

5. PROGNÓSTICO

5.1. PROGNÓSTICO SEM O EMPREENDIMENTO

O prognóstico sem o empreendimento pretende vislumbrar, à luz das informações analisadas no diagnóstico, o futuro da área correspondente às propriedades que constituem o empreendimento, no que tange às possibilidades de seu desenvolvimento espontâneo.

O terreno onde se insere o empreendimento Marina Porto Búzios – Expansão no Município de Armação dos Búzios não apresenta atualmente ocupação alguma, apesar de existirem há algum tempo ao seu redor alguns espaços que abrigam atividades que são funcionalmente importantes para a vida urbana, que são:

- 1) O aeroporto, que fica próximo ao limite norte do terreno a ser ocupado. Denominado Aeroporto Umberto Modiano em homenagem ao pioneiro empresário, opera com aeronaves de grande porte como turbo-hélices do tipo dos modelos Fokker 27 e 50, além de jatos executivos e outras aeronaves que fazem o transporte regional, pois tem pista de 1.300m de comprimento e 30m de largura com revestimento em asfalto, além de possuir balizamento noturno. Recebe vôos regulares vindos do tanto do Aeroporto de Guarulhos, na região metropolitana de São Paulo, ou do Aeroporto Santos Dumont, na cidade do Rio de Janeiro – todas as sextas-feiras e domingos, operados pela companhia aérea TEAM em aeronaves bimotoras, turbo-hélice, modelo LET-410 E-20, com capacidade para 19 (dezenove) passageiros.
- 2) A Marina Porto Búzios, no limite nordeste, com acesso por canal artificial à Praia da Rasa e cuja expansão é o objeto do empreendimento. Além das facilidades náuticas também tem residências e clube.
- 3) O Búzios Golf Club, ao sul, junto aos pés da Serra das Emerenças, em cujas encostas também já foram construídas algumas residências esparsas, em propriedade original do Grupo Modiano, cuja pedra fundamenta foi lançada em 17 de dezembro de 1988.

- 4) Loteamento a noroeste do terreno do empreendimento, que é fronteiro à marina atual na estrada de acesso, no qual serão implantados equipamentos coletivos de apoio ao empreendimento tais como Centro de Estudos Ecológicos, Centro de Estudos da Pesca e o destacamento do Corpo de Bombeiros bem como local de trabalho da Capitania dos Portos. Este loteamento também terá função de abrigar tanto os proprietários que queiram dispor de lotes de custo inferiores ao da expansão da marina quanto outras pessoas que possam prestar serviços aos moradores da marina ou à população em geral não só a que habita a Praia Rasa mas a que vive na península de Armação dos Búzios.

Neste último caso, tendo em vista o crescimento demográfico acelerado que vem experimentando o Município de Armação de Búzios, ao se dispor de uma alternativa de localização das famílias de menor poder aquisitivo, evita-se que a área do empreendimento seja atraente para invasões com vistas à ocupação irregular.

É o que têm acontecido no sul do Município de Armação dos Búzios, no loteamento de acesso à Praia de José Gonçalves e nas próprias encostas da Serra das Emerenças, tanto as voltadas para essa praia como as da Praia de Tucuns. Destaque-se que toda a parte sul da serra, que vai da estrada de ligação entre os municípios até o mar, bem como seu entorno imediato, está inserida na Área de Proteção Ambiental – APA Pau-brasil, o que não tem evitado a expansão das construções clandestinas, através do conhecido trabalho de “formiguinhas”.

Como se viu no diagnóstico, uma parte da propriedade que dá suporte ao empreendimento corresponde a áreas brejosas. Assim, a solução da expansão da marina ao criar um espelho d’água interno evita também a agressão a esse ecossistema, que muito sofreria com aterros e bota-foras ilegais para a ocupação por comunidades invasoras. Nesse aspecto vale citar o exemplo do que tem ocorrido no distrito de Tamoios, no vizinho município de Cabo Frio, onde se têm locais onde o parcelamento do solo irregular representa verdadeiro atentado à ordem pública, como acontece a oeste do Rio Gargoá. Ou então se conviverá com deprimentes palafitas, se os proprietários dos terrenos não conseguirem manter indefinidamente a sua posse incólume, o que reverterá também em prejuízo para a administração pública municipal, não só pela perda da arrecadação que deixará de fazer como também pelos gastos que terá para evitar a concretização e o agravamento deste quadro.

Dentre os principais impactos que se podem listar para a avaliação da situação correspondente a própria ausência do empreendimento Marina Porto Búzios – Expansão, ou seja, considerando-se a hipótese de sua não-realização, estão os seguintes.

- **Evolução da erosão do solo exposto devido ao movimento de terra em intervenções passadas**

Algumas áreas dentro do empreendimento encontram-se severamente trabalhadas devido ao empréstimo de solo em ações passadas. Em decorrência desta exposição e da falta de seu recapeamento com solo e vegetação adequada, ocorrem processos de erosão que carregam significativo volume de sedimentos. Este transporte ao longo dos anos vem cobrindo as áreas mais baixas e brejosas provocando uma mudança significativa em termos paisagísticos e de funcionabilidade sistêmica no ecossistema local. Na continuidade do abandono destas áreas o processo tende a se intensificar.

- **Obstrução e desestruturação do canal artificial de ligação com o mar**

Atualmente se observa um quadro de gradual destruição da integridade física dos guias correntes que conservam a comunicação hidráulica do canal de acesso com o mar. Em decorrência desta destruição parcial e gradual, nota-se o forte assoreamento do canal, o que obriga a sua manutenção continuada em termos de dragagem, como feito recentemente, pois cãõ contrário a tendência é de se perder a função da marina atual formada pelos canais artificiais previamente construídos. Por outro lado, a construção de um novo conjunto de guias correntes deverá ser feita pelos responsáveis pelo empreendimento.

- **Deterioração das muradas ao longo dos canais artificiais existentes**

A falta de ocupação e manutenção das muradas ao longo dos canais artificiais provoca o colapso gradual dos mesmos em alguns trechos. Sem a expansão do empreendimento seguramente a tendência é da continuidade da deterioração física e da estabilidade das margens dos canais artificiais.

- **Degradação da paisagem atual**

O abandono em que se encontra o terreno, em parte desprovido de vegetação e com o solo exposto às intempéries, poderá proporcionar a gradual degradação da paisagem atual, com até o aparecimento de feições erosivas do tipo sulcamento nas encostas próximas, o que contribuirá para o assoreamento das áreas úmidas locais, como se depreende do próximo item.

- **Perda progressiva das áreas brejosas**

A opção de não construir, apesar de evitar a geração dos potenciais impactos mitigáveis associados à instalação do empreendimento, conduzirá ambientalmente a área a condições de desequilíbrio ambiental associadas à perda progressiva dos Brejos da Rasa e da Fazendinha, seja por assoreamento natural ou intencional, seja pela impermeabilização das vizinhanças – sem as correspondentes criações dos espelhos d'água dos canais que o empreendimento proporcionará – mas com os conseqüentes prejuízos à evapotranspiração, o que resultará em situações ambientalmente degradadas, como já ocorre em extensas áreas do distrito de Tamoios, no vizinho município de Cabo Frio, tais como o Brejo do Pai Domingos / Pântano do Ramalho e também o Pântano da Malhada (adjacente ao município de Armação dos Búzios, pelo qual avança ultrapassando o limite noroeste).

- **Comprometimento da qualidade dos corpos d'água interiores**

O lançamento dos efluentes de estação de tratamento de esgotos sanitários que fica no limite sudeste do terreno da expansão da marina – mesmo considerando serem esses efluentes provenientes de tratamento no nível secundário – certamente acabará por comprometer a qualidade da água nas áreas brejosas e também no canal de acesso ao mar, com conseqüentes impactos tanto na orla litorânea como também no lençol freático subjacente aos terrenos da praia, ao qual concorrem algumas famílias para o abastecimento de água através de poços.

Sem a implantação do empreendimento, não haverá razão para a construção de galeria prevista pela concessionária que levará os efluentes até o rio Una, ao norte do limite municipal de Armação dos Búzios.

- **Restrição ao crescimento socioeconômico**

O município de Armação dos Búzios, conforme identificado no diagnóstico socioeconômico realizado, apresenta potenciais e indicadores de desenvolvimento (arrecadação tributária, sustentabilidade fiscal, autonomia financeira, potencial para o desenvolvimento) em crescimento nos últimos dez anos.

Nota-se que o turismo e a localização geográfica de Armação dos Búzios têm proporcionado ambiente favorável à ampliação da capacidade de geração de serviços e, conseqüentemente, de emprego e renda para a população local. Estas atividades estão, em sua maioria, voltadas para o setor de serviços, sendo o turístico o mais preponderante. Hotéis, pousadas de diferentes portes, restaurantes e atividades de lazer, atividades náuticas (principalmente o recebimento de cruzeiros internacionais em diversos períodos do ano) mobilizam a economia local.

Pelo porte do empreendimento Marina Porto Búzios – Expansão, considerando-se a hipótese de não-construção do empreendimento, haverá notável restrição ao desenvolvimento econômico local, desprezando as oportunidades de desenvolvimento sustentável da localidade, considerando as características já existentes de estímulo ao desenvolvimento do setor turístico, a possibilidade de geração de trabalho e renda local, arrecadação tributária etc..

- **Parca qualificação de mão-de-obra para o turismo**

Apesar do potencial de trabalho e postos de serviços existentes para o turismo em Armação dos Búzios, o município ainda carece de um programa efetivo de qualificação de mão-de-obra, em especial para o turismo internacional.

Muito embora exista a escola técnica de turismo – Colégio Estadual Oliveira Botas – CEJOB, há ainda necessidade de envolvimento de outras instituições realizadoras de cursos de curta duração voltados para o mercado de trabalho.

No que pese o turismo de alta classe é necessário que se viabilizem cursos de idiomas, de atendimento voltado para o público internacional que visita a localidade.

Sem a construção do empreendimento, seria um fator a mais para se manter latente no município de Armação dos Búzios a demanda de qualificação de mão-de-obra para o turismo internacional.

- **Potencial de desenvolvimento da parte continental de Armação dos Búzios não aproveitado**

Observa-se, a partir de alguns indicadores e observações de campo, que o crescimento econômico (assim como a densidade populacional) tem se concentrado em sua parte peninsular, ficando a parte continental do município, ainda com grande capacidade de melhoria de infraestrutura e urbanismo adequado, sem ser explorada.

No que diz respeito ao setor de serviços, são poucos os disponíveis em sua parte continental, e ainda com condições precárias para o atendimento ao público de veranistas e turistas. Não há atrativos comerciais e de lazer que destaquem a beleza cênica e o perfil das construções arquitetônicas de serviços como ocorre na parte peninsular, existindo apenas condomínios isolados, fazendo com que os moradores e/ou veranistas/turistas tenham que se deslocar para a parte peninsular de forma a obter acesso aos comércios e serviços locais. Isto faz com que a mobilidade entre os bairros da parte continental e da parte peninsular se dê de forma intensa principalmente nos períodos de alta temporada.

- **Disponibilidade de grandes lotes para ocupação espontânea e irregular**

Como visto no início, considerando-se a hipótese de não realização do empreendimento Marina Porto Búzios – Expansão, a parte continental do município apresenta grande probabilidade de ser ocupada por invasões e de forma espontânea e irregular. Isto porque a esta parte do município está mais próxima da fronteira com o município de Cabo Frio, e é também onde há concentrações da população de baixa renda, o que favorece o cenário de migração intermunicípios sobrecarregando a infraestrutura de serviços de Armação dos Búzios.

Pela evolução deste cenário, é possível afirmar que na hipótese de não-realização do empreendimento, as ocupações espontâneas e irregulares poderão se intensificar, acarretando um deficitário planejamento urbanístico na área e futuros conflitos entre a população residente e os veranistas e/ou turistas que chegam a Armação dos Búzios. Além disto, mantendo-se o quadro atual, os imóveis e terrenos valorizados pelo potencial de construção de condomínios de alta classe poderão sofrer desvalorização se as forças de pressão sobre a ocupação desordenada e irregular se mantiverem.

- **Aumento do tráfego de veículos nas vias da área de influência**

A evolução do tráfego nas áreas de influência direta e indireta na região sem a concretização da implantação do empreendimento se dará acompanhando um incremento vegetativo nos níveis atuais observados. O município de Armação dos Búzios, assim como os demais situados na região fluminense dos lagos, é caracterizado por uma sazonalidade marcante, onde os períodos de férias escolares e feriados prolongados costumam hospedar uma população flutuante muitas vezes superior as suas populações com residência permanente, ocasionando picos bem definidos no tráfego.

A implantação de pólos geradores de tráfego (PGT's) modifica a tendência de crescimento vegetativo, pois cria novas alternativas e opções que incentivam a realização de viagens motorizadas. Na ausência de novas variáveis como os PGT's, pode-se considerar que a evolução do tráfego ocorre devido a parâmetros relacionados ao setor de transportes, como o mercado automobilístico (determinante para explicar as viagens no modal particular) e a disponibilidade de transporte público (para as viagens coletivas).

Desta forma, um meio clássico de estimativa da taxa de crescimento no tráfego de veículos está na adoção da taxa de motorização. A taxa de motorização é o indicador mais utilizado para expressar a magnitude das frotas e do grau de motorização dos países ou regiões, ao associar os dados relativos à quantidade existente de veículos com os respectivos dados demográficos. Segundo estudo realizado por LOPES (2005) sobre o tema, o Estado do Rio de Janeiro apresentará uma taxa média de crescimento deste indicador, no período de 2005 a 2015, de 2,4% ao ano. Adotando-se essa taxa de crescimento vegetativo ao tráfego, pode-se afirmar que nenhuma das vias citadas no diagnóstico apresentará saturação de sua capacidade viária no horizonte de 20 anos, considerando as características atuais.

- **Risco de acidentes e pressão sobre a segurança viária**

Define-se acidente de trânsito como todo evento danoso que envolva o veículo, a via, o homem e/ou animais e, para caracterizar-se, é necessário à presença de pelo menos dois desses fatores.

Segundo estudos do DENATRAN, cerca de 60% dos acidentes de trânsito ocorrem nas áreas urbanas, e, uma das maiores causas dos acidentes provém de falhas do condutor do veículo. Segundo a mesma fonte, as causas dos acidentes de trânsito são divididas, segundo a proporção, em:

- 75% causados por falha humana (condutor);
- 2% causados por problemas nos veículos;
- 6% por deficiências das vias;
- 7% por causas diversas.

Observando os números divulgados acima, conclui-se que o condutor pode ser responsabilizado por 75% dos acidentes, enquanto os demais 25% dependem de fatores externos.

A forma mais direta de como a pressão sobre o sistema viário pode contribuir para o aumento dos riscos de acidentes incide sobre a degradação das condições da malha viária, que é responsável por 6% do total de acidentes registrados. Os fatores indutores para justificar tal fato estariam relacionados com a fadiga na pavimentação, causando principalmente o surgimento de buracos e desníveis na pista, com a perda no controle do veículo e o acidente. Há ainda fatores que podem incidir como responsáveis para a degradação do sistema viário como: ausência de sinalização vertical e horizontal adequada, sinalização para pedestres e semaforização.

Além dos danos físicos causados na malha, essa pressão pode gerar causas indiretas, incidindo exatamente sobre o maior causador de acidentes: a falha humana. A necessidade de aumento de tráfego sem um investimento em infra-estrutura que acompanhe este crescimento, certamente provocaria aumento nos níveis de congestionamento e o conseqüente aumento no tempo de viagem e redução da velocidade média. Esses fatores são determinantes para acelerar o estresse e o cansaço dos motoristas para a realização das viagens, além do aumento do tempo de exposição ao risco. Entre todas as conseqüências desta influencia negativa sobre o comportamento dos motoristas, pode-se citar as seguintes:

- Imprudência dos condutores;
- Excesso de velocidade;
- Desrespeito à sinalização;
- Ingestão de bebidas alcoólicas;
- Ultrapassagens indevidas;
- Distração interna do condutor (rádio, passageiro, celular, cigarros e objetos soltos no interior do veículo);
- Ação evasiva inadequada, frente a um fator adverso (buraco, veículo parado, etc.);

- Avaliação errada de distância e velocidade de um outro veículo, tanto no mesmo sentido (andar na "cola") como em sentido contrário;
- Falta de cortesia no trânsito;
- Não obediência das normas de circulação e conduta (tanto para condutores como para pedestres);
- Sonolência, falta de descanso, drogas (remédios, psicotrópicos, tranquilizantes, etc) e fadiga.

Esses fatores podem ser potencializados quando combinados a fatores externos, como falta de fiscalização do veículo (vistoria) e/ou fiscalização no trânsito, falta de manutenção do veículo, circulação de animais, pedestres, condições meteorológicas entre outros.

Não existem estudos específicos sobre a relação entre a degradação da malha viária e o aumento de acidentes causados, porém, pode-se estimar que seja proporcional a evolução da taxa de motorização, ou seja, a estimativa considerando os veículos no Estado esteja próximo aos 2,4% ao ano para o período de 2005 a 2015 (LOPES-2005).

REGISTRO FOTOGRÁFICO DO CENÁRIO ATUAL

Panorâmicas Externas



Panorâmica da Praia Rasa do Canal para Oeste.



Panorâmica da Praia Rasa do Canal para Leste.



Panorâmica da Barra do Canal e da Praia Rasa.

Panorâmicas do Canal



Panorâmica do Canal de Acesso à Marina a partir da ponte.



Vista Frontal da Ponte com semáforo. Panorâmica da Ponte a partir da margem norte do Canal de Acesso.

Panorâmicas Internas



Panorâmica 180º - Aeroporto para Norte.



Panorâmica 180º - Aeroporto para Sul com Serra das Emerenças no centro ao fundo.



Panorâmica 180º - Serra das Emerenças para Nordeste com faixa costeira ao fundo.



Panorâmica 180º - Marina Atual.

5.2. PROGNÓSTICO COM O EMPREENDIMENTO

Para a avaliação da situação correspondente à presença do empreendimento Marina Porto Búzios – Expansão, ou seja, considerando-se a hipótese de sua realização, os principais impactos que se podem listar são os seguintes.

- **Possibilidade de recuperação das áreas expostas e erodidas**

Com a expansão do empreendimento será possível recuperar as áreas degradadas no que se refere ao solo. Além da ocupação das áreas vazias será possível restaurar a composição paisagística através da cobertura vegetal, que por sua vez fixa o solo contra processos erosivos do intemperismo natural.

- **Recuperação dos guias correntes e comunicação hidráulica com o mar**

A revitalização do canal artificial se dará através da reconstrução dos guias correntes e subsequente manutenção de dragagem para equalização da seção transversal do canal artificial.

- **Alteração do paisagismo**

A implantação do empreendimento redundará na mudança substancial do paisagismo local, quantitativa e qualitativamente, em decorrência da urbanização mais densa para a região.

- **Segmentação dos ecossistemas**

Em função da área de ocupação do empreendimento o mesmo provocará uma segmentação nos ecossistemas existentes ou uma perda de continuidade do meio.

- **Sobre as Áreas Brejosas**

Grande parte das áreas brejosas se transformará em canais e lagoas, ocasionando uma alteração no ecossistema e, conseqüentemente, na biodiversidade da flora e da fauna, durante o período da construção do empreendimento.

A paisagem alterada se incorporará à já existente paisagem que compõem a Marina Porto Búzios. Durante a fase de construção do Empreendimento, esta alteração de hábitat poderá facilitar a captura de representantes da fauna local, sobretudo dos pertencentes ao grupo da avifauna.

Durante a operação, o novo hábitat marinho, que dará lugar ao antigo Brejo, servirá como um ambiente estuarino possibilitando uma diversificação da fauna e flora marinhas, não só na AID como na AII.

- **Sobre os Ecossistemas Terrestres**

Durante a fase de construção, haverá supressão de cobertura vegetal, embora o Empreendimento priorize a ocupação de áreas antropizadas, mas inevitavelmente trabalhos originados de movimentação de terra, abertura de acessos viários, construção de rede de drenagens etc., poderão afetar pequenos trechos de vegetação em estágios inicial e/ou médio de regeneração, tanto de vegetação originária da Mata Atlântica quanto de vegetação do tipo de Restinga.

Durante a fase de construção, em função da movimentação humana e de veículos e de ruídos inerentes à implantação do Empreendimento deverá haver um afugentamento da fauna local, colocando em risco a sobrevivência de exemplares de espécies.

Com a transformação de ambientes terrestre em aquáticos e a recuperação dos guias e do canal de acesso à Marina hoje existente, uma nova fauna marinha fará parte do novo ecossistema estuarino, que servirá inclusive de berçário, possibilitando um incremento da fauna regional.

Durante as fases de construção e implantação do Empreendimento, haverá um enriquecimento dos ecossistemas a partir dos manejos e plantios previstos e das intervenções paisagísticas, criando a oportunidade de aumento da diversidade local, tanto no que diz respeito à flora, quanto à fauna, terrestre e marinha.

- **Sobre os Ecossistemas Marinhos**

A partir do aumento no fluxo de embarcações tanto na área do Empreendimento, quanto na sua área de influência indireta, poderá haver dano à comunidade bentônica de infra-litoral.

O aumento no fluxo de embarcações torna maior o risco de acidentes com resíduos oleosos oriundos das embarcações, podendo, desta forma, colocar em risco as comunidades bentônicas de infra e médio-litoral.

O aumento do fluxo de embarcações e a instalação de casas e áreas comerciais, ainda que ligadas a Estações de Tratamento de Esgoto, poderão ocasionar eventuais danos ao ecossistema, em caso de contaminação por resíduos sólidos e/ou efluentes domésticos e navais.

- **Aumento da População Flutuante**

Armação dos Búzios, em média, quintuplica sua população em períodos de alta temporada (principalmente nos meses de dezembro e fevereiro). Sua população atual de 24.560 pessoas chega a atingir, portanto, o total de 122.800 pessoas. Apesar do número significativo de acréscimo populacional no município, cabe destacar que este já um fenômeno vivenciado pela população local de Armação dos Búzios, bem como em outras localidades da Baixada Litorânea.

Com o empreendimento, estima-se que cerca de 10 mil pessoas a mais passarão a freqüentar o município em períodos de alta temporada, correspondendo a aproximadamente 8,5% do total populacional de Armação dos Búzios nestes períodos.

- **Incremento da Arrecadação Tributária Municipal**

Para o exame do incremento da arrecadação tributária realizada em função das edificações e geração de receitas para o município de Armação dos Búzios deverão ser realizadas as estimativas iniciais considerando-se, minimamente, o potencial de arrecadação do principal imposto em sua fase de operação, o IPTU – Imposto Predial Territorial Urbano – alíquota de 1% do valor venal dos imóveis construídos.

- **Aproveitamento do potencial de desenvolvimento da parte continental de Armação dos Búzios**

No que diz respeito ao zoneamento do município, cabe notar a importância dada pelo Plano Diretor, em termos de planejamento urbano municipal, à necessidade de incentivar a ocupação da área continental do município, à expansão das atividades comerciais/serviços e à localização de atividades de porte para o exterior da península, conforme se depreende no art. 10, incisos I, II e III, a seguir:

“Art. 10. Constituem estratégias de ordenação territorial:

- I - incentivo ao desenvolvimento de atividades e negócios na porção continental do Município;*
- II - descentralização das atividades comerciais e de serviços localizados na área central e no corredor de acesso à península;*
- III - localização das atividades de grande porte em área externa à península;*

Vale, portanto, registrar que tais determinações se coadunam com as características do empreendimento em estudo, tanto no porte e atividade econômica propostos, quanto na localização pretendida

Parte do Projeto Marina Porto Búzios – Expansão está localizado em Zona Especial, que é constituída por quatro subdivisões, em área que contém sistema de alagados e brejos. Segundo consta na lei de uso do solo do município de Armação dos Búzios, esta é uma área adequada à localização de empreendimentos de grande porte e usos variados (artigo 35).

- **Incremento da economia local**

Outro impacto representativo das interferências do empreendimento no ambiente social de Armação dos Búzios diz respeito ao potencial de dinamização da economia local. Haverá incremento de arrecadação de impostos em função das transações imobiliárias, da realização de novas construções de grande porte, da geração de empregos diretos e indiretos, do estímulo ao setor de serviços ligados à atividade turística de forma geral. Além das condições diretas de estímulo à geração de receitas em âmbitos municipais, haverá, em médio e longo prazo, incremento indireto da economia de municípios limítrofes, pelo potencial de geração de consumo (comércio, hospedagem, etc.) junto a esses municípios em função do aumento da população flutuante em âmbito municipal e regional.

- **Qualificação do setor turístico em Armação dos Búzios**

A construção do empreendimento Marina Porto Búzios – Expansão irá propiciar à Armação dos Búzios condições de oferta de estabelecimentos turísticos do porte de grandes cidades desenvolvidas em outras partes do mundo, como Europa e Ásia. O turismo internacional e de grande porte irá propiciar um cenário de desenvolvimento e de preparação do município (embora já existente) para o recebimento de turistas estrangeiros e veranistas com alto poder aquisitivo. Apesar de Armação dos Búzios já ser reconhecido como exemplo de desenvolvimento de pequenos municípios através das atividades turísticas, haverá maior qualificação do setor turístico face à implantação do Marina Porto Búzios – Expansão

- **Pressão sobre a infra-estrutura de serviços de utilidade pública**

A demanda de água para abastecimento do empreendimento Marina Porto Búzios será suprida pelo sistema de abastecimento local, realizado pela represa de Juturnaíba, localizada no município de Araruama. A concessionária PROLAGOS atende a 91% da demanda por abastecimento atual. Este abastecimento é realizado a vazão de 130 litros/segundo, com tratamento convencional na ETA de Juturnaíba.

Considerando-se a estimativa de população total municipal de 122.800 pessoas em períodos de alta temporada, e a estimativa de aproximadamente 10 mil pessoas que passarão a habitar nos domicílios do empreendimento Marina Porto Búzios, haverá um acréscimo da demanda por abastecimento de água em aproximadamente 8,5% em períodos de alta temporada, quando todas as unidades poderão estar ocupadas.

De acordo com as informações obtidas junto a PROLAGOS, em períodos de baixa temporada – considerando-se o índice de abastecimento de 91% - a pressão sobre a demanda de abastecimento de água é relativamente baixa em função das características do empreendimento Marina Porto Búzios.

- **Sobre o tráfego de veículos nas vias da área de influência**

Um prognóstico do comportamento do tráfego é determinado em função do novo empreendimento, considerando os parâmetros fornecidos de sua implantação e operação e das melhorias de infra-estrutura viária nas vias impactadas. Os impactos dependerão basicamente da determinação do nível de serviço futuro nos diversos trechos, definidos pela relação volume de tráfego x capacidade da via.

Analisando a natureza do empreendimento – condomínio residencial com serviços de apoio a atividades náuticas de lazer, em região com predomínio turístico e de veraneio – estima-se que os impactos no tráfego ocorrerão com maior intensidade nos períodos de férias, feriados prolongados e fins de semana.

Considerando o público alvo de poder aquisitivo elevado, a localização geográfica e a proximidade com a Região Metropolitana do Rio de Janeiro, estima-se o predomínio de acessos provenientes da capital do Estado e arredores, e como meio de locomoção, o uso de veículos particulares. Como alternativa a esse modal de transportes existe ainda a possibilidade de acesso por via aérea e por meio coletivo rodoviário, ambos com volumes reduzidos considerando a natureza já descrita do empreendimento.

O estabelecimento de novos pólos geradores de tráfego pressupõe uma demanda adicional no fluxo, que requer uma avaliação dos impactos no tráfego em função da pressão causada pela demanda suplementar de veículos na malha viária adjacente, influenciando diretamente na relação entre o volume de veículos que circulam e capacidade nominal da via.

A expansão da Marina Porto Búzios pode ser considerada como um empreendimento de grande porte, gerando um grande desenvolvimento da região em diversos aspectos, como aumento da oferta de empregos diretos e indiretos, arrecadação de tributos e aumento do índice de desenvolvimento humano. Por outro lado, geram-se também os impactos negativos referentes ao tráfego rodoviário. Sua implantação contribuirá com impactos regionais e locais, não só em Armação dos Búzios, como também nos municípios adjacentes.

Sendo o empreendimento um complexo residencial / náutico apresenta uma característica distinta quando se trata de geração de viagens, com seus impactos representativos nas principais via de acessos. Pelas características do local, espera-se que a maior parcela da população seja composta por veranistas e visitantes, sendo marcante, desta forma, o caráter sazonal de geração de viagens, concentradas em períodos de férias e feriados prolongados. As viagens de acesso ao local são os deslocamentos de turistas e veranistas de sua cidade de origem a esse destino, que influenciam as vias situadas em ambas às áreas de influência (direta e indireta), enquanto as viagens eventuais são os deslocamentos a partir do empreendimento para os pontos de interesse na região, como pontos turísticos, praias, estabelecimentos comerciais e restaurantes situados nas cidades próximas (área peninsular de Armação dos Búzios e Cabo Frio), além das origens diversas dos usuários externos do local. Essas viagens locais provocam impactos somente na Área de Influência Direta.

Conforme justificado anteriormente, a implantação de um novo pólo gerador de tráfego (PGT) adiciona um volume de veículos à tendência de crescimento vegetativo, pois são criadas novas alternativas e opções que incentivam a realização de viagens motorizadas.

Sobre a malha viária, provoca uma pressão adicional em toda a rede, porém com maior intensidade nas vias próximas aos acessos do novo PGT, onde ocorre a convergência das viagens realizadas diretamente para este fim. Esta pressão pode causar impactos na capacidade das vias, traduzidas em congestionamentos, redução na velocidade de percurso e aumento nos acidentes de trânsito, principalmente se não forem feitos incrementos na infra-estrutura viária para aumento da capacidade e segurança. O reflexo disto é uma queda no nível de serviço das vias, detalhadas na seção de diagnóstico de tráfego.

Pela distribuição das viagens geradas pela malha viária, estima-se uma concentração das mesmas nas vias próximas ao local de implantação do PGT. Assume-se que ocorrerá uma queda de um grau no nível de serviço nas vias situadas na área de influência direta, e permanência no nível de serviço das vias da área de influência indireta, cujas viagens esparsas não devem modificar o padrão de viagens e, conseqüentemente, a qualidade do serviço oferecido pela infra-estrutura disponível.

Na **Tabela 5.1.** na página seguinte, faz-se um resumo da estimativa do nível de serviço futuro e o nível de serviço apurado no diagnóstico, considerando a operação plena do empreendimento, segundo critérios descritos.

Seguindo esses mesmos critérios de avaliação adotados, observa-se uma tendência de saturação na Ponte da Marina, que opera com uma faixa para os dois sentidos, controlados por semáforos de tempo fixo. Nesta ponte, obteve-se um nível de serviço estimado para “E” na fase de operação, onde ocorrem atrasos significantes e a velocidade média de viagem é cerca de 33% da velocidade de fluxo livre. Neste nível de serviço, a operação é prejudicada por uma combinação de situações adversas, neste caso, altos volumes para capacidade reduzida, tempos de semáforo inapropriados e aclive e declive acentuado.

Poderá ocorrer em alguns casos a classificação “D” para o nível de serviço, onde ainda não são verificadas situações críticas, mas podendo ser considerada uma condição de pré-saturação, exigindo investimentos em infra-estrutura, sob o risco de atingir uma situação desfavorável no médio prazo. Estão enquadradas nesta situação a rodovia RJ-102, no trecho entre o trevo de Búzios e o portal de Búzios, e a Estrada de Búzios, no trecho Geribá – Ferradura. No primeiro caso, a rodovia RJ-102, as impedâncias estão na ausência de acostamento, grande número de acessos e na ocorrência de regiões povoadas, que são pequenos incrementos no fluxo que causam substancial atraso e decréscimo na velocidade de viagem. A Estrada de Búzios neste trecho não duplicado é caracterizada por um forte uso comercial ao longo da faixa de domínio, com excesso de manobras de veículos, cruzamentos e pedestres, aliados a altos volumes de veículos trafegando no local.

Tabela 5.1. – Nível de serviço atual e futuro com a operação da expansão do Marina Porto Búzios

ÁREA DE INFLUÊNCIA	VIA	TRECHO	NÍVEL DE SERVIÇO	
			ATUAL	PREVISTO
Direta	RJ-102	Trevo Búzios – Trevo Arpoador	C	D
Direta	RJ-102	Trevo Arpoador – Posto BR	C	D
Direta	Av. José Bento Ribeiro Dantas	Posto BR – Portal Búzios	B	C
Direta	Estrada de Búzios	Portal – Geribá	B	C
Direta	Estrada de Búzios	Geribá – Centro	C	D
Direta	Estrada da Marina	Trevo Arpoador – Ponte	A	B
Direta	Ponte da Marina	Ponte – Posto BR	D	E
Direta	Estrada da Marina	RJ-102 – Aeroporto	A	B
Direta	Acesso Aeroporto	Aeroporto – Golf Club	-	-
Direta	Acesso Golf Clube	Av. José Bento Ribeiro Dantas	-	-
Direta	Acesso Golf Clube	Av. José Bento Ribeiro Dantas	-	-
Direta	Estr. da Fazendinha		-	-
Direta	RJ-102	Portal Búzios – Cabo Frio	B	C
Indireta	Via Lagos	Rio Bonito – S. P. da Aldeia	B	B
Indireta	RJ-106	Via Lagos – S. P. da Aldeia	B	B
Indireta	RJ-106	S. P. da Aldeia – Trevo Búzios	C	C
Indireta	RJ-106	Trevo Búzios – B. São João	B	B
Indireta	RJ-140	S. P. da Aldeia – Cabo Frio	D	D

Cabe ressaltar que essas estimativas ocorrem apenas nos períodos de alta procura da região por turistas e veranistas, quando se dão os picos de tráfego, problema que já ocorre na cidade durante o feriado de carnaval. Nas demais estações, quando a procura pelos atrativos da região é reduzida, não ocorre o risco de saturação das vias envolvidas, tampouco da queda no seu nível de serviço atual.

- **Sobre o risco de acidentes e a segurança viária**

A variação no índice de acidentes de trânsito depende de uma série de fatores, que podem potencializar ou reduzir o risco de sua ocorrência. O erro humano é responsável pela maior parte dos acidentes, que podem ser ou não potencializados por deficiências nas vias ou demais condições adversas encontradas ao longo do traçado. São fatores atenuantes de acidentes, a fiscalização sobre motoristas e veículos, a sinalização vertical e horizontal adequada, boas condições de pavimentação, redução do número de acessos, sinalização e orientação para travessia de pedestres e mais recentemente, a lei seca. O volume de tráfego em excesso, alta incidência de veículos pesados, travessia inadequada para pedestres, animais e degradação das condições viárias, por sua vez são catalisadores de riscos de acidentes. Portanto, a variação no número de acidentes dependerá da adoção de medidas mitigadoras, programas e campanhas de trânsito, além de melhorias das condições da infra-estrutura viária, uma vez que ocorrerá certamente um aumento de volume de veículos, tanto na fase de implantação (com a circulação de veículos pesados) como na de operação (com predominância de veículos leves). Esse adicional de tráfego sem a adoção de medidas mitigadoras sinaliza para um aumento no índice de acidentes no local. Em contrapartida, a adoção de uma ou mais medidas podem manter o índice nos níveis atuais e até reduzi-lo drasticamente, como verificado recentemente com a entrada em vigor da lei seca.

- **Outros Impactos Ambientais**

Além dos citados, outros impactos, tanto da fase de construção como na fase de operação, são listados na parte deste estudo correspondente aos Impactos, Medidas e Programas, como se pode ver na Matriz correspondente.

5.3. DEFINIÇÃO DA ALTERNATIVA PARA O EMPREENDIMENTO

Na concepção do empreendimento Marina Porto Búzios – Expansão, que inclui um corpo hídrico artificial dragado com objetivos de navegação recreativa, foram consideradas algumas alternativas de arranjo espacial, visando principalmente à melhor solução para a circulação das águas interiores.

O arranjo inicial da expansão da marina se baseou em aspectos arquitetônicos, urbanísticos e de parcelamento da área, resultando em obras para a ampliação do sistema de canais e no alargamento dos canais existentes, por meio de escavação e dragagem, aliada à criação de lagos e ilhas artificiais..

Um importante aspecto a ser considerado em um empreendimento desta natureza e porte é a manutenção da qualidade das águas interiores da marina. Neste contexto, foi contratada a empresa Aquamodelo para analisar a viabilidade técnica e ambiental dos arranjos em planta (layout) previstos, considerando suas vantagens e desvantagens, bem como propor, durante a execução do Master Plan, diretrizes que tornassem o empreendimento ambientalmente viável. O objetivo final é conciliar os critérios arquitetônicos, de parcelamento e paisagístico com a otimização da renovação das águas.

Para tanto, após evoluir sobre três alternativas, fixou-se a proposta em um quarto arranjo espacial, para o qual se fez aplicação de **Modelo Computacional de Circulação Hidrodinâmica** que determina as correntes geradas pela atuação da maré e do vento no interior da marina, além de trecho em mar aberto, responsáveis pela renovação de água neste recinto, e de **Modelo Computacional de Qualidade de Água** (usando os resultados do modelo hidrodinâmico) para determinação do tempo de renovação -ou tempo de residência- das águas no interior da área da marina.

Para o estudo foi utilizada batimetria da porção de mar junto à saída da marina utilizada trabalho foi retirada da Carta Náutica da Marinha do Brasil DHN-1504 – Enseadas de Búzios (**Figura 5.1.**), considerando, assim como para os arranjos anteriormente simulados, uma profundidade de 2,5m no interior dos canais. No entanto, a análise dos resultados das simulações computacionais de hidrodinâmica e de qualidade da água teve como consequência a proposta de adoção do aprofundamento do canal principal da Bacia 1, variando de 2,5m a 4,0m de profundidade.

[illegible]

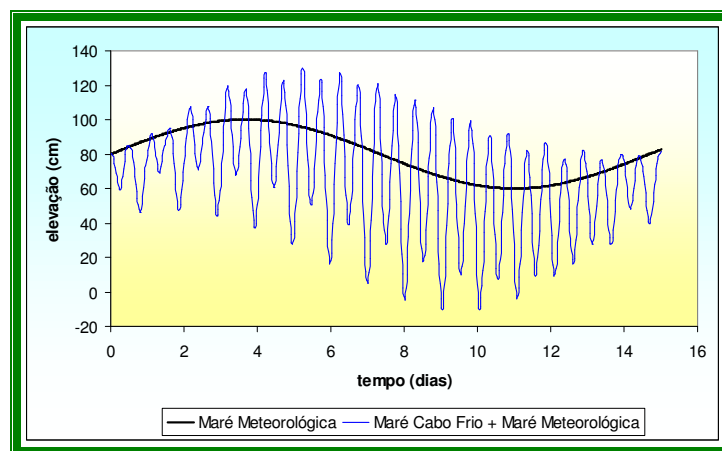


Figura 5.2. – Série de elevações de maré astronômica em Búzios (modelo hidrodinâmico).

Os dados de ventos considerados foram obtidos na estação de Álcis, situada na cidade de Cabo Frio, com latitude de $22^{\circ}59'$ e longitude de $42^{\circ}02'$. As medições foram realizadas entre os anos de 1970 e 1987. Os resultados são apresentados pela rosa de ventos, mostrada na **Figura 5.2**.

Após uma breve análise dos resultados levantados, percebe-se uma grande predominância de ventos do Nordeste, apesar da intensidade moderada. Verifica-se, portanto, que a Região de Cabo Frio alterna ventos principais de direções extremas de NE-SW, também com algum movimento nas direções N-S. As características importantes na mudança dessas direções são a ocorrência de calmarias ou o giro das direções rápidas em função da passagem de sistemas frontais na região. Optou-se por considerar nas simulações a atuação da série de ventos medidas na região, coerente com a rosa de ventos mostrada a seguir.

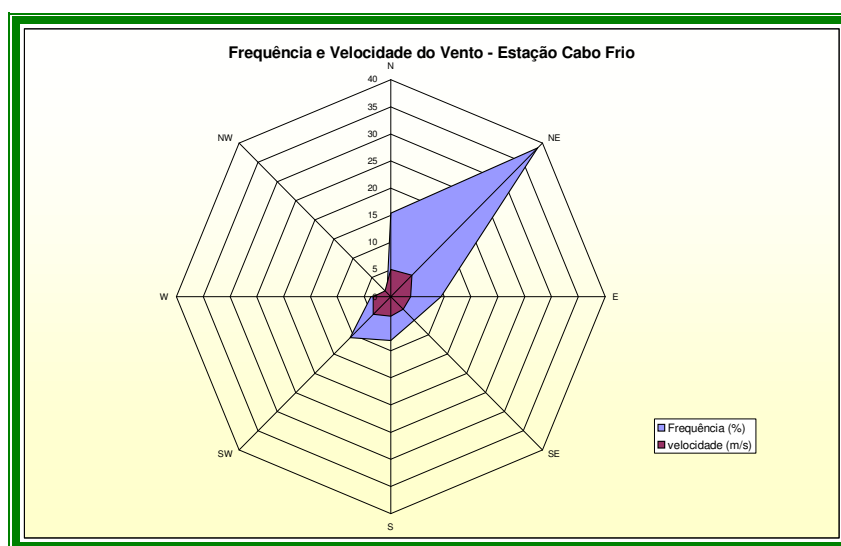


Figura 5.3. – Rosa de Ventos – Estação Álcis, Cabo Frio.

A ampliação da atual área da marina visando um melhor aproveitamento da mesma, soma uma área total urbanizada, incluindo os canais, ilhas e lagos, que ultrapassa 12km². Na quarta concepção de arranjo espacial (Layout 4) foi diminuída em 2 km a extensão da marina, retirando a Baía 2 existente nos arranjos anteriores, e aprofundados os canais. A **Figura 5.4.**, a seguir, mostra os arranjos anteriores, sendo o novo arranjo (Lay-out 4) apresentado na **Figura 5.5.**, em página mais à frente.

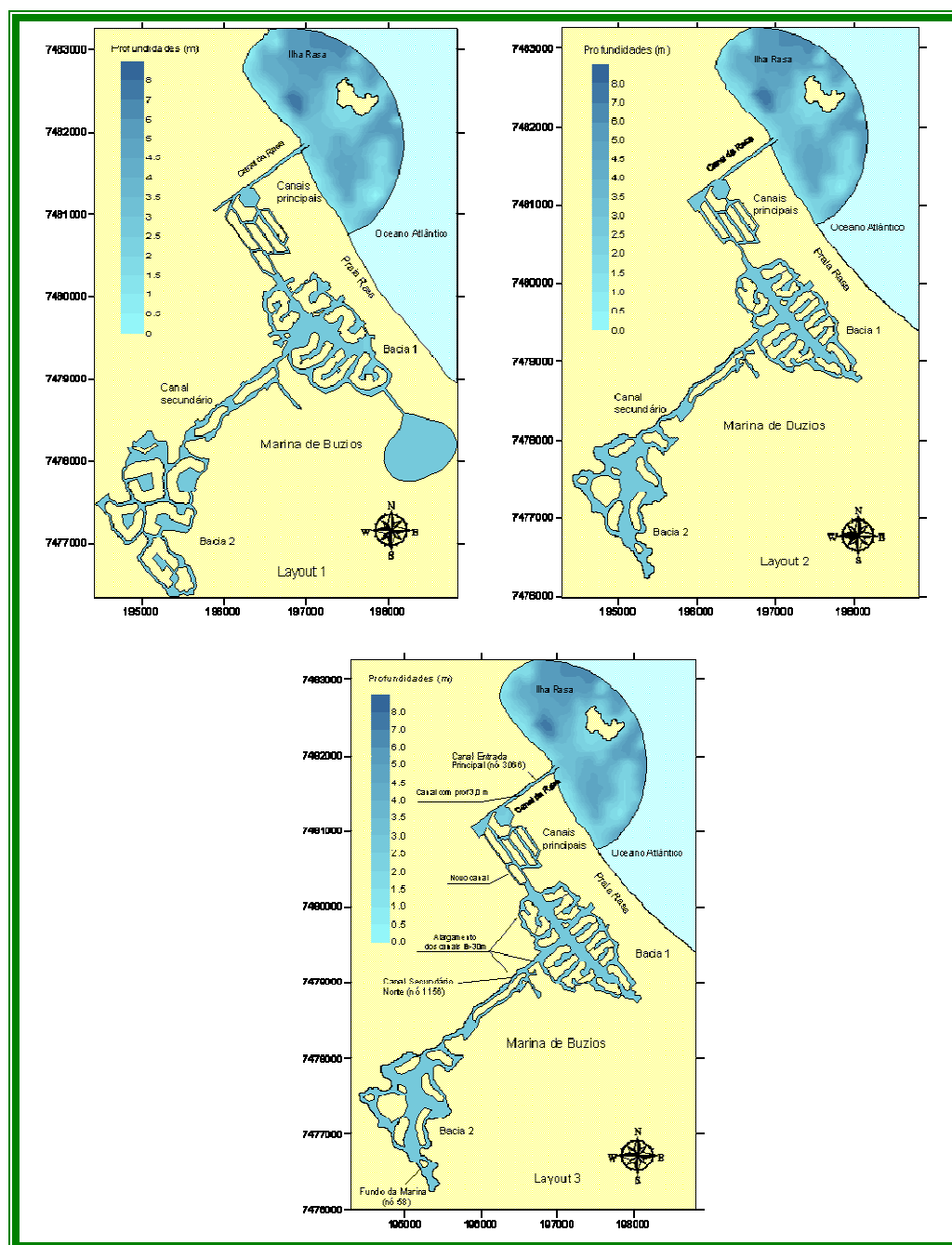


Figura 5.4. – Layouts do Master Plan analisados anteriormente para a expansão da marina.

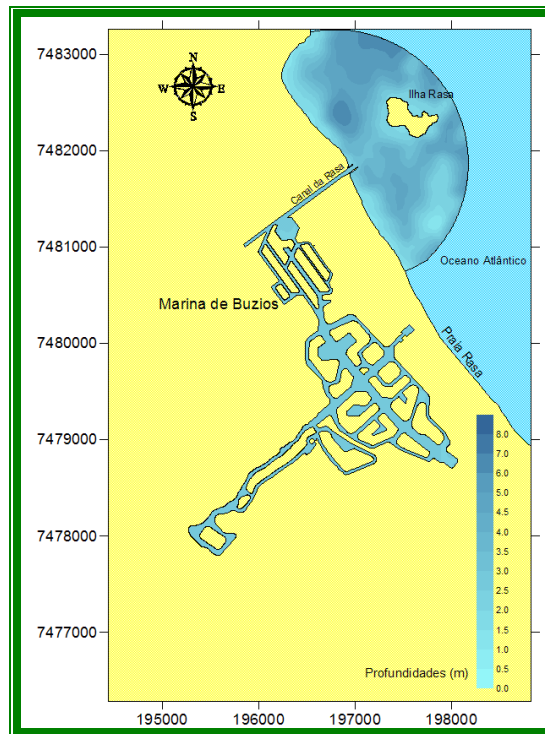


Figura 5.5. - Quarta concepção (*Layout 4*) do Master Plan elaborado para a expansão da marina.

5.3.1. Modelagem Hidrodinâmica

A modelagem hidrodinâmica da Marina Búzios nos diferentes layouts foi realizada através do sistema de modelos denominado "SisBAHIA® - Sistema Base de Hidrodinâmica Ambiental". Trata-se de um sistema profissional em ambiente Windows, registrado pela Fundação Coppetec, (órgão gestor de convênios e contratos de pesquisa da COPPE/UFRJ), que se encontra continuamente sendo ampliado e aperfeiçoado na COPPE/UFRJ desde 1987, através de várias teses de mestrado e doutorado, além de projetos de pesquisa. O sistema tem sido adotado em dezenas de estudos e projetos contratados à Fundação Coppetec envolvendo modelagem de corpos de água naturais.

O SisBAHIA® dispõe de um módulo de circulação hidrodinâmica tridimensional (3D) ou bi-dimensional em planta (2DH), dominada por forçantes barotrópicos, e otimizado para corpos de água naturais nos quais efeitos de densidade variável possam ser desprezados. Resultados podem ser tanto 3D quanto 2DH, dependendo dos dados de entrada. A otimização é utilizada com a finalidade de se obter uma representação ótima de escoamentos em domínios naturais com geometria complexa. Os Processos de calibração são minimizados devido a fatores como: discretização espacial via elementos finitos quadráticos e transformação σ , permitindo ótimo mapeamento de corpos de água com linhas de costa e batimetrias complexas, campos de vento e atrito do fundo podendo variar dinamicamente no tempo e no espaço, e modelagem de turbulência multi-escala baseada em Simulação de Grandes Vórtices (LES). Para análise dos diferentes layouts para a Marina Búzios, optou-se pela simulação hidrodinâmica no modo 2DH, por se tratar de um corpo d'água raso.

Usualmente, quando se levantam dados ambientais para planejamento, gestão ou gerenciamento, obtêm-se séries temporais de dados (velocidade, nível d'água, etc.) em poucos pontos distribuídos na área de interesse. Através de modelos calibrados, as informações obtidas nestes poucos pontos podem ser estendidas para toda a área de interesse. E, se os modelos calibrados são capazes de fornecer boa reprodução das situações para as quais foram realizados os levantamentos, não há porque duvidar que possam ser usados para prever impactos causados por modificações a serem introduzidas no meio, ou prever situações com cenários diferentes daqueles ocorridos nas épocas de medições. Desta forma, os modelos permitem integrar informações espacialmente dispersas, estender o conhecimento para regiões nas quais não há medições, ajudar a interpretação de medições feitas em estações pontuais, prever situações simulando cenários futuros, etc. Sabe-se que a potencialidade da utilização de modelos efetivamente se materializa quando estes estão calibrados. Modelos não calibrados têm sua utilidade diminuída, pois não se pode aferir a validade dos resultados obtidos. Por melhor que seja o sistema de modelos adotado, não é possível avaliar quantitativamente a precisão dos resultados sem dados medidos para comparação. É através de um processo iterativo de comparação entre valores medidos e valores computados, seguidos de ajustes, que se faz a calibração de modelos.

O sistema de modelos adotado tem atributos para minimizar o processo de calibração e consequentemente maximizar a confiabilidade dos resultados, como enfatizado abaixo. Alguns dos atributos do sistema adotado são:

- 1) As estratégias de discretização espacial são otimizadas para corpos de água naturais, pois permitem excepcional detalhamento de contornos recortados e batimetrias complexas. A discretização espacial é preferencialmente feita via elementos finitos quadrangulares biquadráticos, mas pode igualmente ser feita via elementos finitos triangulares, quadráticos ou combinação de ambos. Tal método de discretização espacial é potencialmente de quarta ordem. Em simulações de escoamentos tridimensionais, a discretização vertical da coluna de água usa diferenças finitas com transformação sigma, de sorte que a discretização completa do domínio resulta em uma pilha de malhas de elementos finitos, uma para cada nível Z da transformação sigma.
- 2) Tensões e difusividades turbulentas são modeladas de maneira que torne a calibragem dos modelos diretamente relacionada às variáveis naturais. O emprego de esquemas auto-ajustáveis para a turbulência em escala sub-malha minimiza a necessidade de calibragem. A modelagem da turbulência é baseada em técnicas de filtragem que levam à simulação de grandes vórtices, ou vórtices resolvíveis. Tal técnica é conhecida na literatura internacional como *LES*, sigla de *Large Eddy Simulation*, o que é considerado estado da arte para modelagem de turbulência em escoamentos geofísicos.
- 3) O modelo hidrodinâmico admite especificação pontual do tipo de material de fundo, e usa interpolação bi-quadrática para valores de profundidade e rugosidade equivalente do fundo, permitindo ótima precisão na representação física do leito. Além disso, permite que o atrito no fundo seja variável no tempo e no espaço. Tal realismo é extremamente relevante para simulações de escoamentos em regiões costeiras, baías, estuários, rios e lagoas. Com a fidelidade conseguida no mapeamento da batimetria e contornos, bem como das tensões de atrito, a coerência entre resultados medidos e modelados é naturalmente maximizada, minimizando a necessidade e o processo de calibração.
- 4) Os modelos são baseados em esquemas numéricos bem estabelecidos, para garantia de validade e aceitação.

Em função dos atributos acima, e garantindo-se as condições expostas a seguir, o emprego do sistema de modelos adotado para este projeto em muitos outros trabalhos demonstra que, mesmo sem qualquer calibração, os resultados obtidos pelos modelos apresentam a seguinte confiabilidade:

- A coerência entre valores reais e valores computados de níveis de água são em geral melhores que 90%. Após calibração é usual que sejam superiores a 95%.
- A coerência entre valores reais e valores computados de velocidade e direção de correntes são usualmente melhores que 70%. Após calibração é comum ter-se coerências superiores a 90%.
- A coerência entre valores reais e valores medidos de concentração de contaminantes são semelhantes às verificadas para velocidade e direção de correntes. Como os modelos de transporte de contaminantes recebem como dados de entradas os resultados de níveis e correntes dos modelos hidrodinâmicos, a confiabilidade dos modelos de transporte é intrinsecamente função da qualidade dos resultados hidrodinâmicos.

Para atingir tais coerências, é necessário atender às seguintes condições:

- Garantir que a geometria do corpo de água implementada no sistema de modelos esteja correta, e seja condizente com a existente na época de medição de níveis e correntes. Discrepâncias em dados de batimetria e contornos são freqüentes causas de diferenças entre valores medidos e valores computados.
- Garantir que os forçantes dos escoamentos, por exemplo curvas de maré, ventos e vazões fluviais, estejam corretamente implementados no sistema de modelos, e sejam condizentes com os existentes na época de medição de níveis e correntes. Erros na especificação dos forçantes dos escoamentos são freqüentes causas de diferenças entre valores medidos e valores computados.
- Garantir que as intensidades das fontes contaminantes e os parâmetros das reações cinéticas estejam corretamente implementados no sistema de modelos, e sejam condizentes com os existentes na época de medição de concentrações. Erros na especificação de intensidades de fontes e parâmetros de reações cinéticas são freqüentes causas de diferenças entre valores medidos e valores computados.

5.3.2. Renovação das Águas – Tempo de Residência

O tempo de residência representa o tempo que uma partícula de água leva para sair completamente do domínio do modelo, ou seja, chegar ao mar. Para esta simulação foi utilizado o Modelo de Transporte Lagrangeano – Determinístico, que consiste em um modelo de uso geral para simulação de transporte advectivo-difusivo com reações cinéticas, neste caso de escoamentos 2DH. Este modelo necessita dos resultados das simulações hidrodinâmicas, e foi utilizado para calcular o tempo de residência das águas da marina para o layout simulado no modelo hidrodinâmico.

A ocorrência de tempos de residência elevados é indesejável, pois contribui para a degradação do corpo d'água. Entre alguns exemplos de degradação pode-se citar:

- Depleção do Oxigênio Dissolvido (O.D.) em função do aumento da concentração de DBO (proveniente, por exemplo, de esgotos domésticos). A depleção do O.D. favorece a ocorrência de processos anaeróbios de digestão da matéria orgânica, tendo como consequência principal (e totalmente indesejável) a ocorrência de maus odores.
- A baixa circulação também favorece o aumento da concentração de nutrientes (nitritos, nitratos, fósforo) que, com o tempo, provocam o surgimento de plantas aquáticas e a eutrofização.

Para a modelagem hidrodinâmica do arranjo espacial adotado (Layout 4) foi utilizada uma malha computacional em elementos finitos com 3212 nós e 631 elementos, como mostrado na **Figura 5.6.** As estações de análise de velocidades e elevações são mostradas na **Figura 5.7.**

O resultado da simulação hidrodinâmica para o instante de enchente de maré de sizígia, onde ocorrem as máximas correntes no interior da marina, é exibido na **Figura 5.8.** enquanto que a **Figura 5.9.** Figura mostra o campo de correntes para o instante de vazante de maré de sizígia. Estas figuras permitem analisar qualitativamente o padrão de circulação no corpo d'água, pois se observa a predominância de correntes mais fortes na entrada da marina e nos canais principais, enquanto que, na medida em que se penetra no interior da marina, as correntes são mais fracas. A velocidade máxima, que ocorre na entrada do canal, é de aproximadamente 0,6 m/s.

A **Figura 5.10.** mostra a evolução temporal das vazões e das velocidades nas estações de análise selecionadas, de onde é possível comparar as magnitudes obtidas na entrada do canal, nos canais intermediários e no fundo da marina. É possível observar a diminuição progressiva das vazões, devido à grande distância que a água percorre (cerca de 5 km desde a entrada até o fundo da marina) e às ramificações, que atuam como divisores de vazão. No fundo da marina, como esperado, a velocidade e conseqüentemente a vazão, são praticamente nulas. No que se refere aos valores de velocidades máximas em cada estação, tem-se: na estação “entrada do canal” é de aproximadamente 0,6 m/s; na estação “canal 1” é de cerca de 0,2 m/s; na estação “canal 2” tem-se 0,1 m/s; na estação “canal 3” a velocidade máxima é de cerca de 0,02 m/s e na estação “canal 4” está é de 0,02 m/s. Para os valores de vazões máximas em cada estação, tem-se: na estação “entrada do canal” é de aproximadamente 83,0 m³/s; na estação “canal 1” é de cerca de 23,0 m³/s; na estação “canal 2” tem-se pouco mais de 25,0 m³/s; na estação “canal 3” a vazão máxima é de cerca de 4,0 m³/s e na estação “canal 4” está é de 6,3 m³/s.

Para a quantificação do tempo de residência, foi utilizado o Modelo de Transporte Lagrangeano, cujo resultado, para um período de simulação de 6 meses, é exibido na **Figura 5.11.** Desta figura é possível observar que, enquanto a renovação da água ocorre em menos de 10 (dez) dias no canal de entrada da marina e nos canais principais, na porção compreendida entre os referidos canais e a metade noroeste da Bacia 1 o tempo de residência aumenta consideravelmente, alcançando valores de 10 (dez) a 80 (oitenta) dias. Na outra metade -a sudeste- da Bacia 1 e também no canal secundário, o tempo de residência aumenta variando de 90 (noventa) a 180 (cento e oitenta) dias (este último valor ocorrendo no fundo da Bacia 1 e do canal secundário).

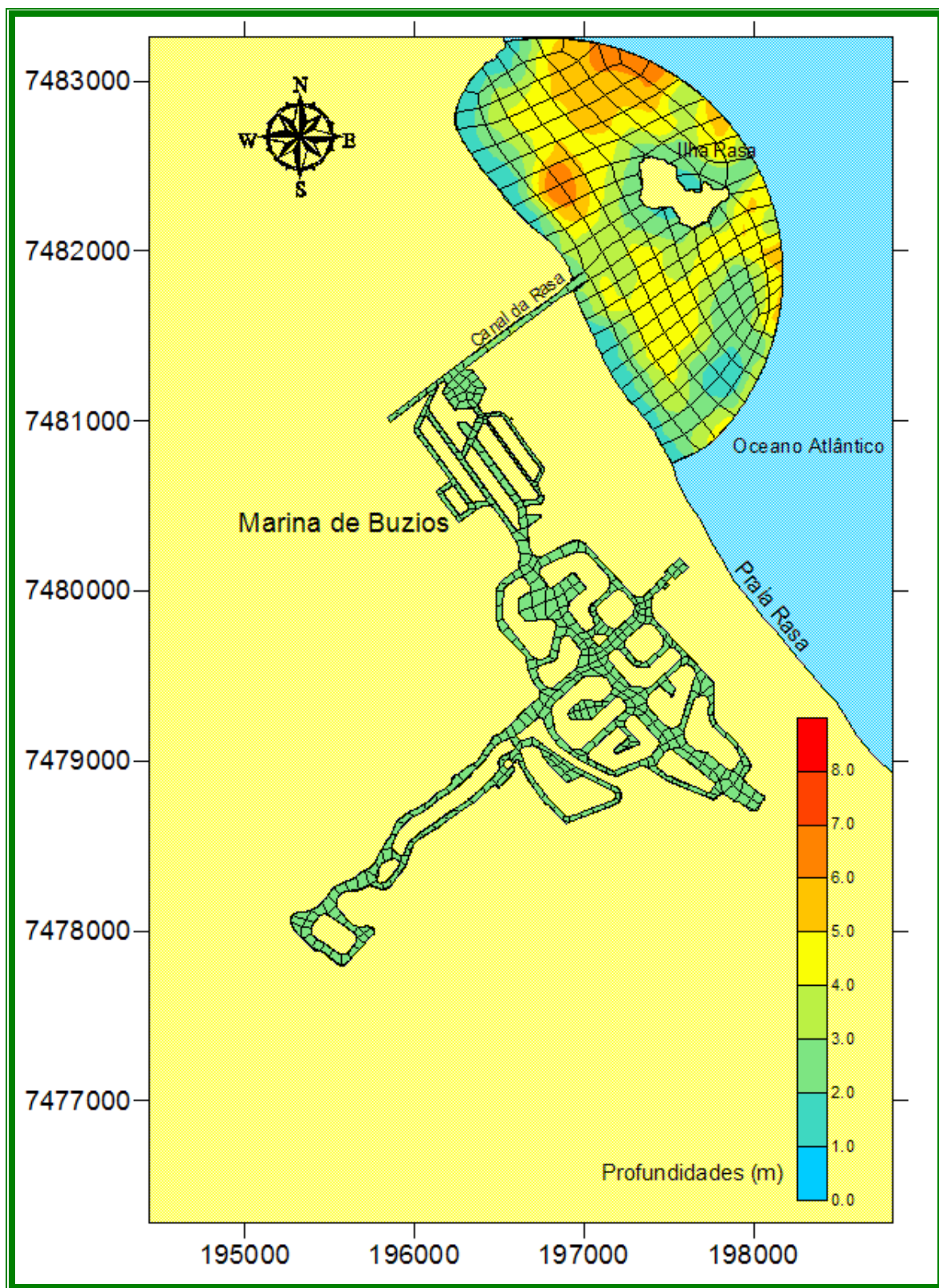


Figura 5.6. – Layout 4 – malha utilizada.

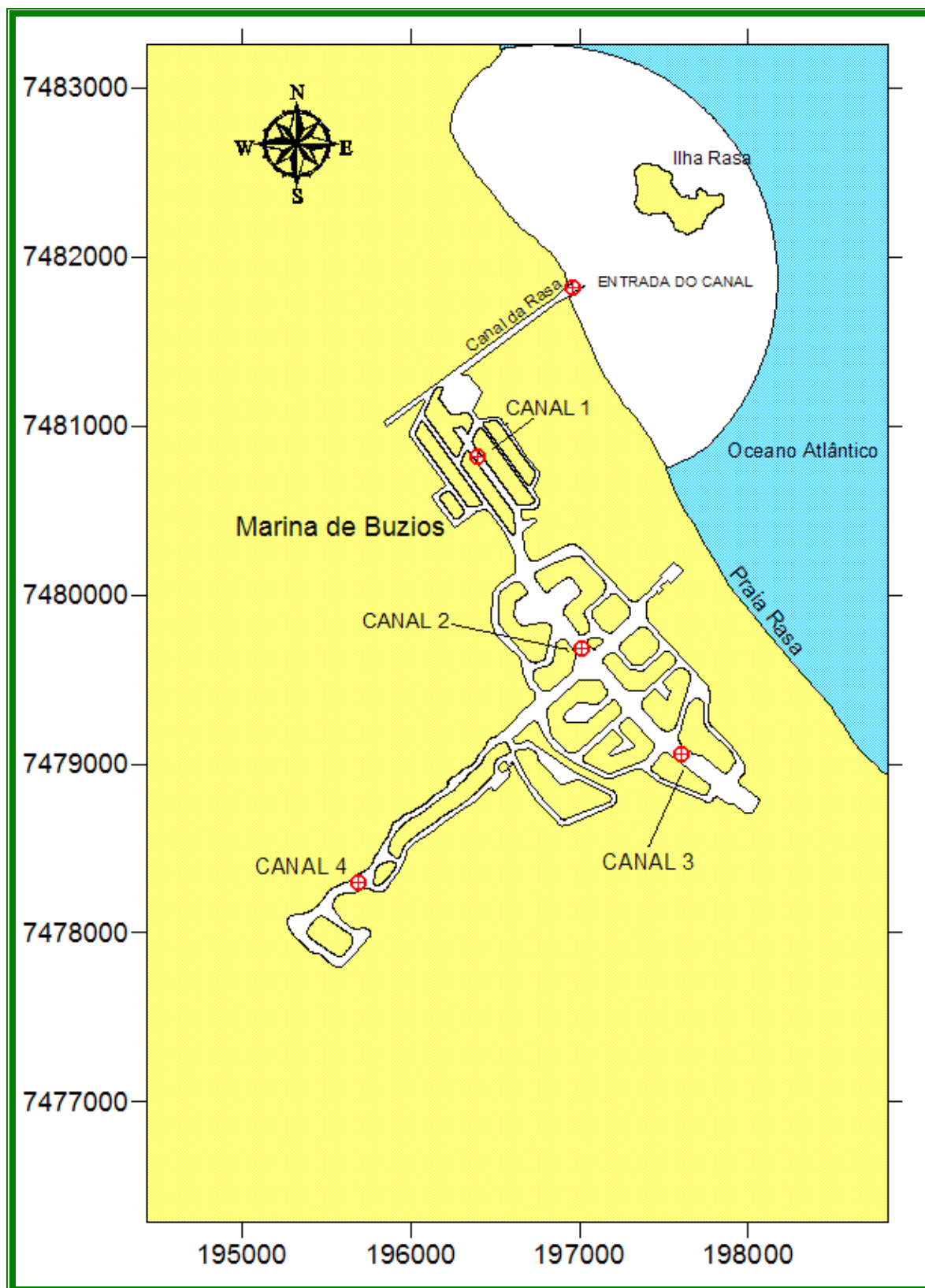


Figura 5.7. – Layout 4 - estações de análise.

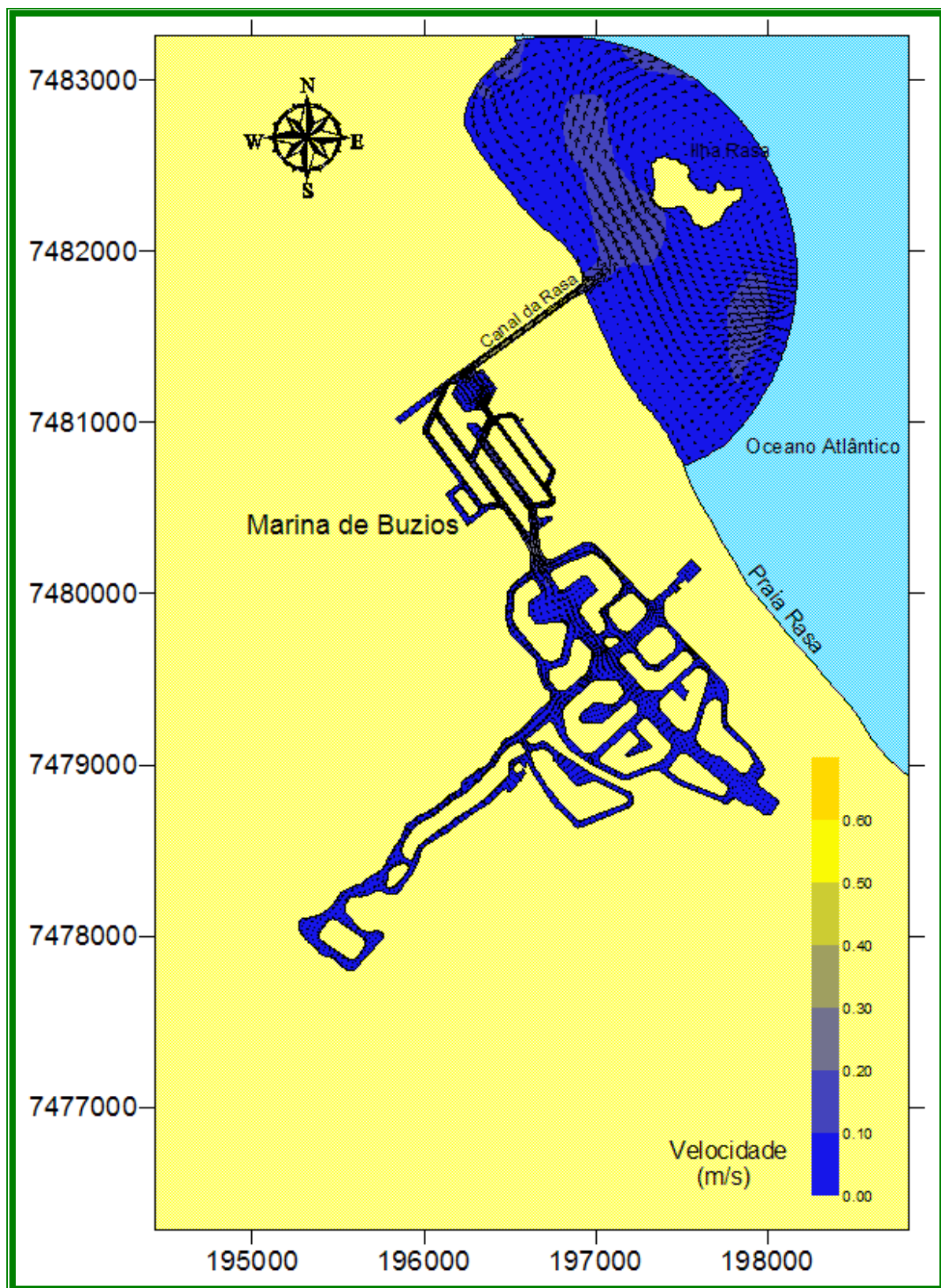


Figura 5.8. – Layout 4 – Velocidade de enchente de sizígia.

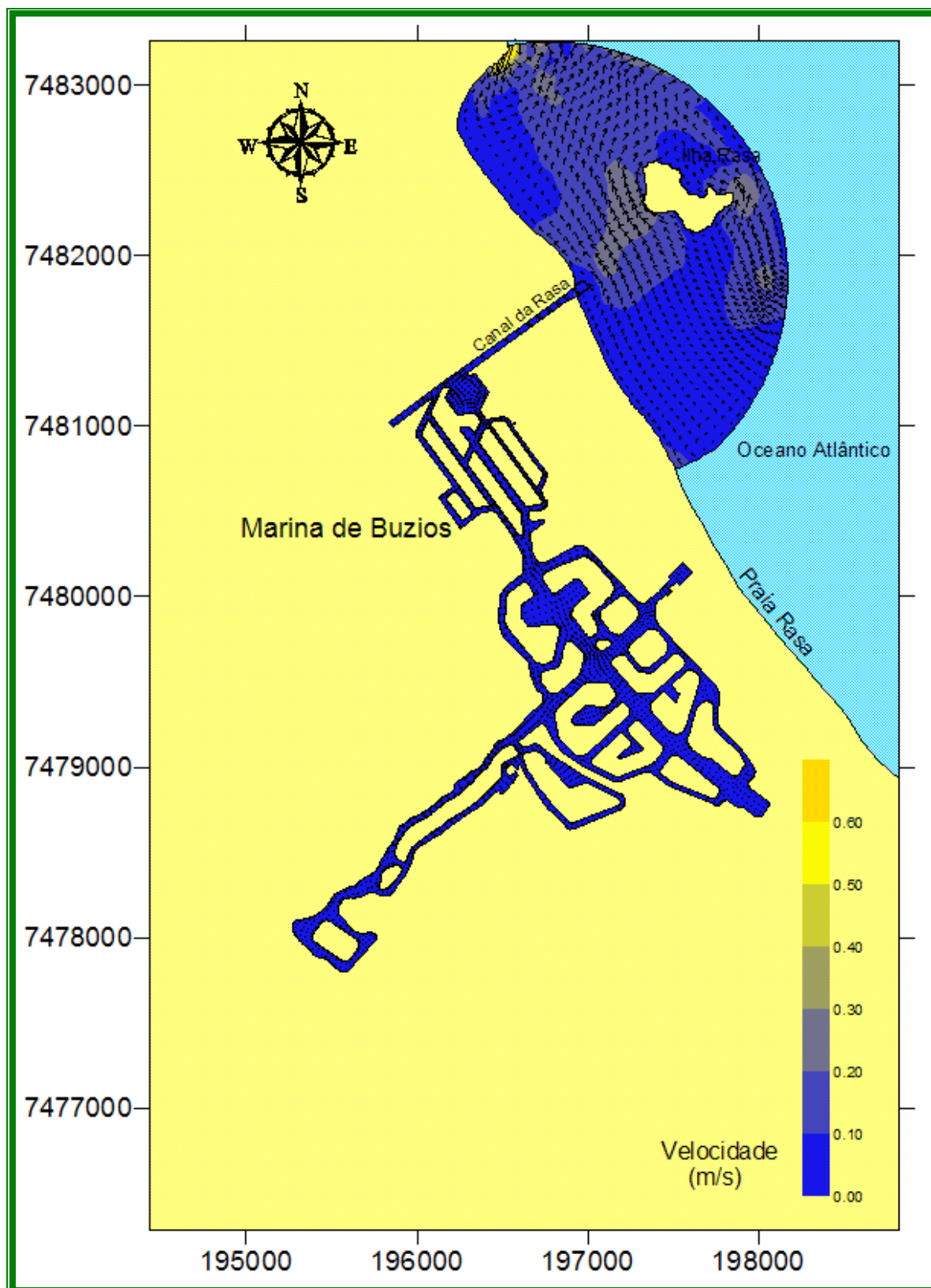


Figura 5.9. – Layout 4 – Velocidade de vazante de sizígia.

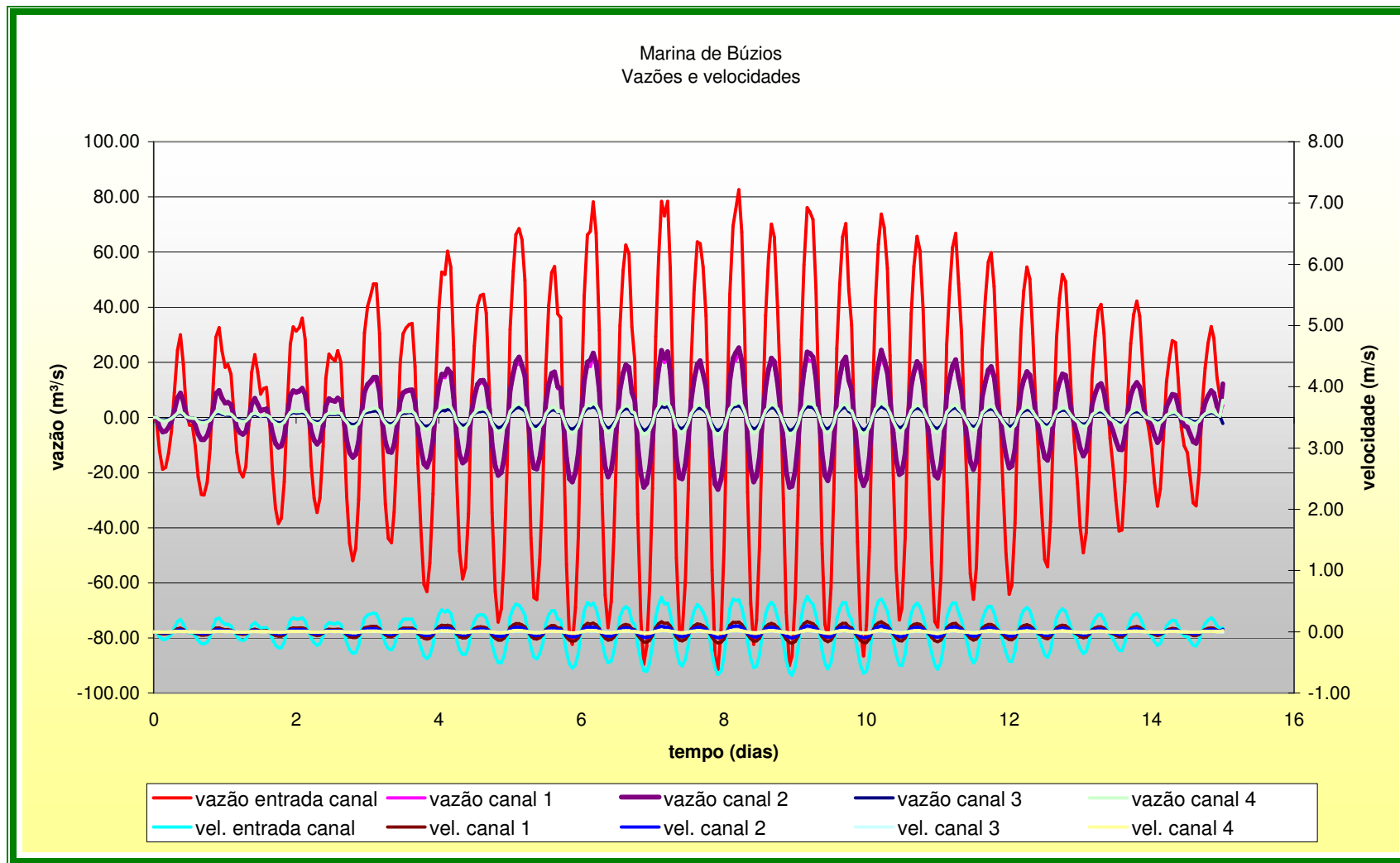


Figura 5.10. – Evolução de vazões e velocidades de escoamento nas seções de controle.

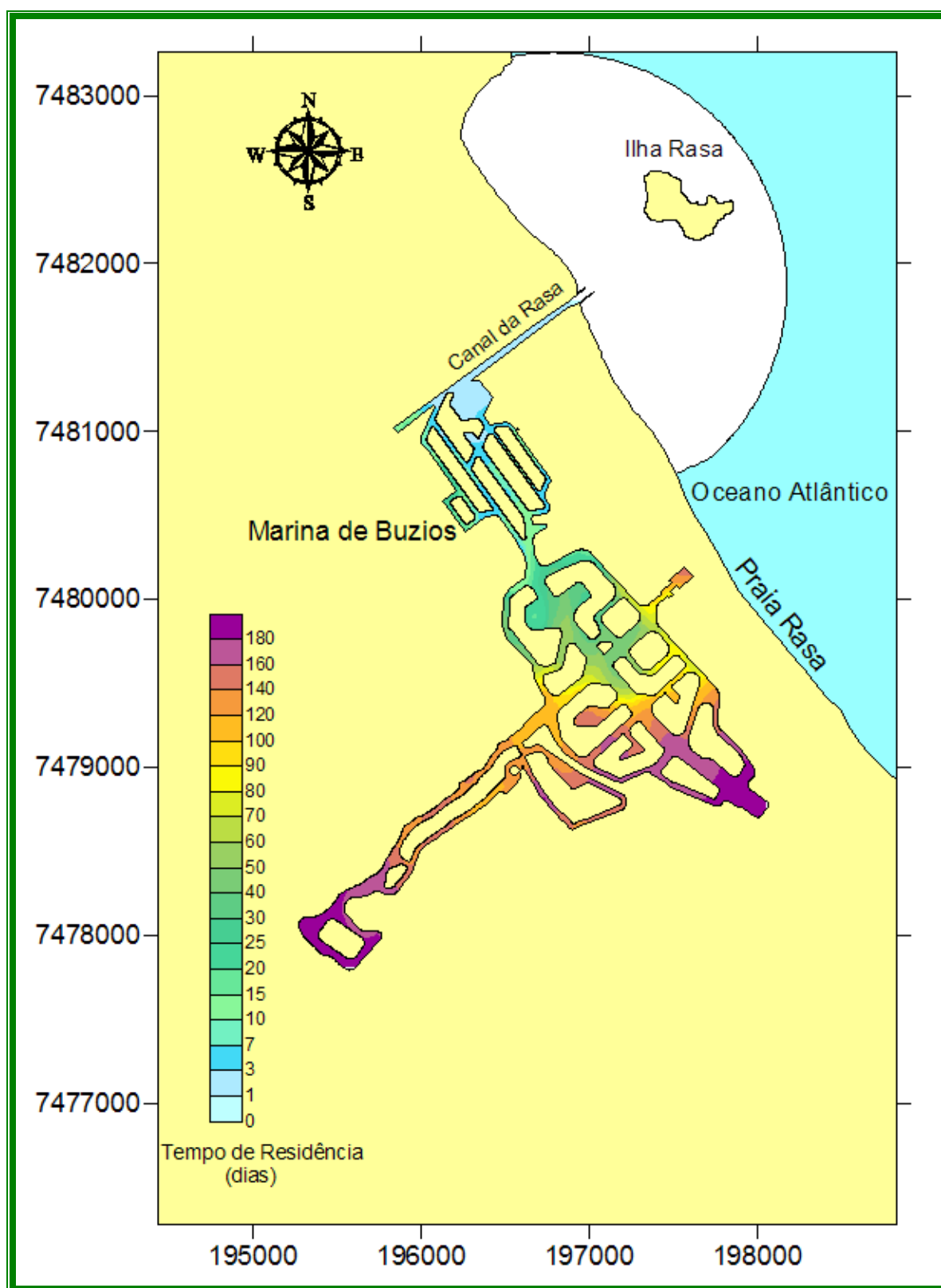


Figura 5.11. – Layout 4 – tempo de residência em dias.

A análise dos resultados das simulações computacionais de hidrodinâmica e de qualidade da água do Layout 4, principalmente no que se refere à quantificação do tempo de residência, levou à adoção da outra medida para otimizar a circulação e, com isso, minimizar o tempo de residência das águas no interior da marina. A medida adotada foi o aprofundamento do canal principal da Bacia 1, passando de 2,5m para 4,0m de profundidade conforme apresentado na **Figura ..**

O resultado da simulação hidrodinâmica (para a nova profundidade do canal principal da Bacia 1) para o instante de enchente de maré de sizígia, onde ocorrem as máximas correntes no interior da marina, é exibido na Figura , enquanto que a Figura .9. mostra o campo de correntes para o instante de vazante de maré de sizígia. Estas figuras permitem analisar qualitativamente o padrão de circulação no corpo d'água, pois se observa a predominância de correntes mais fortes na entrada da marina e nos canais principais, enquanto que, na medida em que se penetra no interior da marina, as correntes são mais fracas. A velocidade máxima, que ocorre no canal 2, é de aproximadamente 0,26m/s.

A

Figura. mostra a evolução temporal das vazões e das velocidades nas estações de análise localizadas no canal principal da Bacia 1 (onde foi simulado o aprofundamento deste), de onde é possível comparar as magnitudes obtidas para as duas situações (profundidade 2,5m e 4m). É possível observar a diminuição das velocidades e o aumento das vazões no canal principal da Bacia 1 devido ao aprofundamento proposto. No que se refere aos valores de velocidades máximas em cada estação, tem-se para as duas situações: na estação “canal 2” (profundidade 2,5m) é de cerca de 0,1m/s e na estação “canal 2” (profundidade 4m) é de cerca de 0,09m/s; na estação “canal 3” e “canal 4” (profundidade 2,5m) e na estação “canal 3” e “canal 4” (profundidade 4m) é de cerca de 0,02m/s. Para os valores de vazões máximas em cada estação, tem-se para as duas situações: “canal 2” (profundidade 2,5m) é de cerca de 25,4m³/s e na estação “canal 2” (profundidade 4m) é de aproximadamente 29,0m³/s; na estação “canal 3” (profundidade 2,5m) é de cerca de 4,2m³/s e na estação “canal 3” (profundidade 4m) é de cerca de 4,64m³/s; na estação “canal 4” (profundidade 2,5m) é de cerca de 6,3m³/s e na estação “canal 4” (profundidade 4m) é de cerca de 6,6m³/s.

O resultado da quantificação do tempo de residência, para a modificação de profundidades e para um período de simulação de 6 meses, é exibido na **Figura 55.11.**.. Desta figura é possível observar que, enquanto a renovação da água ocorre em menos de 7 (sete) dias no canal de entrada da marina e nos canais principais, na porção compreendida entre os referidos canais e a metade noroeste da Bacia 1 o tempo de residência alcança valores de 10 (dez) a 60 (sessenta) dias. Na outra metade -a sudeste- da Bacia 1 e também no canal secundário, o tempo de residência varia de 70 (setenta) a 140 (cento e quarenta) dias (este último valor ocorrendo no fundo da Bacia 1 e do canal secundário).

A comparação dos resultados apresentados na **Figura 11.** e na **Figura 52.** mostram que o aumento das profundidades no canal principal da Bacia 1 diminui o tempo de residência em 3, 20 e 40 dias respectivamente no canal de entrada, na metade noroeste da Bacia 1 e no fundo da Bacia 1 e do canal secundário.

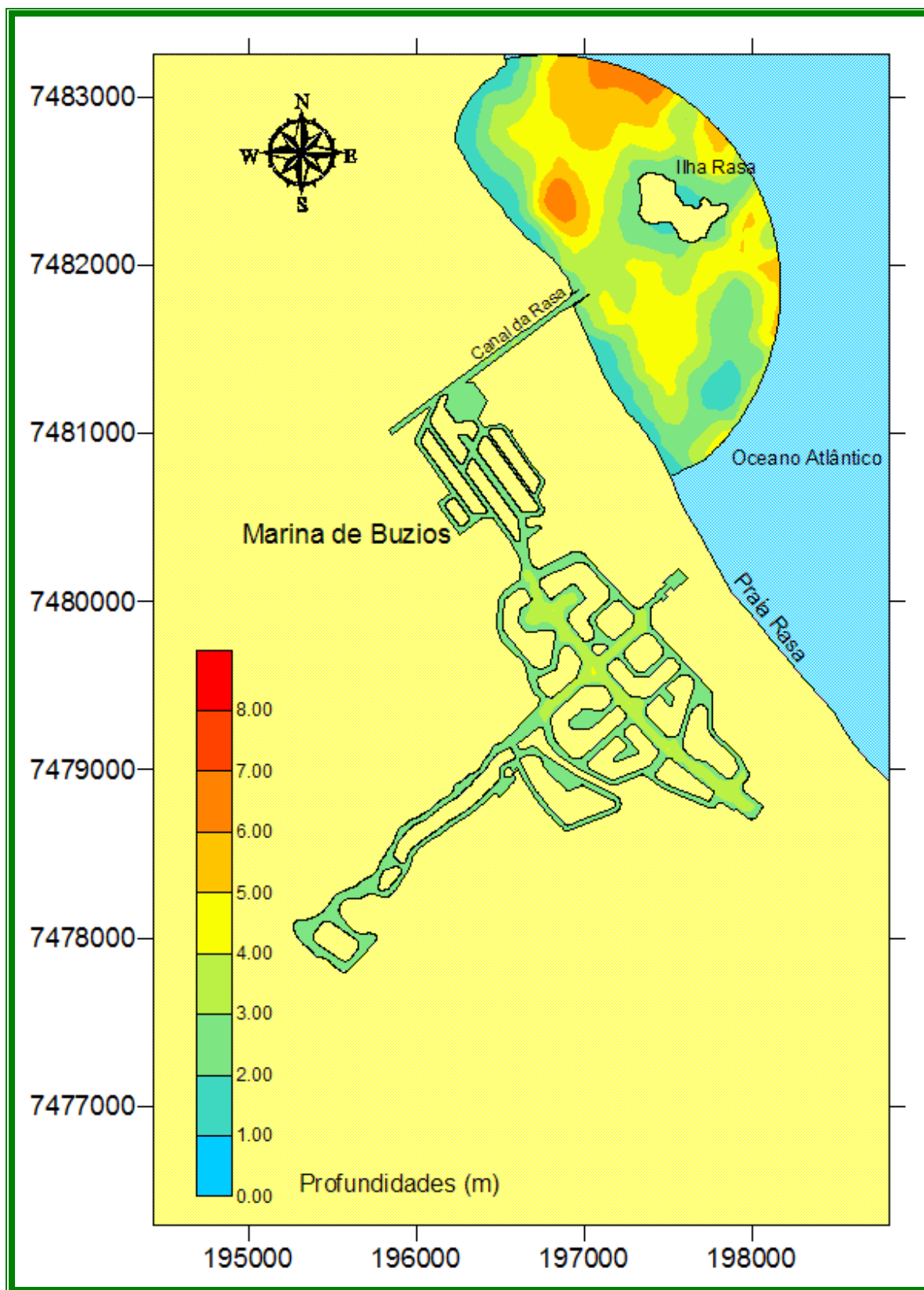


Figura 5.12. – Layout 4 – aprofundamento do canal principal da Bacia 1.

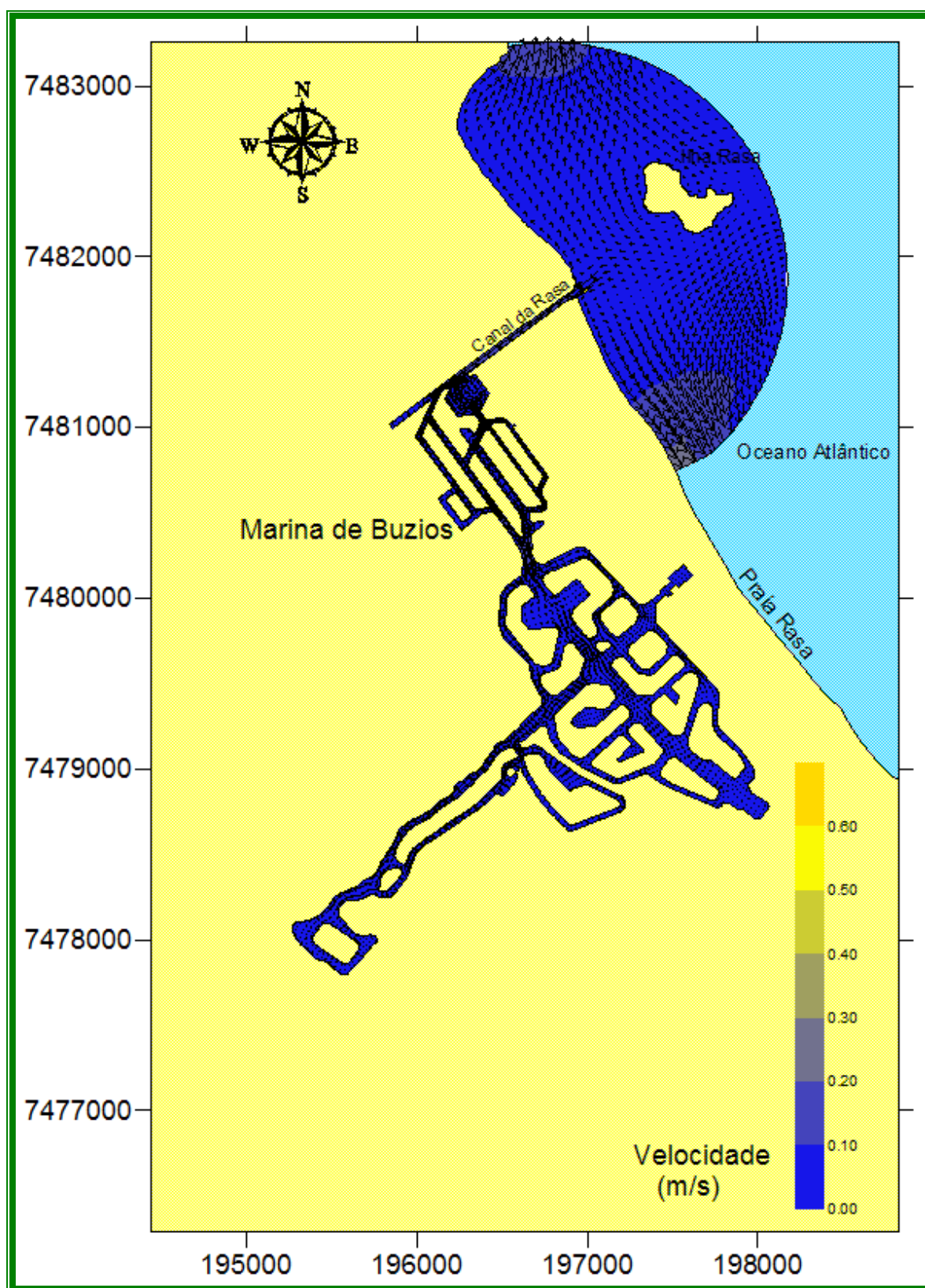


Figura 5.13. – Layout 4 – Velocidade de enchente de sizígia.

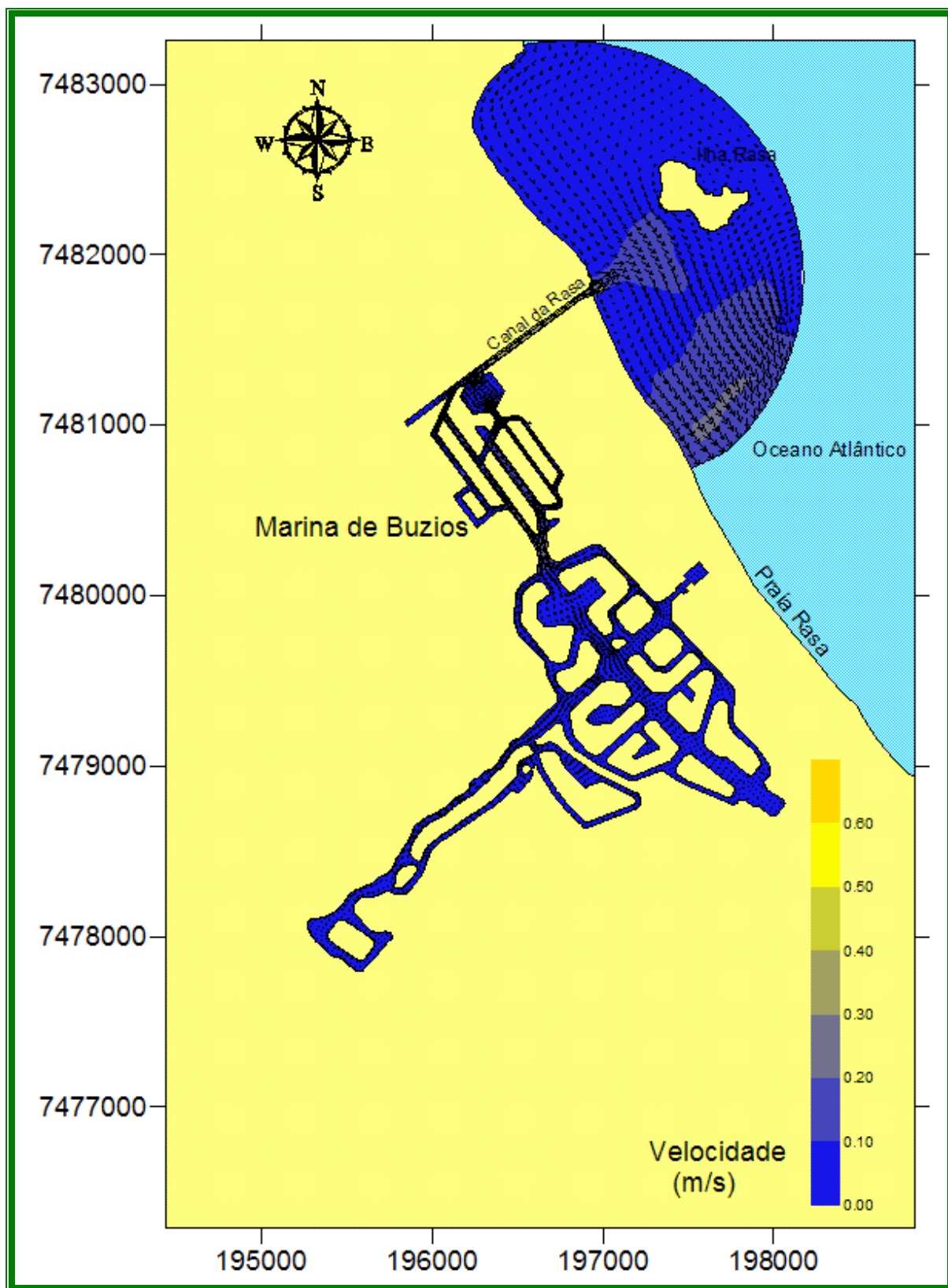


Figura 5.14. – Layout 4 – Velocidade de vazante de sizígia.

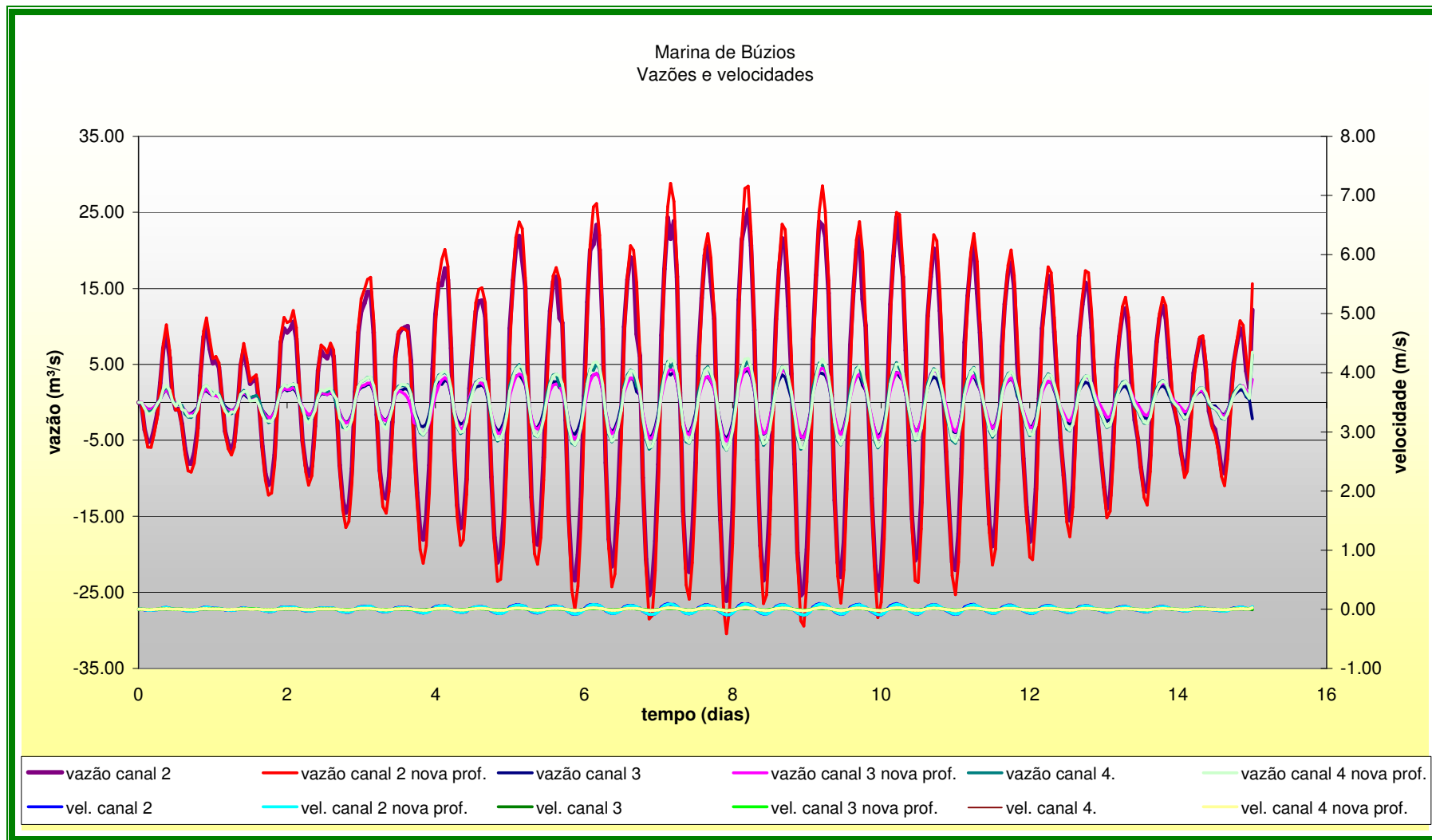


Figura 5.15. – Evolução de vazões e velocidades de escoamento nas seções de controle para o Layout 4 nas situações de profundidade 2,5m e 4m.

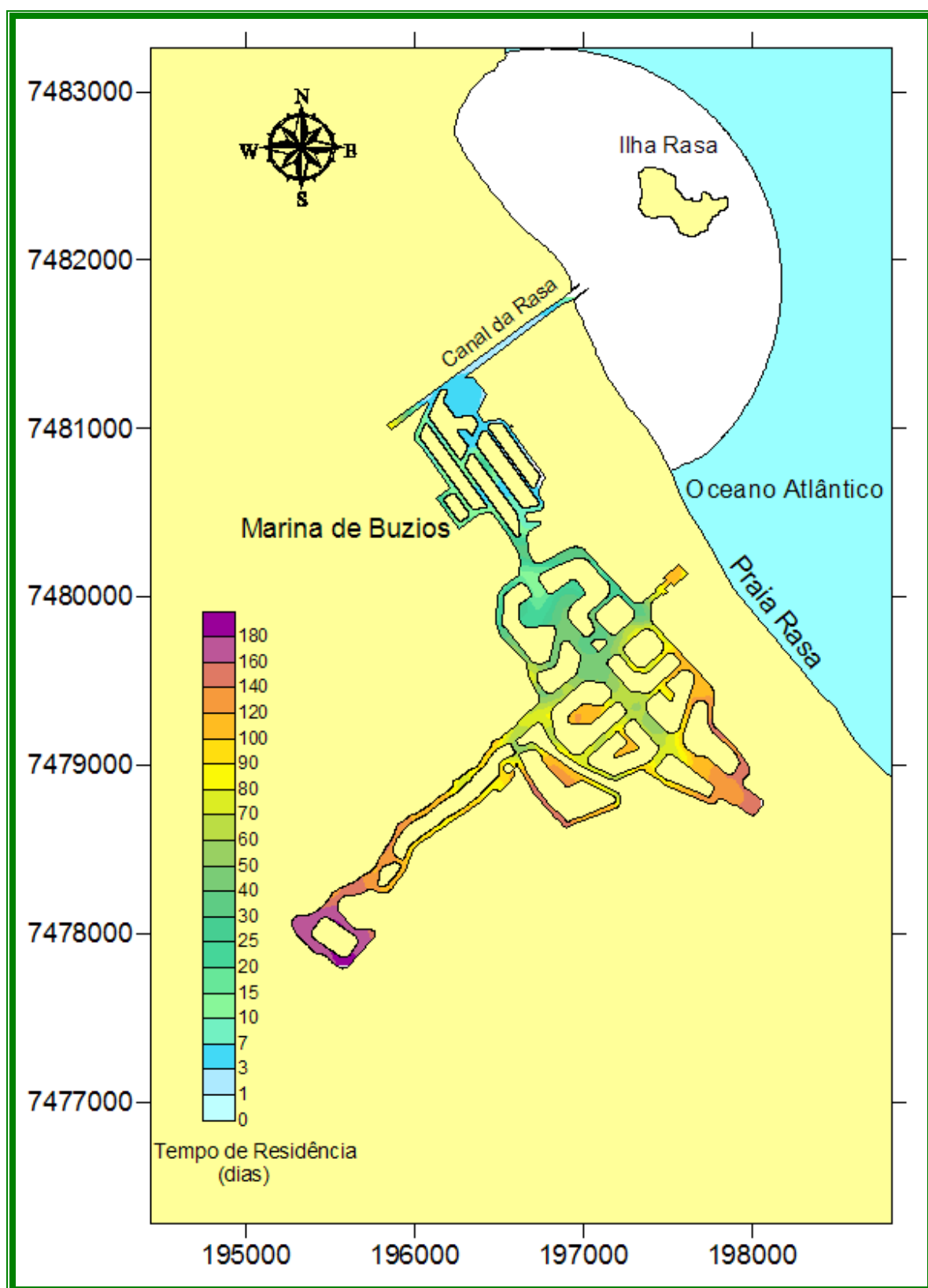


Figura 5.16 – Layout 4 - tempo de residência em dias para a nova batimetria.

5.3.3. Conclusões e Recomendações

Com relação à circulação no interior da Marina Búzios, é possível tecer os seguintes comentários:

- a) A Marina Búzios consiste em um corpo d'água muito extenso, perfazendo cerca de 5km desde a entrada até o fundo da mesma. Adicionado a isso, há um sistema intrincado de canais e ilhas que promovem certa perda de carga hidráulica prejudicando as trocas d'água com o mar principalmente no fundo da Bacia 1 e fundo do canal secundário. Deve-se lembrar que o sistema funcionará como uma laguna costeira, onde são toleráveis tempo de residência de meses nas áreas mais longínquas da abertura com o mar.
- b) Consideráveis reduções no tempo de residência foram obtidas com as alterações promovidas pelo Layout 4, tais como: a redução da extensão da marina, o aumento de profundidades (em relação aos layouts anteriores) e um caminho preferencial mais direto em direção aos fundos da Bacia 1 e do canal secundário, muito embora ainda ocorram aprisionamentos das massas d'água.

Objetivando melhorar a circulação na marina como um todo, além das medidas já simuladas no Layout 4 (aprofundamento do canal principal da Bacia 1, introdução de um canal no trecho inicial e alargamento das seções para no mínimo 30 metros), sugere-se a adoção de canais afogados de seção retangular atravessando as ilhas, sobretudo na Bacia 1, pois as mesmas são grandes e sinuosas.

Para evitar problemas com eutrofização é fundamental a eliminação do lançamento de cargas orgânicas, mesmo de efluentes tratados. Pois estes contêm nutrientes, como fósforo e nitrogênio, que irão se acumular no sistema lagunar propiciando a proliferação de algas.