	1.70	2.30	5.00	0.40
15:00:00	2.40	1.50	2.50	2.50	3.30	2.40	3.50	3.30	3.50	2.10	1.50	2.00	2.30	6.50	1.10
16:00:00	0.70	1.50	1.20	2.80	3.10	2.60	3.60	1.90	3.00	2.20	1.70	2.20	1.50	5.20	0.70
17:00:00	0.70	0.90	1.10	2.70	2.30	1.90	4.60	1.00	3.00	3.20	1.70	1.70	1.70	6.80	0.60
18:00:00	1.00	1.20	0.80	2.40	3.50	1.80	2.90	1.90	2.70	3.00	1.60	1.70	1.90	4.40	0.10
19:00:00	0.60	0.80	0.00	2.30	2.60	1.60	2.40	1.80	2.90	2.60	2.20	1.70	1.20	3.50	1.40
20:00:00	2.30	1.40	0.80	1.50	1.70	1.70	2.60	0.90	2.70	2.60	1.50	1.70	1.40	2.90	1.40
21:00:00	1.30	1.70	0.30	0.80	1.20	0.20	1.80	1.10	2.00	2.30	1.50	1.70	1.40	1.50	0.70
22:00:00	1.10	1.60	0.40	1.30	1.10	1.10	1.40	1.90	2.90	2.30	1.50	1.70	1.40	2.00	2.00
23:00:00	2.50	3.20	0.80	1.60	1.00	1.20	1.70	0.50	2.60	2.30	1.50	1.70	1.40	1.50	0.50
Média do dia:	2.292	1.929	2.108	1.908	1.888	2.017	2.500	1.458	2.342	2.571	1.979	1.650	1.883	2.675	1.921
Média do mês:															2.114

APÊNDICE B – TABELAS DE VAZÃO DOS RIOS

continua

VAZÕES ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA MERGULHÃO - 2009																
ANO \ DIA	01/jan	02/jan	03/jan	04/jan	05/jan	06/jan	07/jan	08/jan	09/jan	10/jan	11/jan	12/jan	13/jan	14/jan	15/jan	16/jan
1952	27.97	24.29	16.26	13.53	12.17	11.36	15.14	27.28	23.83	15.69	13.53	35.44	31.85	19.00	16.45	19.20
1953	86.54	54.72	22.55	27.05	31.60	24.75	21.50	21.92	21.08	16.07	14.24	13.19	15.69	12.85	13.70	11.84
1954	16.07	15.69	20.24	20.24	16.07	14.78	16.64	31.35	26.59	22.97	19.82	20.24	34.66	50.70	48.90	30.60
1955	7.29	7.56	23.83	14.24	10.56	9.31	8.41	7.70	8.27	8.27	41.94	43.06	35.70	73.40	57.24	27.28
1956	47.70	28.20	22.13	19.82	23.39	27.51	19.82	16.45	14.78	45.64	23.83	17.40	15.69	14.06	13.19	12.34
1957	18.00	17.21	16.26	15.14	14.78	14.06	15.14	13.53	18.00	31.60	17.60	14.96	13.70	14.78	66.82	96.20
1958	12.85	12.34	12.51	11.68	11.36	11.04	10.56	10.40	10.09	10.09	9.78	9.62	9.46	21.50	19.00	12.17
1959	37.86	41.94	24.98	23.39	25.21	50.40	30.60	26.13	21.71	19.61	31.60	74.45	43.62	33.62	24.06	22.13
1960	9.00	28.68	14.06	12.17	9.62	8.70	10.56	25.90	12.51	34.40	66.48	56.62	30.36	20.87	16.64	14.60
1961	21.92	25.90	20.87	18.40	18.20	16.83	17.60	17.02	16.07	17.21	19.40	50.70	27.51	23.18	19.20	21.08
1962	28.92	22.55	25.67	20.24	20.45	16.64	15.69	21.29	32.35	18.20	15.32	12.68	14.06	13.70	15.50	30.12
1963	54.40	26.82	21.29	15.50	14.06	13.02	12.34	11.84	10.24	17.21	74.10	93.83	65.80	57.55	56.31	39.75
1964	22.97	22.97	19.20	22.55	20.24	17.02	18.40	18.60	22.76	23.83	26.36	20.24	17.40	18.80	26.82	17.40
1965	21.08	19.00	17.60	18.60	18.20	16.64	15.14	14.60	54.40	22.97	18.80	16.83	31.35	19.82	36.24	33.36
1966	28.68	29.16	24.29	23.18	56.62	38.94	25.90	24.29	25.21	33.36	47.70	37.86	34.14	32.10	32.35	26.13
Média do dia	29.42	25.14	20.12	18.38	20.17	19.40	16.90	19.22	21.19	22.47	29.37	34.47	28.07	28.40	30.83	27.61

conclusão

VAZÕES ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA MERGULHÃO - 2009																
ANO \ DIA	17/jan	18/jan	19/jan	20/jan	21/jan	22/jan	23/jan	24/jan	25/jan	26/jan	27/jan	28/jan	29/jan	30/jan	31/jan	
1952	14.78	13.02	12.85	12.00	11.20	10.72	11.04	12.68	68.86	31.60	21.50	40.29	22.97	29.88	18.40	
1953	12.00	11.04	20.03	13.53	11.20	10.40	9.78	10.72	57.55	28.44	22.97	20.03	43.06	78.36	30.60	
1954	27.28	27.28	31.35	22.13	19.61	18.60	17.21	18.20	15.88	21.50	16.45	14.96	13.88	13.36	20.24	
1955	51.00	43.62	22.55	18.20	15.88	14.24	13.88	12.85	13.88	11.52	11.04	20.87	11.84	20.03	12.34	
1956	12.17	41.38	22.34	19.82	15.88	18.60	22.76	72.00	38.40	22.13	19.00	22.55	18.40	34.92	27.05	
1957	65.12	32.85	35.18	64.44	30.85	28.68	26.36	32.10	58.48	85.78	41.94	35.97	28.20	25.44	23.83	
1958	42.22	62.40	29.64	23.18	38.67	36.24	40.56	54.72	85.02	35.44	30.36	89.20	61.08	34.66	27.05	
1959	22.76	49.80	66.82	44.48	31.10	26.36	30.85	31.60	23.39	21.50	19.82	21.92	21.71	17.80	24.75	
1960	13.19	15.69	88.06	41.94	24.52	30.12	21.50	51.30	28.20	21.29	19.61	31.10	20.87	18.40	34.92	
1961	50.70	23.60	57.55	103.00	45.93	28.20	124.00	83.50	45.35	43.06	52.50	50.40	56.93	61.08	39.75	
1962	18.40	20.66	38.67	32.10	23.83	19.82	18.20	16.45	16.07	17.60	25.21	22.13	27.97	100.20	49.80	
1963	76.92	101.00	97.80	58.79	47.70	35.44	45.93	60.75	36.51	55.36	33.10	27.97	38.94	44.77	51.90	
1964	17.60	20.45	25.21	20.24	16.64	15.14	14.06	17.02	15.69	13.70	13.53	13.70	18.00	16.45	14.78	
1965	27.74	45.64	58.48	36.78	29.40	24.52	19.61	18.20	20.03	18.80	36.78	86.92	66.14	36.78	68.86	
1966	20.66	20.66	26.13	20.87	18.60	18.00	17.80	35.70	22.55	27.28	49.50	30.60	29.88	28.68	62.74	
Média do dia	31.50	35.27	42.18	35.43	25.40	22.34	28.90	35.19	36.39	30.33	27.55	35.24	31.99	37.39	33.80	

continua

VAZÕES ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA MERGULHÃO - 2009															
ANO \ DIA	01/jun	02/jun	03/jun	04/jun	05/jun	06/jun	07/jun	08/jun	09/jun	10/jun	11/jun	12/jun	13/jun	14/jun	15/jun
1952	8.41	8.27	8.27	8.13	8.27	11.20	11.04	8.84	10.88	11.68	9.31	8.41	8.27	31.85	22.97
1953	19.61	16.83	16.83	17.80	15.50	14.42	13.88	13.70	13.53	22.76	19.20	15.50	14.24	13.53	13.02
1954	24.98	19.61	18.20	17.60	27.28	33.36	37.59	25.90	22.34	21.50	21.92	20.24	19.00	22.13	18.60
1955	18.00	17.21	11.84	10.40	9.78	9.15	8.84	8.70	12.51	17.80	12.85	29.16	38.13	18.80	14.60
1956	16.83	15.88	14.96	14.24	13.53	13.02	12.68	12.51	12.34	12.00	30.36	28.92	40.29	35.44	26.13
1957	11.52	10.88	10.56	10.09	9.93	9.78	17.80	12.68	10.56	10.09	9.78	15.50	12.68	11.20	10.40
1958	18.40	17.40	16.64	15.88	15.32	14.78	14.42	14.06	13.70	13.02	12.85	12.68	14.24	16.26	14.60
1959	10.72	10.40	10.40	9.93	9.78	18.60	10.40	9.78	9.62	9.46	9.15	8.84	8.70	8.56	8.41
1960	11.04	12.17	11.04	9.62	9.46	9.00	8.56	8.27	7.99	7.85	7.70	7.56	7.42	7.42	7.29
1961	13.02	12.68	12.51	12.34	12.00	14.60	13.70	13.19	12.17	11.68	12.34	70.95	66.14	29.16	28.68
1962	7.42	8.70	7.85	7.42	7.42	7.29	7.29	7.16	9.15	7.42	7.29	7.03	6.76	6.63	6.63
1963	9.00	12.51	10.88	9.31	10.40	10.09	10.40	9.31	8.84	8.56	8.13	8.84	9.31	15.32	16.26
1964	12.51	12.00	11.36	11.04	10.72	10.40	10.24	9.93	9.78	9.62	13.02	46.51	114.50	54.40	28.44
1965	15.88	15.50	15.14	14.96	15.88	15.88	15.32	14.42	13.70	22.97	15.88	14.42	14.24	13.88	13.70
Média do dia	14.10	13.57	12.61	12.05	12.52	13.68	13.73	12.03	11.94	13.32	13.56	21.04	26.71	20.33	16.41

conclusão

VAZÕES ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA MERGULHÃO - 2009															
ANO \ DIA	16/jun	17/jun	18/jun	19/jun	20/jun	21/jun	22/jun	23/jun	24/jun	25/jun	26/jun	27/jun	28/jun	29/jun	30/jun
1952	52.80	87.68	26.82	17.60	15.32	13.36	12.17	11.36	10.88	10.56	10.24	10.24	9.78	10.09	10.88
1953	12.17	11.68	11.36	11.20	11.04	10.72	10.40	10.40	10.40	10.24	10.09	10.09	10.09	9.78	9.62
1954	18.40	18.80	18.00	17.40	15.88	15.14	14.96	15.14	15.32	14.78	14.06	13.70	13.19	12.85	12.68
1955	13.19	16.45	18.60	19.61	29.88	27.97	25.44	19.20	16.26	15.32	14.60	13.70	12.85	12.34	11.68
1956	20.03	18.40	51.00	29.64	22.55	20.45	19.40	25.44	23.18	19.61	18.20	19.00	17.80	16.64	17.80
1957	10.24	17.60	12.68	12.00	10.72	10.09	9.93	9.46	9.15	9.00	8.84	9.31	10.09	60.75	36.78
1958	12.85	19.61	26.13	23.18	15.50	17.60	16.45	13.88	13.02	12.68	12.17	11.68	11.52	11.04	11.20
1959	8.13	8.56	8.27	7.99	7.99	7.70	7.70	8.41	8.56	8.27	7.85	7.56	7.29	7.16	7.29
1960	7.42	7.42	7.42	6.90	6.90	6.90	7.56	7.99	13.02	7.42	6.76	7.42	7.56	7.16	6.90
1961	34.14	19.61	17.21	16.26	15.32	16.83	19.40	16.45	14.96	14.24	13.70	13.19	12.85	12.34	11.52
1962	6.63	6.63	6.50	6.63	6.63	6.76	9.78	10.24	7.85	6.63	6.37	6.24	5.99	5.87	5.87
1963	11.68	11.04	10.72	9.46	9.93	9.62	9.31	8.70	8.13	7.42	7.42	7.29	7.29	7.16	6.90
1964	73.40	43.90	24.52	20.24	18.60	16.64	16.45	15.32	20.24	59.10	30.36	21.92	19.20	19.20	17.21
1965	13.02	12.51	12.00	11.68	11.52	11.36	11.20	10.88	10.56	10.72	10.56	10.56	10.24	9.93	9.62
Média do dia	21.01	21.42	17.95	14.99	14.13	13.65	13.58	13.06	12.97	14.71	12.23	11.56	11.12	14.45	12.57

continua

VAZÕES ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA COLÔNIA RIO VERDE - 2009																
ANO \ DIA	01/jan	02/jan	03/jan	04/jan	05/jan	06/jan	07/jan	08/jan	09/jan	10/jan	11/jan	12/jan	13/jan	14/jan	15/jan	16/jan
1996	15.46	18.14	38.17	27.73	18.27	17.42	18.27	10.40	32.10	20.44	12.40	9.01	8.19	7.74	7.02	6.54
1997	3.22	3.37	6.70	4.03	3.49	3.01	2.75	2.62	2.78	25.62	16.20	5.22	4.03	3.52	4.74	4.28
1998	5.05	4.70	4.39	41.41	32.66	18.64	9.10	37.05	20.51	13.44	12.00	10.50	8.82	7.50	6.50	10.65
1999	3.46	7.26	4.07	7.38	11.50	15.90	6.10	10.85	31.46	13.60	16.80	9.19	11.95	12.10	8.10	33.94
2000	12.45	18.76	35.26	11.85	7.84	6.58	7.74	6.34	5.75	5.09	4.77	4.35	4.03	4.53	4.56	4.74
2001	4.14	3.40	3.01	2.75	2.55	2.58	2.42	2.53	2.30	2.25	2.12	4.88	9.14	7.22	5.68	3.79
2002	2.98	2.89	2.78	2.83	2.75	2.67	3.31	3.52	4.70	4.98	3.16	5.01	33.54	8.33	12.77	8.73
2003	19.24	10.85	6.94	42.85	18.88	12.66	9.23	7.79	5.93	4.98	21.65	9.65	6.70	5.47	9.10	15.35
2004	7.62	5.09	4.32	3.91	8.65	4.70	7.66	21.65	6.62	4.70	3.79	4.91	4.14	4.42	3.82	6.78
2005	5.16	4.95	4.59	6.54	5.09	4.35	4.28	4.35	4.07	5.43	10.35	17.17	7.66	5.57	4.59	6.54
2006	4.66	4.95	9.01	19.54	14.38	7.70	4.63	3.91	3.64	3.70	3.52	3.25	4.00	3.43	2.95	2.70
2007	7.84	5.82	5.12	4.66	4.32	4.32	39.61	19.06	14.26	10.60	7.42	6.46	5.99	5.54	5.22	21.65
2008	8.73	11.05	5.57	4.21	8.33	4.98	4.35	3.70	3.64	3.64	3.46	10.05	47.70	53.84	35.26	24.12
2009	4.91	10.30	15.79	24.68	18.52	11.20	8.65	9.60	8.47	6.58	6.58	5.99	5.75	6.38	5.89	10.95
2010	26.60	9.75	9.55	7.34	5.89	5.40	8.69	33.46	31.22	12.10	10.15	32.66	20.37	14.68	13.96	9.75
Média do dia	8.77	8.09	10.35	14.11	10.87	8.14	9.12	11.79	11.83	9.14	8.96	9.22	12.13	10.02	8.68	11.37

conclusão

VAZÕES ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA COLÔNIA RIO VERDE - 2009																
ANO \ DIA	17/jan	18/jan	19/jan	20/jan	21/jan	22/jan	23/jan	24/jan	25/jan	26/jan	27/jan	28/jan	29/jan	30/jan	31/jan	
1996	6.82	6.18	8.24	6.62	7.22	8.82	6.70	5.75	5.33	7.46	8.06	11.60	7.30	5.51	5.43	
1997	12.45	5.93	4.28	3.76	42.94	32.58	38.26	18.58	17.10	16.44	36.79	26.15	12.30	10.20	8.24	
1998	9.75	13.84	20.79	22.93	8.56	7.02	5.96	6.22	10.65	7.22	5.68	5.96	5.61	16.74	8.96	
1999	12.61	21.13	13.27	8.69	7.10	7.79	6.50	16.02	8.82	6.54	5.75	9.27	6.14	5.93	9.65	
2000	6.74	5.61	7.74	5.26	4.14	3.73	3.73	3.58	3.64	6.38	5.82	4.74	5.01	4.28	3.67	
2001	3.40	2.78	2.50	2.35	49.96	34.50	11.50	7.58	6.86	6.22	5.54	5.19	5.26	15.02	12.00	
2002	6.03	5.01	4.63	4.35	4.03	3.88	7.46	4.63	6.38	5.33	4.84	4.49	4.00	3.58	3.37	
2003	7.97	5.89	7.50	5.61	5.61	5.22	12.05	9.41	11.70	37.90	31.94	31.06	13.32	10.20	8.78	
2004	5.33	3.88	3.67	3.55	3.22	2.98	8.15	5.68	45.20	26.98	11.10	8.51	7.46	6.70	5.68	
2005	13.66	8.65	7.06	27.80	25.03	13.96	9.55	8.15	12.25	22.51	11.10	10.00	9.32	8.51	10.35	
2006	2.42	2.95	2.60	2.60	2.55	6.50	5.78	6.54	7.10	8.24	9.27	7.88	5.68	5.16	4.63	
2007	23.98	15.73	11.00	18.08	14.32	9.90	7.74	5.82	5.16	4.91	10.75	15.46	15.62	13.55	16.56	
2008	17.36	20.65	21.98	37.39	22.30	16.74	15.07	20.44	19.30	18.82	30.98	17.56	14.44	14.56	17.04	
2009	9.01	7.18	5.72	5.93	6.07	7.66	6.10	5.12	9.90	23.70	19.74	20.02	37.47	19.12	9.01	
2010	7.66	9.60	8.51	6.78	12.50	13.27	20.93	16.44	13.66	9.05	11.60	8.60	12.35	12.77	11.70	
Média do dia	9.68	9.00	8.63	10.78	14.37	11.64	11.03	9.33	12.20	13.85	13.93	12.43	10.75	10.12	9.00	

continua

VAZÕES ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA COLÔNIA RIO VERDE - 2009															
ANO \ DIA	01/jun	02/jun	03/jun	04/jun	05/jun	06/jun	07/jun	08/jun	09/jun	10/jun	11/jun	12/jun	13/jun	14/jun	15/jun
1996	4.18	11.10	4.35	3.85	3.73	17.94	5.47	4.53	4.32	3.88	3.67	3.49	3.34	3.28	3.25
1997	3.37	2.98	2.75	2.62	2.72	2.58	2.47	2.40	2.38	2.33	2.28	2.22	2.25	2.55	2.45
1998	3.22	3.07	2.95	2.92	2.80	2.75	2.70	2.75	2.70	2.65	2.62	2.72	3.07	3.73	3.16
1999	2.75	2.70	2.70	2.62	2.62	2.86	2.95	3.19	7.26	5.16	3.64	3.31	3.10	3.52	3.82
2000	2.10	2.10	2.05	2.08	2.10	2.05	2.05	2.05	2.00	2.00	1.95	2.00	2.00	2.00	2.00
2001	4.45	4.32	4.11	4.00	3.91	3.79	3.76	3.73	23.28	8.78	5.93	4.32	3.97	3.85	3.79
2002	4.42	4.11	3.85	3.61	3.49	3.43	3.37	3.31	3.28	3.22	3.49	3.43	3.31	3.25	4.42
2003	2.40	2.38	2.33	3.52	2.75	3.46	3.64	3.97	3.46	3.10	2.38	2.30	2.40	2.40	2.40
2004	6.54	4.88	4.35	5.22	7.62	5.01	4.32	3.88	3.73	3.55	3.64	4.07	4.00	3.76	3.55
2005	3.52	3.19	3.04	3.07	2.98	2.92	2.89	2.80	2.80	2.75	2.72	2.70	2.75	2.75	2.70
2006	3.52	3.40	3.31	3.25	3.28	3.79	3.49	3.37	3.31	3.22	3.22	3.55	3.37	3.31	3.22
2007	3.91	3.85	3.76	3.67	3.55	3.46	3.37	3.31	3.28	3.22	3.52	3.37	3.28	3.22	3.13
2008	9.41	5.43	4.24	10.60	5.40	4.70	4.42	4.21	4.03	4.56	4.45	4.42	4.35	4.18	4.49
2009	3.94	3.76	3.61	3.55	3.64	3.55	3.49	3.40	3.31	3.19	3.43	6.14	4.42	4.00	3.52
2010	6.86	6.30	8.78	7.38	11.75	8.65	6.86	6.14	5.82	5.61	5.19	8.06	6.03	5.19	4.95
Média do dia	4.31	4.24	3.75	4.13	4.16	4.73	3.68	3.54	5.00	3.81	3.48	3.74	3.44	3.40	3.39

conclusão

VAZÕES ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA COLÔNIA RIO VERDE - 2009															
ANO \ DIA	16/jun	17/jun	18/jun	19/jun	20/jun	21/jun	22/jun	23/jun	24/jun	25/jun	26/jun	27/jun	28/jun	29/jun	30/jun
1996	3.13	4.24	3.52	3.46	3.82	3.46	3.25	3.19	3.46	3.31	3.16	4.45	4.80	4.18	4.28
1997	2.38	2.30	2.25	2.17	3.31	2.75	2.47	2.25	2.12	2.05	2.03	3.94	6.90	10.00	15.02
1998	2.92	2.78	2.72	15.30	4.80	3.61	3.28	3.07	2.95	3.16	2.95	2.89	2.80	2.78	2.72
1999	3.64	3.43	3.85	4.18	5.61	5.43	4.24	3.55	3.25	3.28	3.19	2.95	2.75	2.70	2.65
2000	1.95	2.05	2.60	2.72	3.70	10.25	3.94	2.80	2.58	2.38	2.17	2.50	2.28	2.17	2.12
2001	3.70	3.67	4.07	13.22	11.30	5.54	4.49	4.18	4.03	4.07	4.63	5.01	4.42	4.14	3.97
2002	3.88	3.43	3.28	3.19	3.07	3.19	3.07	2.89	3.31	3.07	2.98	2.92	2.83	2.80	2.75
2003	2.38	2.33	2.33	2.35	2.45	2.40	2.33	2.30	2.30	2.22	2.20	2.20	2.15	2.15	2.15
2004	3.28	3.16	3.10	3.01	2.92	2.86	2.80	2.80	3.01	2.95	2.89	2.80	2.75	2.72	2.70
2005	2.65	2.62	2.72	2.62	6.82	8.78	6.54	4.70	4.07	3.82	3.64	3.55	3.16	3.01	2.83
2006	3.19	3.13	3.04	3.01	2.95	2.89	2.86	2.80	2.75	2.72	3.31	3.19	3.07	2.95	3.73
2007	2.95	3.13	3.04	2.98	2.92	2.89	2.83	2.80	2.80	2.78	2.75	3.04	2.95	2.86	2.86
2008	4.14	3.97	3.85	3.70	3.55	3.85	3.82	3.67	3.61	3.49	3.40	3.31	3.52	3.40	3.34
2009	3.70	3.52	3.37	3.28	3.22	3.22	3.19	3.07	3.01	3.34	4.74	6.18	5.09	4.28	5.47
2010	4.74	4.56	4.39	4.24	4.14	4.21	7.34	6.14	5.12	4.74	4.42	4.24	4.11	4.00	3.94
Média do dia	3.24	3.22	3.21	4.63	4.31	4.36	3.76	3.35	3.22	3.16	3.23	3.54	3.57	3.61	4.04

continua

VAZÕES ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA MORRETES NHUNDIAQUARA - 2009																
ANO \ DIA	01/jan	02/jan	03/jan	04/jan	05/jan	06/jan	07/jan	08/jan	09/jan	10/jan	11/jan	12/jan	13/jan	14/jan	15/jan	16/jan
1996	21.75	34.73	31.79	51.20	38.00	36.20	35.22	34.73	36.56	35.71	33.75	32.28	39.80	36.56	24.35	21.75
1997	28.78	25.63	23.70	17.86	13.38	22.40	25.63	20.45	16.58	42.04	26.26	17.22	14.66	12.74	11.61	17.22
1998	17.86	25.00	12.10	15.94	66.50	27.52	22.40	40.44	36.20	37.64	21.75	16.58	14.02	12.10	24.35	19.15
1999	8.18	9.65	13.38	23.05	84.70	25.00	21.75	17.86	36.20	42.68	35.22	32.77	31.79	39.80	30.04	35.71
2000	12.10	11.61	10.63	9.16	8.67	11.61	10.63	11.61	10.14	8.67	7.20	7.69	9.65	10.63	15.30	14.02
2001	10.88	10.14	8.67	10.14	8.67	7.20	18.50	13.38	10.63	10.14	9.16	15.94	10.63	8.18	10.14	7.20
2002	7.69	15.94	16.58	12.74	10.63	17.22	34.73	64.90	36.20	32.28	42.36	37.28	62.05	38.36	38.00	32.77
2003	6.50	9.65	15.94	15.94	11.61	9.65	8.67	7.44	7.20	7.20	6.85	9.16	6.50	8.18	25.63	14.02
2004	11.61	10.14	12.10	16.58	10.14	19.80	17.86	17.22	15.94	13.38	13.38	11.61	15.94	21.10	14.02	12.10
2005	11.12	11.12	21.10	16.58	14.02	13.38	10.63	13.38	11.61	14.02	34.24	18.50	11.61	9.65	7.69	14.66
2006	11.03	9.62	9.15	7.74	6.10	5.40	4.70	4.70	4.70	4.35	4.18	4.00	5.05	4.35	4.00	4.00
2007	17.61	23.75	21.88	19.44	17.61	20.66	18.22	13.70	11.50	15.35	21.88	17.61	20.05	14.25	13.70	21.88
2008	3.05	4.35	5.40	9.15	44.64	28.95	21.27	22.49	17.00	14.80	26.35	28.95	17.61	38.60	41.20	17.00
2009	12.05	14.25	15.35	19.44	18.83	13.70	11.50	9.85	9.15	10.56	28.95	14.25	9.85	8.68	7.97	7.74
2010	21.27	14.25	14.25	27.00	19.14	21.88	37.04	36.00	21.27	17.61	20.05	39.64	22.49	31.52	26.02	19.44
Média do dia	13.43	15.32	15.47	18.13	24.84	18.70	19.92	21.88	18.73	20.43	22.11	20.23	19.45	19.65	19.60	17.24

conclusão

VAZÕES ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA MORRETES NHUNDIAQUARA - 2009																
ANO \ DIA	17/jan	18/jan	19/jan	20/jan	21/jan	22/jan	23/jan	24/jan	25/jan	26/jan	27/jan	28/jan	29/jan	30/jan	31/jan	
1996	23.70	19.15	14.02	19.80	20.45	15.94	21.10	16.58	14.02	10.63	9.16	9.16	8.67	7.20	17.86	
1997	38.00	30.67	28.78	34.73	78.70	40.44	46.00	37.28	35.71	36.20	42.68	35.71	44.50	35.71	30.04	
1998	11.61	9.65	36.20	13.38	10.63	9.65	12.74	11.61	10.63	10.63	8.67	8.18	14.02	19.80	21.10	
1999	95.00	34.24	25.63	19.15	14.66	17.22	16.58	60.59	34.24	32.28	28.15	35.22	37.64	40.76	26.26	
2000	11.61	10.63	9.16	8.18	15.30	9.16	21.75	13.38	9.65	25.63	10.63	9.16	8.18	7.20	7.20	
2001	8.67	6.85	5.80	8.67	14.66	9.40	6.85	37.64	18.50	15.62	16.58	7.69	7.02	16.58	25.00	
2002	19.15	14.98	13.06	18.18	13.06	19.80	22.73	25.32	26.26	21.75	14.66	10.63	8.67	25.00	19.80	
2003	17.22	10.14	8.18	6.85	6.15	7.69	12.10	8.18	16.58	40.76	129.00	34.24	20.45	15.94	13.38	
2004	9.65	8.18	9.16	12.10	10.63	14.66	20.45	33.75	181.00	36.20	28.78	39.80	35.71	21.10	34.24	
2005	24.35	20.45	29.41	33.01	21.10	21.10	14.34	12.42	29.41	32.77	25.63	22.40	28.78	36.20	32.77	
2006	4.00	10.32	6.10	4.70	4.00	4.00	5.40	5.75	4.70	4.00	13.70	7.74	6.80	5.05	4.70	
2007	14.80	13.15	11.50	40.16	17.00	28.95	24.40	14.25	12.05	11.03	13.15	12.60	39.12	40.16	18.22	
2008	11.77	15.90	20.05	37.56	48.70	35.36	38.08	32.16	49.50	50.40	45.90	36.00	32.16	55.65	50.40	
2009	7.74	7.74	6.80	10.09	13.15	10.56	9.15	28.30	30.24	36.00	59.20	49.80	49.10	27.65	18.22	
2010	18.52	17.00	15.35	14.80	19.75	27.65	28.95	37.04	25.05	28.30	19.75	30.88	42.49	36.00	20.05	
Média do dia	21.05	15.27	15.95	18.76	20.53	18.11	20.04	24.95	33.17	26.15	31.04	23.28	25.55	26.00	22.62	

continua

VAZÕES ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA MORRETES NHUNDIAQUARA - 2009															
ANO \ DIA	01/jun	02/jun	03/jun	04/jun	05/jun	06/jun	07/jun	08/jun	09/jun	10/jun	11/jun	12/jun	13/jun	14/jun	15/jun
1996	6.50	6.85	6.50	9.16	11.12	16.58	6.85	6.50	5.80	5.80	5.45	5.45	5.10	5.10	4.40
1997	4.75	4.40	4.05	3.70	4.05	3.70	3.25	3.03	2.80	2.80	2.80	2.80	3.03	4.75	3.48
1998	5.45	4.75	4.40	3.70	3.70	3.48	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	3.48	4.05	3.70	3.25
1999	4.05	4.05	3.70	9.16	11.61	15.94	19.80	25.63	22.40	11.12	7.69	6.50	5.80	8.18	14.66
2000	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90	1.68	1.68	1.68	1.68
2001	7.20	6.67	6.15	5.80	4.93	4.93	5.97	23.70	6.85	6.15	5.80	5.10	4.40	4.40	4.57
2002	6.85	7.69	11.61	9.16	7.93	6.50	5.62	5.10	4.93	4.40	12.10	10.14	9.90	12.74	25.63
2003	2.80	2.91	3.25	3.48	7.20	16.58	7.93	27.20	12.10	9.16	5.62	5.10	4.93	4.57	4.40
2004	14.02	9.65	7.44	6.50	6.32	5.80	5.80	5.10	7.69	9.16	16.58	16.58	14.02	11.86	11.12
2005	5.80	5.10	5.10	4.40	4.40	4.05	3.70	3.70	3.70	3.70	3.70	3.70	3.70	3.36	4.40
2006	2.80	2.67	2.80	2.80	2.80	3.65	3.65	3.05	2.80	2.55	2.80	5.75	4.35	3.30	2.92
2007	4.88	4.70	4.70	4.00	4.00	4.00	3.65	3.30	3.30	3.30	3.30	3.30	3.30	3.30	3.30
2008	5.75	6.10	5.93	20.66	6.45	5.40	4.70	4.70	4.35	4.18	4.00	4.00	10.09	13.15	29.60
2009	3.83	3.30	3.05	3.05	2.92	2.80	2.80	2.80	2.80	3.30	3.30	6.10	6.45	3.83	3.47
2010	9.62	9.62	9.62	20.66	26.35	14.25	11.27	10.09	9.62	9.39	15.35	30.88	13.15	10.56	9.15
Média do dia	5.76	5.37	5.36	7.22	7.06	7.32	6.01	8.60	6.29	5.34	6.24	7.37	6.26	6.30	8.40

conclusão

VAZÕES ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA MORRETES NHUNDIAQUARA - 2009															
ANO \ DIA	16/jun	17/jun	18/jun	19/jun	20/jun	21/jun	22/jun	23/jun	24/jun	25/jun	26/jun	27/jun	28/jun	29/jun	30/jun
1996	5.10	11.61	8.18	11.61	23.70	18.50	20.45	19.80	19.80	9.65	8.18	26.26	11.61	10.14	8.18
1997	3.03	2.80	3.25	4.05	3.48	3.25	3.03	2.80	2.58	2.35	2.35	21.10	31.79	32.77	33.75
1998	3.25	3.25	3.48	38.72	8.18	5.45	4.75	4.40	4.05	3.70	3.70	3.70	3.70	3.70	3.25
1999	7.20	6.85	6.50	6.50	19.80	10.63	7.20	6.50	6.15	5.80	5.80	5.45	5.10	4.75	4.40
2000	1.68	2.12	27.52	7.20	3.25	3.25	3.25	3.14	2.80	2.35	9.16	8.91	5.10	3.70	3.25
2001	5.10	5.62	10.63	28.78	15.94	7.69	5.97	5.28	5.28	6.15	34.24	11.12	8.67	6.85	6.32
2002	23.38	19.15	14.02	11.61	10.14	8.67	7.20	10.63	12.74	10.63	9.16	7.44	6.32	5.80	5.10
2003	4.22	3.88	3.70	3.70	3.48	3.25	3.25	3.25	3.25	3.03	2.91	2.80	2.80	2.80	2.80
2004	10.14	9.40	8.18	6.85	6.50	5.97	5.10	4.40	4.40	4.40	4.40	4.05	4.05	4.05	4.05
2005	7.69	5.10	4.75	4.40	12.10	29.41	12.74	8.91	6.50	6.32	5.97	5.80	5.80	5.10	4.93
2006	2.80	2.80	2.80	3.65	3.30	3.05	2.67	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.92	4.35
2007	4.53	4.88	3.30	3.30	3.17	2.80	2.80	2.80	3.30	6.45	5.75	3.30	3.30	3.17	3.05
2008	10.56	5.75	5.05	4.70	4.70	4.53	4.18	4.35	5.05	4.18	4.00	4.00	4.00	4.35	6.10
2009	10.56	5.40	3.65	3.30	3.05	3.05	2.80	3.30	6.80	18.52	17.00	17.00	8.44	7.51	5.93
2010	7.74	6.80	6.80	5.75	5.75	18.83	28.30	11.03	9.15	8.21	7.74	7.03	6.80	6.80	6.80
Média do dia	7.13	6.36	7.45	9.61	8.44	8.56	7.58	6.19	6.28	6.27	8.18	8.68	7.32	6.96	6.82

continua

VAZÕES ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA POSTO DO VAU - 2009																
ANO \ DIA	01/jan	02/jan	03/jan	04/jan	05/jan	06/jan	07/jan	08/jan	09/jan	10/jan	11/jan	12/jan	13/jan	14/jan	15/jan	16/jan
1988	3.21	3.21	2.95	2.68	2.42	2.42	2.42	3.64	2.95	2.68	2.95	3.64	2.95	3.21	3.95	5.05
1989	12.78	10.65	8.86	13.02	20.06	16.1	8.26	6.85	37.89	20.06	14.8	13.5	13.5	11.1	9.53	8.46
1990	23.66	21.8	14.02	12.3	23.35	13.5	14.8	35.3	78.3	46.18	31.7	24.28	21.8	21.22	18.9	13.76
1991	4.42	4.11	5.05	5.23	4.89	4.74	4.42	4.11	3.79	3.79	3.79	3.48	3.48	3.48	3.21	4.42
1992	3.79	3.21	3.08	2.95	2.95	2.95	2.68	2.68	3.64	4.26	3.64	3.35	3.08	2.95	3.21	3.35
1993	3.64	3.79	4.26	4.11	3.79	4.42	12.06	7.25	14.54	9.53	7.45	6.49	5.95	4.89	4.42	3.95
1994	3.21	20.35	13.5	9.53	8.06	7.05	6.49	6.49	9.08	7.05	6.31	5.59	4.74	3.79	3.21	2.95
1995	4.11	4.42	5.05	7.25	6.49	6.13	24.28	24.28	21.51	40.17	44.95	19.77	16.94	15.58	15.06	14.28
1996	20.35	20.06	25.89	51.2	44.95	42.51	19.19	18.34	39.78	15.06	13.02	11.1	10.2	9.53	8.86	8.46
1997	7.25	9.53	8.26	6.67	5.95	5.05	4.74	4.42	40.95	49.52	8.46	6.67	5.95	7.05	8.86	7.45
1998	6.31	6.67	47.42	16.66	8.86	8.46	8.26	12.06	37.15	13.26	11.82	10.65	9.98	9.08	8.26	7.45
1999	5.41	5.05	5.59	7.05	8.66	7.45	7.25	12.54	23.66	20.06	13.02	12.3	13.5	11.34	11.1	15.06
2000	5.23	9.98	43.72	14.28	10.65	8.66	7.65	13.26	13.02	9.76	7.86	11.34	11.58	20.35	11.1	9.98
2001	7.05	6.04	5.32	5.05	5.05	4.81	4.74	4.66	4.74	4.66	4.42	6.67	12.3	8.36	7.45	6.31
2002	3.28	3.21	3.08	2.95	2.88	3.15	3.08	2.68	7.45	5.68	4.58	4.11	5.05	51.2	9.98	8.97
Média do dia	7.58	8.81	13.07	10.73	10.60	9.16	8.69	10.57	22.56	16.78	11.92	9.53	9.40	12.21	8.47	7.99

conclusão

VAZÕES ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA POSTO DO VAU - 2009																
ANO \ DIA	17/jan	18/jan	19/jan	20/jan	21/jan	22/jan	23/jan	24/jan	25/jan	26/jan	27/jan	28/jan	29/jan	30/jan	31/jan	
1988	6.85	5.23	3.35	3.08	2.82	3.35	7.86	9.31	9.08	8.86	7.25	8.06	7.86	9.31	9.31	
1989	7.65	6.85	6.49	6.13	5.77	5.41	5.41	5.05	5.05	5.77	5.41	5.59	5.59	5.41	5.41	
1990	10.65	15.32	18.34	10.43	10.2	13.02	11.82	10.65	10.2	9.53	8.06	6.85	6.49	6.13	5.77	
1991	5.41	4.26	3.79	3.48	3.48	3.95	9.08	7.65	7.05	6.67	5.95	6.67	39.78	12.3	6.49	
1992	3.48	3.48	3.21	3.21	3.21	3.21	5.77	4.11	4.58	4.26	4.58	4.11	3.64	4.74	5.95	
1993	3.79	4.26	4.74	4.89	5.05	4.74	4.42	5.23	4.89	5.05	5.05	4.42	4.26	3.64	3.48	
1994	3.35	2.95	3.35	14.02	12.3	8.66	9.31	6.85	8.26	9.98	16.94	26.55	23.35	14.8	8.86	
1995	11.82	10.43	26.55	21.22	14.28	11.82	17.5	12.3	7.45	8.46	7.86	7.65	6.67	7.45	8.26	
1996	8.26	7.65	7.25	5.59	5.05	7.25	8.66	7.65	7.25	8.86	10.2	10.65	10.88	10.2	10.65	
1997	11.82	8.46	8.46	8.06	40.95	63.22	40.56	37.89	27.54	50.36	40.56	34.94	17.22	13.5	10.88	
1998	7.25	8.46	10.2	8.66	7.65	8.26	8.06	7.25	7.45	7.65	10.43	7.45	7.25	8.86	8.06	
1999	10.65	9.76	9.08	8.86	11.34	10.43	8.06	8.86	8.26	7.65	8.46	9.31	8.86	9.08	17.78	
2000	32.06	15.58	11.58	11.1	9.31	8.26	8.66	9.53	8.86	9.98	12.06	9.53	8.26	9.31	9.98	
2001	5.95	5.86	5.41	5.05	54.21	17.22	10.09	8.26	7.45	6.49	20.06	11.82	9.98	7.45	28.38	
2002	8.16	7.15	6.58	6.58	6.31	5.86	10.43	9.08	12.42	9.98	8.86	7.45	6.4	5.86	5.32	
Média do dia	9.14	7.71	8.56	8.02	12.80	11.64	11.05	9.98	9.05	10.64	11.45	10.74	11.10	8.54	9.64	

continua

VAZÕES ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA POSTO DO VAU - 2009															
ANO \ DIA	01/jun	02/jun	03/jun	04/jun	05/jun	06/jun	07/jun	08/jun	09/jun	10/jun	11/jun	12/jun	13/jun	14/jun	15/jun
1988	6.85	7.45	6.31	6.13	6.13	6.13	5.77	5.77	5.41	5.41	5.05	5.05	5.23	5.59	5.05
1989	3.48	3.48	3.48	3.21	3.21	3.21	3.21	3.21	4.26	5.95	24.9	10.43	7.05	5.95	5.05
1990	3.48	4.26	3.48	3.48	3.48	3.48	3.95	3.48	4.26	3.64	3.48	3.48	3.48	3.35	3.21
1991	3.48	3.48	3.21	3.21	2.95	2.95	9.31	6.85	5.95	5.41	4.74	4.74	4.42	4.11	3.79
1992	10.43	8.26	6.31	5.59	4.58	4.11	4.11	4.11	4.11	3.79	3.79	3.64	3.48	3.35	3.35
1993	3.48	3.48	3.48	3.48	3.35	3.21	3.08	3.79	5.23	5.41	5.41	5.77	4.58	4.42	4.42
1994	5.23	5.05	4.74	4.58	5.05	4.74	4.42	4.26	5.77	6.49	6.31	5.95	5.05	5.05	4.74
1995	2.55	2.55	2.55	2.55	2.55	2.55	2.55	2.42	2.42	2.42	2.42	2.42	2.42	2.28	2.28
1996	3.79	3.64	3.48	3.48	4.26	15.32	6.31	4.74	4.42	4.26	4.11	4.11	3.79	3.79	3.64
1997	2.95	2.95	2.95	2.82	2.82	2.68	2.68	2.68	2.68	2.68	2.68	2.68	2.68	2.55	2.42
1998	5.59	5.05	4.74	4.42	4.11	4.11	3.79	3.79	3.48	3.48	3.48	4.26	4.58	4.11	4.11
1999	3.21	3.21	3.21	3.21	3.21	3.48	3.95	4.11	4.42	4.11	4.11	4.11	4.42	4.74	4.11
2000	3.15	3.08	3.08	3.08	2.95	2.95	2.95	2.95	2.95	2.95	2.95	2.95	2.82	2.82	2.68
2001	5.41	5.23	5.05	4.81	4.74	4.58	4.42	4.26	4.58	3.95	3.95	3.64	3.48	3.48	3.41
2002	4.74	4.74	4.74	4.42	4.11	4.11	4.03	3.79	3.79	3.79	3.79	3.48	3.35	3.21	2.95
Média do dia	4.52	4.39	4.05	3.90	3.83	4.51	4.30	4.01	4.25	4.25	5.41	4.45	4.06	3.92	3.68

conclusão

VAZÕES ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA POSTO DO VAU - 2009															
ANO \ DIA	16/jun	17/jun	18/jun	19/jun	20/jun	21/jun	22/jun	23/jun	24/jun	25/jun	26/jun	27/jun	28/jun	29/jun	30/jun
1988	4.74	4.58	4.42	4.42	4.42	4.42	4.11	4.11	6.13	4.58	4.42	4.42	4.11	4.11	4.11
1989	5.05	4.74	4.42	4.42	4.11	4.11	3.48	3.48	3.79	3.95	3.79	3.48	3.48	3.21	3.21
1990	2.95	3.21	3.21	3.21	3.21	4.89	4.11	3.48	3.48	3.48	3.21	3.21	3.21	3.21	2.95
1991	3.48	3.48	3.21	2.95	16.94	13.5	9.98	6.31	4.74	4.42	4.11	4.11	3.79	5.95	4.11
1992	3.21	3.21	3.21	3.08	2.95	2.95	2.95	2.68	2.68	2.68	2.68	2.68	2.68	2.68	2.68
1993	4.89	5.59	6.49	7.25	6.31	4.58	4.11	3.79	3.48	3.48	3.48	3.48	3.48	3.35	3.35
1994	4.58	4.42	4.26	4.26	5.23	4.74	4.42	4.26	4.11	4.26	4.11	3.95	3.79	3.48	3.48
1995	2.28	2.82	2.68	2.68	2.68	3.35	2.95	2.68	2.55	6.85	3.64	3.35	3.95	4.26	3.48
1996	3.48	3.48	3.48	3.48	4.74	6.67	5.59	4.89	4.58	4.42	4.11	4.42	4.58	4.89	4.58
1997	2.42	2.42	2.42	2.42	2.42	2.42	2.82	2.42	2.28	2.28	2.42	9.76	8.66	10.65	11.1
1998	3.79	3.79	3.95	24.9	13.5	10.43	8.66	5.77	4.74	4.42	3.95	3.79	4.11	4.11	3.79
1999	3.79	4.11	4.42	4.26	13.5	6.31	5.77	5.41	4.89	4.42	4.11	3.79	3.35	2.95	2.68
2000	2.68	3.08	8.46	4.58	6.85	8.46	6.76	5.32	4.66	4.11	3.48	3.64	3.21	2.95	2.75
2001	3.21	3.48	6.49	20.93	10.65	6.13	5.32	5.05	4.74	5.23	13.5	10.2	7.86	6.49	4.74
2002	2.82	2.68	2.68	3.08	3.48	3.41	4.11	6.31	4.34	3.79	3.64	3.48	3.48	3.35	3.21
Média do dia	3.56	3.67	4.25	6.39	6.73	5.76	5.01	4.40	4.08	4.16	4.31	4.52	4.25	4.38	4.01