

Adequabilidade para realização de um desembarque anfíbio no litoral do Estado do Rio de Janeiro

Jansen Santos Poças

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE
Caixa Postal 515 - 12227-010 - São José dos Campos - SP, Brasil
jansensp@dsr.inpe.br

Abstract: Amphibious operation covers several types of actions launched from the sea against a hostile coastline, or in favor of friendly forces present in enemy land and needing to be evacuated. The amphibious landing is a part of it and one of the most complex naval operations that exist, not only by the number of units involved, but also by the various geographic factors that characterize the military maneuver region. One of the main features of planning is determining the landing area. For this, must be analyzed the characteristics of the region of interest, so that is verified the feasibility of landing. This study aims to indicate the most suitable places for carrying out this military operation on the coast of Rio de Janeiro, taking account the knowledge of some physical factors, infrastructure and human settlement, through the use of GIS tools. Bathymetry data obtained from digital nautical charts were used to generate the beach slope. Places with beach slope ranging 5 to 10 degrees were crossed with areas of bare soil/undergrowth, resulting in 69 feasible polygons to the landing. Algebra map was employed to classify these polygons according to their distance from both roads and urban areas and those with an area less than 100.000 m² were discarded. In the end, the two zones most suitable for carrying out an amphibious landing are shown.

Palavras-chave: Amphibious landing, GIS, map algebra, desembarque anfíbio, SIG, álgebra de mapas.

1. Introdução

A Marinha do Brasil tem como uma de suas responsabilidades, a garantia dos interesses brasileiros no mar e em áreas terrestres importantes para o desenvolvimento das campanhas navais. Encontra-se estruturada como uma força moderna, de porte compatível com os atuais estágios de desenvolvimento econômico, político e tecnológico do País, sendo capaz de dissuadir possíveis agressores externos e, assim, favorecer a busca de soluções pacíficas para conflitos internacionais. Uma das suas tarefas é a projeção de poder sobre terra que, além do bombardeio naval e aeronaval da costa inimiga, poderá levar a Marinha a utilizar os fuzileiros navais para, a partir de operações de desembarque, controlar parcela do litoral que seja de interesse comando naval. Essas operações, comumente conhecidas como Operações Anfíbias, são consideradas por muitos como sendo as de execução mais complexa dentre todas as operações militares (CGCFN, 2010).

Operação anfíbia é a expressão genérica que abrange vários tipos de ações que são iniciadas a partir do mar, por uma Força-Tarefa Anfíbia, contra uma costa hostil ou potencialmente hostil, ou em favor de forças amigas que estão em uma costa inimiga e que necessitem ser evacuadas. Dentre essas ações está o assalto anfíbio que é o ataque caracterizado pelos esforços integrados de forças treinadas, organizadas e equipadas para diferentes atividades de combate, a fim de, mediante um desembarque, estabelecer firmemente uma força de combate em terra. Tal desembarque é executado por navios de superfície (Figura 1) e/ou aeronaves e apoiado por outros meios navais e/ou aéreos (FFE, 2010).

Devido à complexidade da operação, são necessários treinamento contínuo e planejamento minucioso, sendo a determinação da praia onde ocorrerá o desembarque um dos pontos fundamentais para o sucesso da operação. Para isto, dentre outros aspectos, devem ser analisadas as características da região de interesse, a fim de que seja verificada a exequibilidade do desembarque. Este estudo tem por finalidade indicar os locais mais adequados para a realização dessa operação militar, levando-se em conta o conhecimento de

alguns fatores físicos, de infra-estrutura e ocupação humana, através da utilização de ferramentas de Geoprocessamento.



Figura 1 – Exemplo de navio em operação de desembarque de tropas em uma praia. Fonte FFE (2010).

Como área de estudo para verificação da exequibilidade do desembarque, foi escolhido o litoral do Estado do Rio de Janeiro pelo fato da sede da Esquadra brasileira encontrar-se nessa unidade da federação, o que reduz o tempo e os custos com o deslocamento de uma Força-Tarefa composta por vários navios e unidades aéreas para a área de operações. Ressalta-se que esse trabalho pode indicar um local a ser usado para treinamento da Marinha em tempo de paz, bem como indicar pontos a serem explorados por um possível inimigo em um eventual conflito externo.

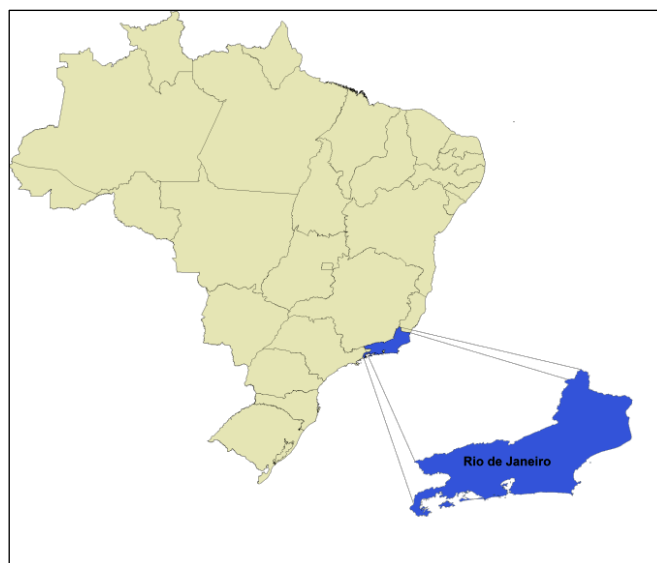


Figura 2 – Área de Estudo. Fonte: IBGE (2010).

A área foi limitada pelas seguintes coordenadas geográficas, no sistema de projeção UTM, Datum SAD-69:

Longitude: 40° 27' 27.21" W / Latitude: 21° 17' 29.44" S

Longitude: 44° 54' 12.79" W / Latitude: 23° 36' 1.48" S

2. Material e Métodos

Foram utilizados os seguintes dados:

- malha viária estadual composta de rodovias pavimentadas duplas, pavimentadas simples e não-pavimentadas e mapa de uso e cobertura do solo, ambos do ano de 2001, no formato

vetorial, escala 1:450000, na projeção cônica conforme de Lambert, Datum Córrego Alegre, disponibilizados pelo antigo Centro de Informações e Dados do Rio de Janeiro (CIDE), atual Fundação Centro Estadual de Estatística, Pesquisas e Formação de Servidores Públicos do Rio de Janeiro (CEPERJ).

- cartas náuticas digitais número 1403 - Da Ponta do Ubu ao Cabo de São Tomé (escala 1:125000, Datum WGS-84), 1501 - Baía de Guanabara (escala 1:50000, Datum WGS-84), 1506 - Proximidades da Baía de Guanabara (escala 1:75000, Datum WGS-84), 1508 - Do Cabo Frio à Ponta Negra (escala 1:75000, Datum WGS-84), 1607 - Baías da Ilha Grande e de Sepetiba (escala 1:80000, Datum WGS-84), 1620 - Da Barra do Rio de Janeiro à Ilha Grande (escala 1:120015, Datum Córrego Alegre), 1633 - Baía da Ilha Grande - Parte Oeste (escala 1:40075, Datum Córrego Alegre), 23000 - Do Cabo de São Tomé ao Rio de Janeiro (escala 1:300000, Datum WGS-84) e 23100 - Do Rio de Janeiro à Santos (escala 1:300000, Datum WGS-84), todas na projeção de Mercator, obtidas junto ao Centro de Hidrografia da Marinha (CHM, 2010), convertidas para extensão “.tiff”

No início do estudo, foram determinados os critérios que influiriam na tomada de decisão em relação aos locais mais adequados para a realização de um desembarque.

O critério principal é que a declividade formada pela batimetria no local seja favorável a abicagem dos navios, ou seja, o encalhe controlado com a proa (parte frontal) em terra (Figura 1), a fim de que a tropa e os carros de combate possam chegar à praia. Como muitas informações técnicas sobre navios de guerra são sigilosas, vamos considerar para efeito deste trabalho, que os navios anfíbios de uma determinada Força de Desembarque necessitem de uma declividade entre 5 e 10 graus para abicarem com segurança. Valores menores farão com que o encalhe seja distante da linha de costa, fazendo com que o desembarque se dê dentro d'água, o que poderia impossibilitar a operação; do contrário, valores maiores de declividade farão com que o navio não fique bem apoiado na areia, o que poderia acarretar, dependendo das condições de vento e corrente no local, um giro pela proa e o conseqüente encalhe irreversível.

Outro critério importante é que a cobertura do solo na área do desembarque seja de solo exposto ou vegetação rasteira, a fim de evitar áreas ocupadas por florestas ou afloramentos rochosos, os quais impediriam ou dificultariam a progressão da tropa e dos carros de combate no terreno. Com isso, foram agrupados em uma mesma classe os seguintes temas de uso e cobertura do solo: campo/pastagem, estepe, praia, restinga e solo exposto (Figura 3).

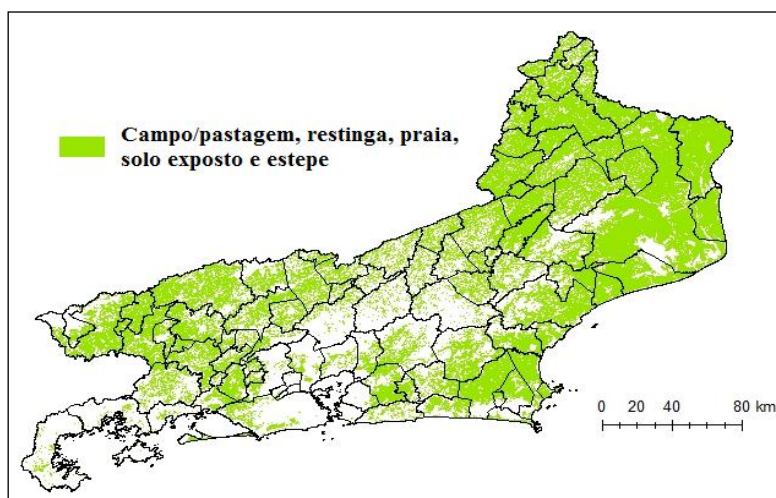


Figura 3 – Mapa de cobertura do solo com as classes unidas.

A fim de proporcionar uma melhor visão do trabalho, foi utilizada uma modelagem de dados orientada a objeto, modelo este proposto por Borges et al. (2001): o *Object Modeling*

Technique for Geographic Applications (OMT-G). Esta técnica permite uma visualização mais simples e compacta de trabalhos e aplicações geográficas (Figura 4).

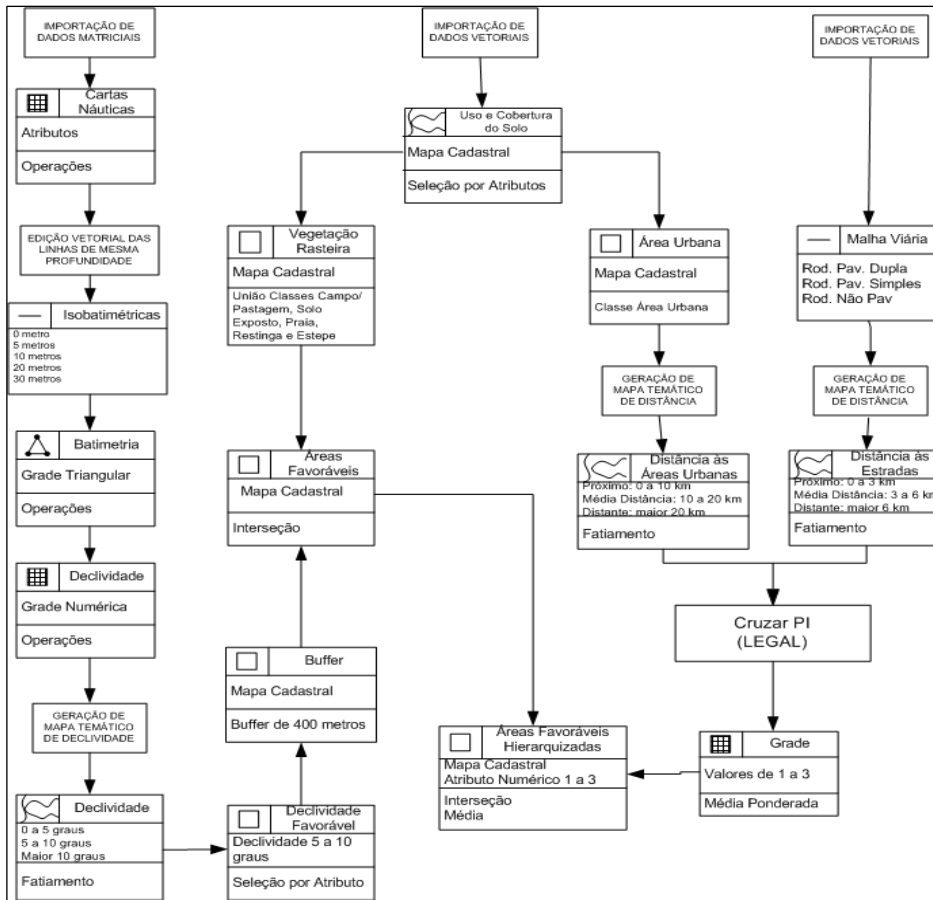


Figura 4 – Diagrama OMT-G

Utilizando as cartas náuticas como camada de fundo, as linhas de 0, 5 10, 20 e 30 metros de profundidade (isobatimétricas) foram digitalizadas manualmente no formato vetorial (Figura 5a) em uma categoria numérica, para posterior construção de uma grade triangular (Figura 5b).

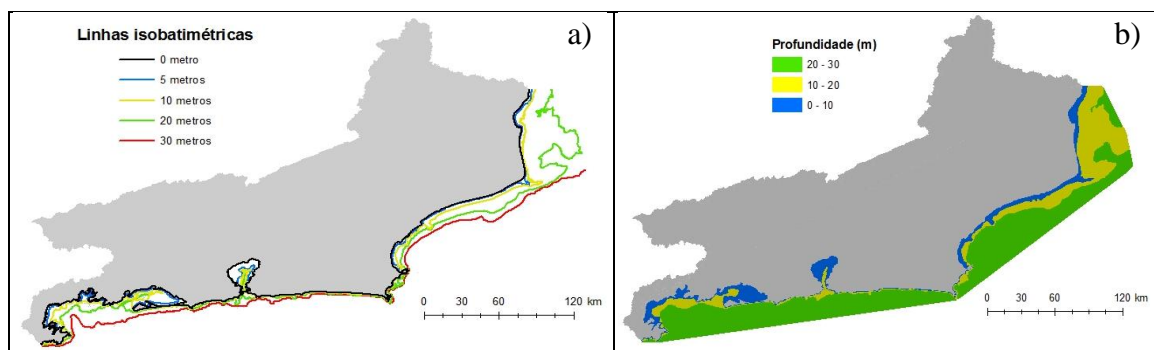


Figura 5 – Linhas isobatimétricas digitalizadas (a) e grade triangular dividida em faixas de profundidade (b) para melhor visualização.

Após isso a declividade foi calculada e dividida em classes temáticas: 0 a 5 graus, 5 a 10 graus e maior que 10 graus (Figura 6), sendo a faixa intermediária a de interesse. Essa classe foi extraída e convertida para categoria cadastral para elaboração de um mapa de distância (“buffer”) de 400 metros em seu entorno para interseção com o mapa da Figura 3. Esse valor

de distância foi considerado satisfatório para movimentação inicial das tropas e carros de combate no terreno.

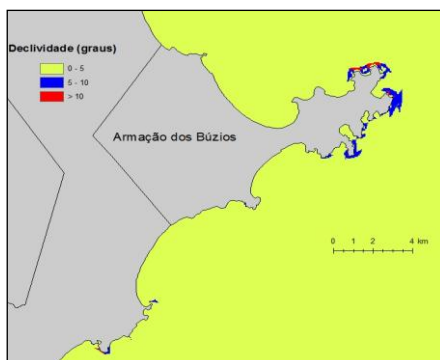


Figura 6 – Mapa temático da declividade do oceano no município de Armação dos Búzios.

Foi realizada a interseção entre os mapas cadastrais, resultando em 69 polígonos onde o desembarque seria favorável segundo essas duas variáveis (Figura 7).

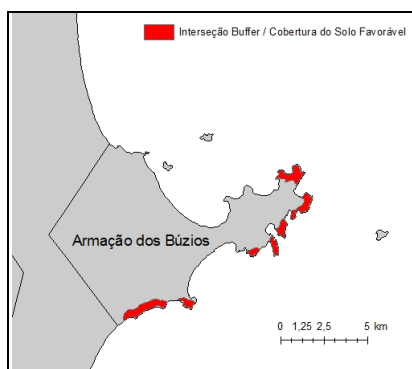


Figura 7 – Polígonos resultantes da interseção no litoral do município de Armação de Búzios.

Para definição de quais as áreas são mais adequadas em relação as outras, foi utilizado o critério de distância dessas regiões a estradas e a áreas urbanas. As faixas de distância adotadas e as classes que as denominam estão descritas na Tabela 1 e, a partir deles, os mapas temáticos foram criados (Figura 8):

Tabela 1. Classes temáticas dos mapas e seus respectivos intervalos de distância.

Mapa de Entrada	Próximo	Média Distância	Distante
Mapa de Distância a Estradas	0 a 3 km	3 a 6 km	Maior 6 km
Mapa de Distância a Centros Urbanos	0 a 10 km	10 a 20 km	Maior 20 km

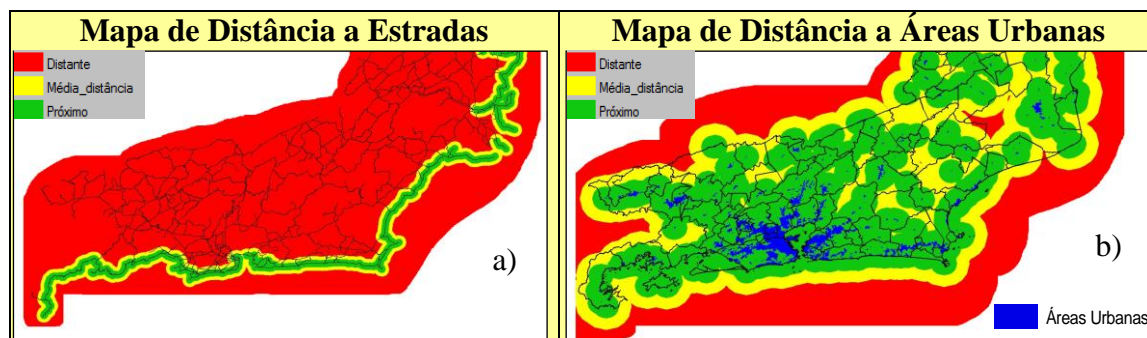


Figura 8 – Mapas temáticos de distância a estradas (a) e a áreas urbanas (b). Foram consideradas apenas as distâncias em relação às estradas localizadas próximas ao litoral.

Neste ponto do estudo foi realizada uma Álgebra de Mapas de forma a propiciar uma somatória ponderada de cada um dos dois critérios considerados para mensurar quais os locais mais favoráveis. Segundo Barbosa (1997), o termo "Álgebra de Mapas" é utilizado na literatura de Geoprocessamento para denotar o conjunto de operadores que manipulam campos geográficos (imagens, mapas temáticos e MNT). Para a obtenção dos locais mais favoráveis, procedeu-se a um cruzamento de grades normalizadas nos valores de 1 a 3, para cada um dos dois mapas de entrada, sendo estes valores atribuídos segundo a Tabela 2:

Tabela 2. Atribuição de valores de grades normalizadas aos mapas de entrada

Mapa de Entrada	Valor 1	Valor 2	Valor 3
Mapa de Distância a Estradas	Distante	Média Distância	Próximo
Mapa de Distância a Áreas Urbanas	Próximo	Média Distância	Distante

Para a realização da Álgebra de Mapas, foi realizada uma operação de média ponderada através da linguagem de programação LEGAL, dentro do software SPRING, onde foram atribuídos os valores de importância (pesos) de 0,833 para o mapa de distância a áreas urbanas e 0,167 para o de distância a estradas. A atribuição desses pesos se dá pelo fato de a proximidade de áreas urbanas proporcionar uma situação bem mais indesejável do que a ausência de estradas na área de desembarque.

A seguinte operação em LEGAL referente à média ponderada foi utilizada para a geração da grade regular:

```
//DECLARAÇÃO
{
Tematico var1, var2 ("BUFFER");
Tabela tab1, tab2 (Ponderacao);
tab1=Novo (CategoriaIni="BUFFER",
"Próximo": 3,
"Média_distância": 2,
"Distante": 1);
tab2=Novo (CategoriaIni="BUFFER" ,
"Próximo": 1,
"Média_distância": 2,
"Distante": 3);
Numerico var3 ("GRADES");

// INSTANCIÇÃO
var1=Recupere (Nome="BUF_ESTRADA");
var2=Recupere (Nome="BUF_URBANA");
var3=Novo (Nome="MEDIA_POND", ResX=30, ResY=30, Escala=30, Min=1, Max=3);

// OPERAÇÃO
var3=0.833*(Pondere(var2, tab2)) + 0.167*(Pondere(var1, tab1));
}
```

Os 69 polígonos gerados anteriormente foram usados como máscara sobre a grade numérica (Figura 9) e a média dos valores foi atribuída a cada um como índice de favorabilidade. Quanto maior esse valor, mais favorável é essa área para a realização do desembarque.

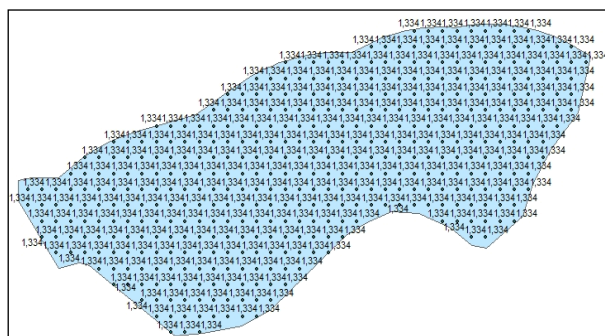


Figura 9 – Polígono usado como máscara sobre a grade numérica, para atribuição do índice de favorabilidade àquela área.

3. Resultados

Foram desprezados 42 polígonos com área menor do que 100.000 m², restando 27 regiões. Na Tabela 3 estão listados os 3 polígonos com o maior valor médio do atributo de favorabilidade:

Tabela 3. Polígonos ordenados pelo valor do índice de favorabilidade

POLÍGONOS	ÍNDICE	ÁREA (m ²)
1	2,141	2.518.200
2	1,928	1.307.700
3	1,833	424.800

Os demais 24 polígonos possuem valores próximos de 1, o que indica uma localização distante de estradas e, principalmente, proximidade de áreas urbanas. Os locais mais favoráveis foram os seguintes:

1º) Localização: Município de São João da Barra.

- Índice de Favorabilidade: 2,141.
- Área: 2.518.200 m².
- Comprimento da linha de praia: 6.800 m.
- Posição: Lat 21°51'05"S, Long 040°59'41"W / Lat 21°54'40"S, Long 40°58'51"W.

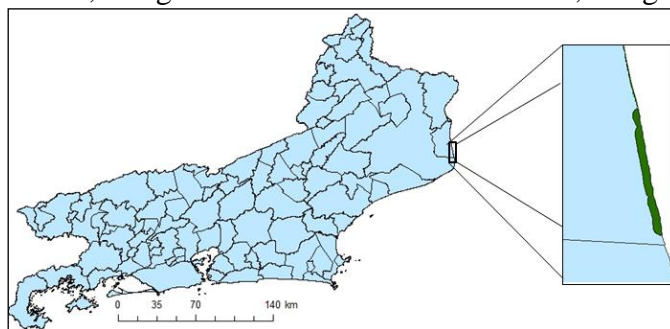


Figura 10 – Localização da área de maior favorabilidade para o desembarque no litoral do município de São João da Barra.

O segundo polígono com maior índice de favorabilidade (1,928) está localizado a apenas 100 metros ao norte do primeiro, estando, portanto, na mesma região geográfica. O terceiro local mais favorável foi o seguinte:

2º) Localização: Município de Carapebus.

- Índice de Favorabilidade: 1,833.
- Área: 424.800 m².
- Comprimento da linha de praia: 1.250 m.
- Posição: Lat 22°14'03"S, Long 041°32'38"W / Lat 22°14'19"S, Long 041°33'19"W.

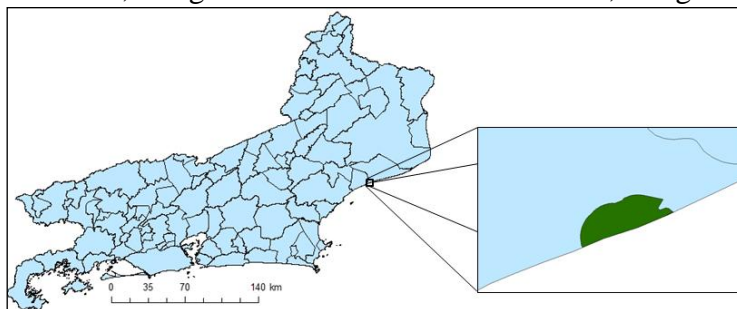


Figura 11 – Localização do terceiro local com maior favorabilidade para o desembarque no município de Carapebus.

5. Conclusões

A modelagem OMT-G propicia uma visão panorâmica, integrada e funcional de um Banco de Dados Geográficos. O Sistema de Informações Geográficas (SIG) mostrou-se uma ferramenta poderosa para análise de uma determinada situação e como subsídio à tomada de decisões. A possibilidade de se levar em conta as diversas variáveis constituintes da situação, expressas graficamente, combiná-las através da Álgebra de Mapas e determinar a melhor solução para o problema é uma grande vantagem da utilização de um SIG.

Ressalta-se que os dados de uso e cobertura do solo usados neste estudo são de 2001 e que, portanto, povoados podem estar ocupando atualmente locais que anteriormente eram desabitados. Isso alteraria os valores do índice de favorabilidade e, conseqüentemente, a indicação dos polígonos. Outra ressalva é que a batimetria em algumas regiões foi extraída de cartas náuticas de escala pequena (1:300.000), as quais não representavam a linha isobatimétrica de 5 metros, pois são áreas de baixo tráfego marítimo onde a demanda por cartas de maior escala é pequena. Caso uma Operação Anfíbia seja realizada no litoral do Rio de Janeiro, a batimetria dessas áreas deverá ser mais bem adensada para a extração mais precisa da declividade.

Mesmo assim, o uso das técnicas de Geoprocessamento mostrou-se uma importante ferramenta no auxílio às Operações Anfíbias desenvolvidas pela Marinha. Cabe ressaltar que este estudo pode ser ampliado, com a inclusão de novos critérios para determinação das áreas de desembarque, assim como pode ser aplicado a outros estados e regiões do país.

Agradecimento

O autor agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo suporte financeiro.

Referências Bibliográficas

BARBOSA, C. C. F. **Álgebra de mapas e suas aplicações em sensoriamento remoto e geoprocessamento**. 1997. 157 p. (INPE-7115-TDI/667). Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 1997.

BORGES, K.A.V., DAVIS, C.A., LAENDER, A.H.F. OMT-G: An Object-oriented Data Model for Geographic Applications. **GeoInformatica**, v.5, n. 3, p. 221-260, 2001.

CGCFN – COMANDO-GERAL DO CORPO DE FUZILEIROS NAVAIS. **O Combatente Anfíbio**. Disponível em <<https://www.mar.mil.br/cgcfn/cfn/combattenteanfíbio.htm>>. Acesso em: 25 mai. 2010.

CHM – CENTRO DE HIDROGRAFIA DA MARINHA. **Cartas Náuticas - Cartas Digitais**. Disponível em <<http://www.mar.mil.br/dhn/dhn/index.html>>. Acesso em: 15 abr. 2010.

FFE – COMANDO DA FORÇA DE FUZILEIROS DA ESQUADRA. **Operações Anfíbias**. Disponível em <https://www.mar.mil.br/ffe/operacoes_anfíbias.htm>. Acesso em: 25 mai. 2010.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapas Interativos. Mapa de Divisões Territoriais**. Disponível em <<http://mapas.ibge.gov.br/divisao/viewer.htm>>. Acesso em: 10 jun. 2010.