

## **Análise da variação da linha de costa do município de Biguaçu, SC**

Guilherme de Godoy Barattela <sup>1</sup>  
João Thadeu de Menezes <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade do Vale do Itajaí - UNIVALI  
Rua Uruguai, 458 - 88302202 - Itajaí - SC, Brasil  
guibarattela@hotmail.com, thadeu@univali.br

**Abstract.** The goal of the study is to analyze the shoreline change of Biguaçu city through aerial photographs and satellite images. Subsequent of the image acquisition, those images were georeferenced using the bases of SPU. The coastlines from 1938, 1957, 1978 and 2005 were extracted using the maximum waterline as reference. The generation of 58 transects orthogonal to the shoreline, spaced between 50 meters, and with 230 meters long were created with the *Digital Shoreline Analysis System* – DSAS, *software* developed to ArcGIS. The transects comparison was made through the shorelines from 1938 and 1957, 1957 and 1978, 1978 and 2010 and 1938 and 2010. After the result analysis, progradational characteristics were observed in the extreme north and central portion of the shoreline. The values ranged between 0.07 and 2.61 meters per year, and 5.15 to 188.15 meters for the entire period between 1938 and 2010. In the southern portion, the transects between 18 and 25 showed retraction rates ranging from 0.07 to 0.67 meters per year during the same period, between 1938 and 2010, represented a migration of 5.12 and 48.64 meters. These changes may be explained by the direction of local sediment transport that is from south to north.

Keywords: Coastal Management, Remote sensing, shoreline change.

### **1. Introdução**

Com o aumento da população nas zonas costeiras, o estudo de variações da linha de costa tornou-se mais do que um tópico de curiosidade científica (Moore,2000).O conhecimento quantitativo da variação da posição da linha de costa é essencial para a maioria dos aspectos de planejamento e elaboração de projetos na zona costeira; cientistas, engenheiros e planejadores há muito reconheceram a utilidade do mapeamento de posições de linha de costa para fazer estimativas de erosão e acresção da mesma (Anders & Byrnes, 1991).

De acordo com Mitishita *et al* (2002) estes estudos permitem conhecer melhor a dinâmica do desenvolvimento da região costeira, e prover o gerenciamento eficiente ambiental do meio costeiro. Intensos desenvolvimentos residenciais e comerciais estão geralmente situados em áreas de interface entre a terra e água, mesmo estas zonas estando freqüentemente sujeitas a uma série de desastres naturais, incluindo inundações, impactos de tempestades e à erosão crônica costeira (Ruggiero & List, 2009).

O presente trabalho se refere ao estudo da variação da linha de costa entre os anos de 1938 até 2010, junto à desembocadura do Rio Biguaçu, localizado no município de Biguaçu (SC), através de fotografias aéreas e imagens de satélite. A utilização de fotografias aéreas para o estudo da variação da linha de costa apresenta diversas vantagens para o mesmo, pois não necessita uma extensa atividade em campo e representa um dos métodos mais acessíveis economicamente (Anders e Byrnes, 1991). Segundo Araujo *et al.* (2009) para identificação da linha de costa várias feições podem ser utilizadas, tais como: linha de duna, linha de água mais elevada (preamar) e linha de vegetação.

A confecção conjunta de Mapas Temáticos permite a visualização das mudanças na morfologia da linha de costa durante os períodos, conjuntamente com o desenvolvimento ocupacional da região adjacente.

### **2. Metodologia**

O município de Biguaçu está localizado no centro-norte do estado de Santa Catarina e faz divisa com os municípios de Antônio Carlos, Governador Celso Ramos, Tijucas, São João Batista, Canelinha e São José. Um município com características subtropicais e de colonização açoriana.

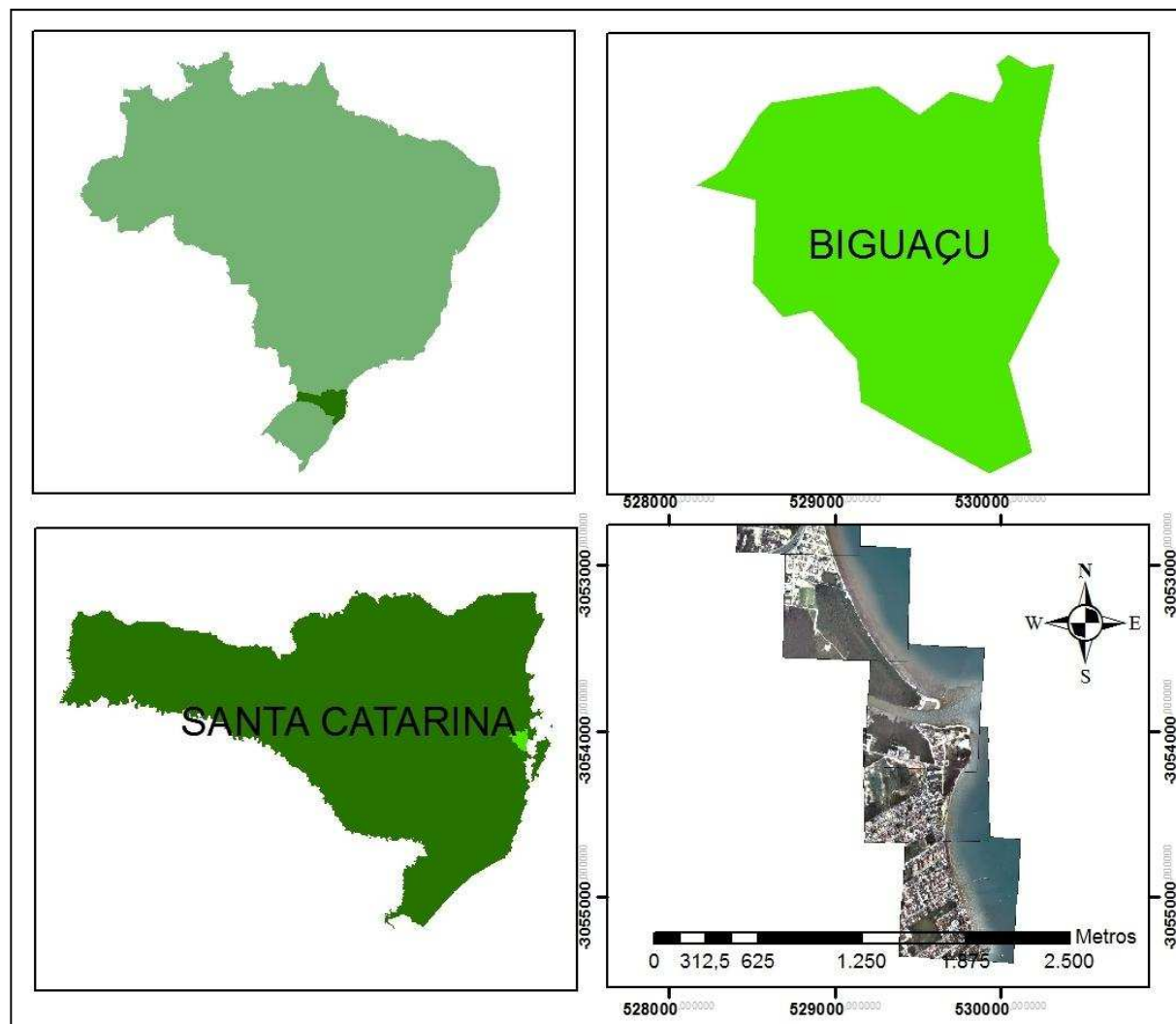


Figura 1. Localização da área de estudo

## 2.1 Obtenção das fotografias aéreas e imagens de satélite

As fotografias aéreas da área de estudos dos anos de 1938, 1957 e 1978 foram adquiridas no Laboratório de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto (CTTMar – UNIVALI) e a referente ao ano de 2010, a imagem foi obtida através do *sensor QuickBird*, disponibilizada online através do software *Google Earth*.

## 2.2 Georreferenciamento

O método de georreferenciamento de uma imagem consiste em relacionar as coordenadas da imagem com as coordenadas reais do local através de uma base cartográfica em meio digital, que serve para fixação dos pontos de controle. Estes correspondem aos locais que podem ser satisfatoriamente identificados tanto na base cartográfica como na fotografia/imagem de satélite (Araujo *et al.*, 2009)

Para o georreferenciamento foi utilizado o Sistema de informação Geográfica *ArcGIS* 9.2, a partir de base de dados da Secretaria do Patrimônio da União (SPU) com escala de 1:2.000 do litoral do estado de Santa Catarina, onde se enquadrava a imagem adquirida nas coordenadas reais da mesma através de Pontos de Controle (PC's) que foram distribuídos ao longo de toda a imagem.

Através deste método é gerado automaticamente para quantificar os erros decorrentes do georreferenciamento, um erro chamado EQM (erro quadrático médio) proposto pelo comitê Norte-Americano de Padronização de Dado Geográficos demonstrado pela seguinte equação:

$$EQM = \sqrt{(X_{foto} - X_{base})^2 + (Y_{foto} - Y_{base})^2} \quad (1)$$

Para um nível de confiança dos EQM's de 95% em relação à posição verdadeira dos pontos na base cartografica, seus valores adquiridos pela equação anterior eram multiplicados por uma constante de 1,7308, resultando assim nos valores de EQM<sub>95%</sub>.

Tabela 1. Valores de EQM e EQM<sub>95%</sub> para cada ano.

Ano	EQM(m)	EQM <sub>95%</sub> (m)
1938	1,269	2,197
1957	3,320	5,746
1978	1,800	3,115
2010	1,015	1,757

### 2.3 Extração da linha de costa

Segundo Araujo et al. (2009) dada à complexidade da detecção da linha de costa, associada a certo grau de subjetividade, a extração da linha de costa deve ser feita pelo indicador mais discernível e constante nas imagens.

Neste estudo o indicador ideal foi escolhido como sendo a máxima linha d'água (preamar), observada nas imagens pela diferença de reflexão do sedimento. Onde a areia seca tem maior reflectância que a areia molhada, gerando diferença de tonalidade na imagem.

### 2.4 Cálculo da taxa de variação da linha de costa

Para o cálculo da taxa de variação da linha de costa foi utilizada a ferramenta computacional DSAS 4.1 ("Digital Shoreline Analysis System") desenvolvida para uso em plataforma ArcGIS, proposta por Thieler et al. (2005).

A ferramenta DSAS tem para opções vários métodos de análise. O método empregado neste estudo é o EPR ("End Point Rate"), que consiste na geração de transectos ortogonais às linhas de costa com espaçamentos pré-definidos, abrangendo duas linhas de costas de períodos distintos, e na divisão da distância entre os transectos destas datas pelo tempo transcorrido entre elas, gerando assim a taxa anual de migração em metros.

Foram feitos 58 transectos espaçados em 50 metros entre si, e com 230 metros de comprimento, comparando as linhas de costa de 1938 e 1957, 1957 e 1978, 1978 e 2010 e 1938 e 2010. A linha de base foi traçada em duas linhas devido à desembocadura cruzar a linha de costa ao meio da área de estudo.

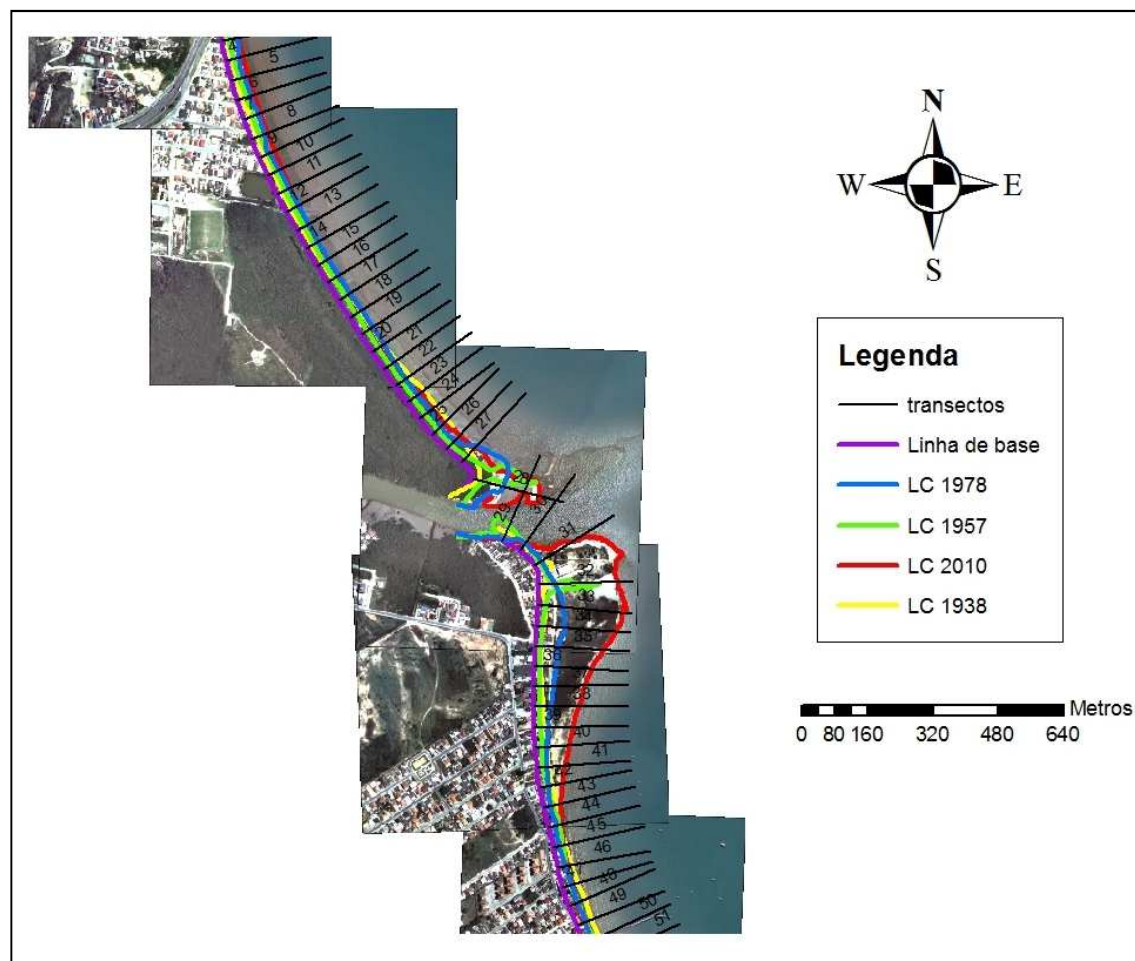


Figura 2. Linhas de costa e transectos dispostos na área de estudo.

Para maior confiabilidade dos dados foram considerados os valores de migrações com os EPR's superiores ao somatório dos EQM95% divididos pelos anos decorrentes entre as duas datas analisadas mostrados na tabela 2.

Tabela 2. Valores utilizados para comparação do EPR entre datas de interesse como intervalo de confiança.

Anos	Somatório dos EQM95% (m)	Somatório dividido pelos anos decorridos (m)
1938-1957	7,9431	0,4181
1957-1978	8,8617	0,4220
1978-2010	4,8723	0,1523
1938-2010	3,9538	0,0549

## 2.5 Criação de Mapas Temáticos de Variação da Linha de Costa

Utilizando a plataforma ArcGIS, foi confeccionado mapas temáticos não supervisionados da área de estudo para os anos de 1957, 1978 e 2010, todos em coordenadas UTM, utilizando o DATUM SAD-69 Z-22S.

A criação destes mapas temáticos consistiu na análise das imagens e demarcação por ferramentas de geração de polígonos das áreas referentes à Mata Arbustiva, Mata Rasteira, Mangue, Água, Urbanização, Solo Exposto e Faixa Arenosa, através da interpretação de

características visíveis nas imagens como textura, tonalidade, coloração, forma, tamanho e relevo.

### 3. Resultados

#### 3.1 Mapas Temáticos

##### 1957

A visualização do mapa temático referente ao ano de 1957 (Figura 3) mostra que a área de estudo neste período possuía apenas algumas vias não pavimentadas e com presença de uma pequena área de urbanização junto às vias principais.

Uma grande área de vegetação arbustiva era notada neste período, visto a ausência da necessidade de espaço para construção de imóveis na época.

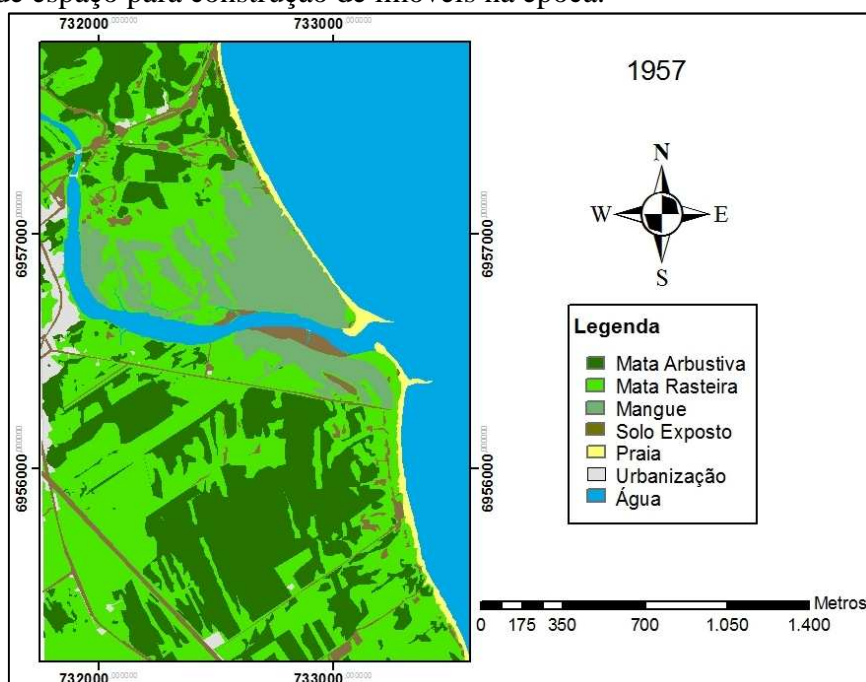


Figura 3. Mapa Temático da área de estudo referente ao ano de 1957.

##### 1978

Para o mapa referente ao ano de 1978 (Figura 4) a urbanização se torna mais conspícua e decorrente em toda a área de estudo, a via principal agora pavimentada e a criação de loteamentos já se torna mais evidente junto a diminuição da área antes ocupada pela mata arbustiva, nota-se o aumento da área preenchida por manguezal e novas vias não pavimentadas.

Na faixa de areia nota-se o desaparecimento de duas faixas arenosas junto à desembocadura que se dirigiam em direção ao mar.

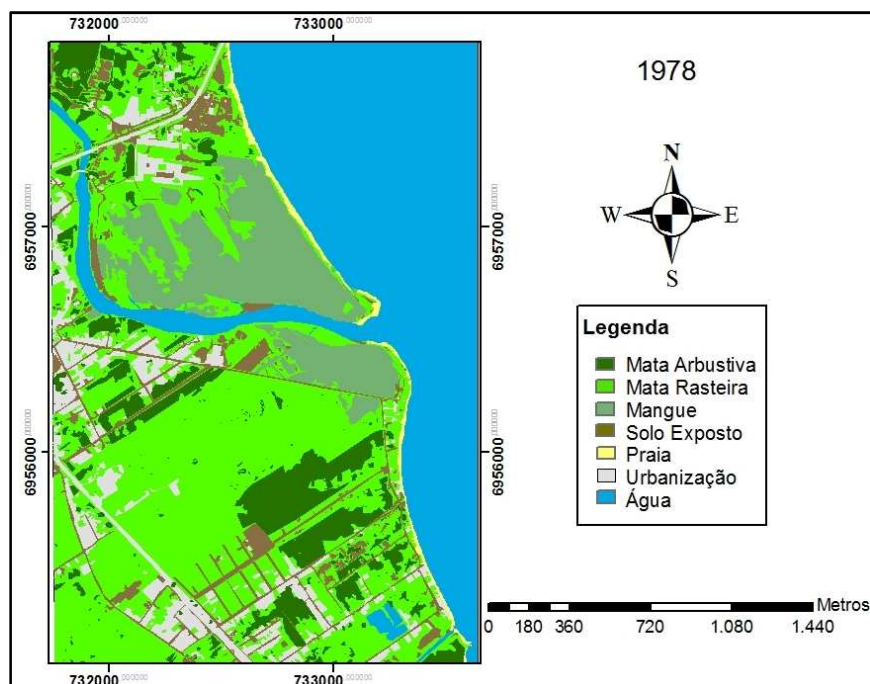


Figura 4. Mapa Temático referente ao ano de 1978

## 2010

Para o ano de 2010 (Figura 5) se observa a forte intensificação da urbanização e declínio acentuado de toda a área de mata arbustiva, também junto ao aumento da urbanização ocorre à pavimentação das vias. A área de manguezal novamente é acrescida e se torna densa na parte superior ao rio.

Um novo braço arenoso surge na parte superior à desembocadura, enquanto na parte inferior é observada a progradação da linha de costa pelo acúmulo de sedimento junto a desembocadura não presente anteriormente, local já sendo ocupado pela urbanização.

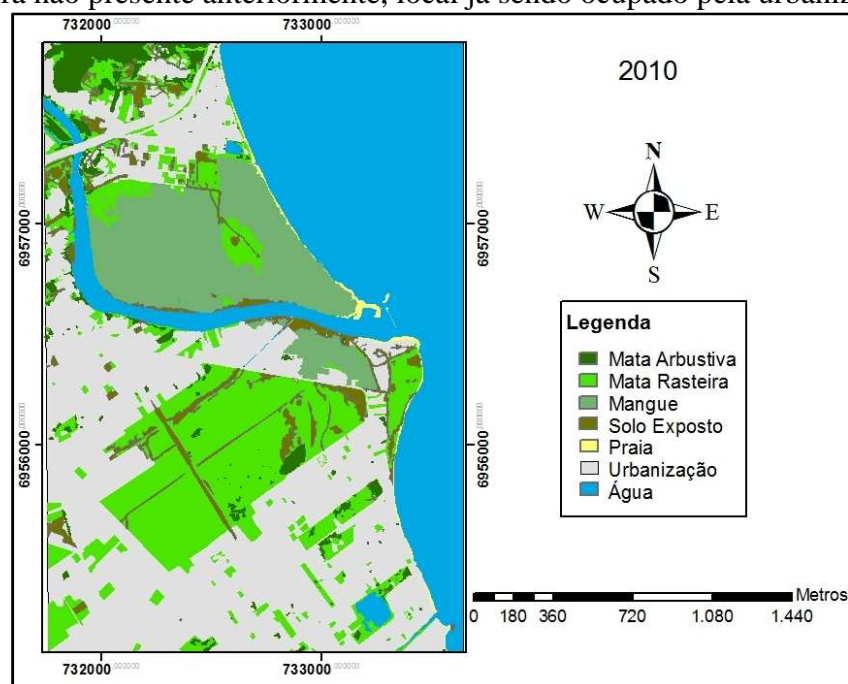


Figura 5. Mapa Temático referente ao ano de 2010.

## 3.2 Variação da Linha de Costa

Os resultados da variação da linha de costa serão tratados aqui seguindo os intervalos de tempos analisados.

### **1938-1957**

Os resultados para o intervalo de tempo entre 1938 e 1957 apresentaram retração da linha de costa na grande maioria dos transectos gerados por toda a área de estudo, com valores expressivos entre 0,49 até 1,80 metros anuais, e para todo o período representando uma taxa de 9,46 e 34,26 para todo o período.

Os transectos 28, 29 e 32 correspondente à área da desembocadura do Rio Biguaçu, resultaram em valores de uma progradação significativa da linha de costa, que variaram entre 0,85 a 1,05 metros ao ano, correspondendo ao período total de 19 anos taxas de variação entre 16,25 e 20,04 metros. Também foram observados dois pontos de progradação ao norte com valores menos significativos de 8,88 e 8,65 para todo o período analisado correspondendo aos transectos de número 6 e 7 respectivamente.

### **1957-1978**

Entre os anos de 1957 e 1978 o comportamento da linha de costa foi caracterizado por apresentar progradação pelos valores observados respeitando o EQM95%.

Novamente as maiores taxas de progradação se concentraram junto à desembocadura do Rio Biguaçu, na porção central na área de estudo; alcançando valores entre 14,39 e 55,12 metros para todo o período da análise. Analisando toda a linha de costa os valores expressivos são de 0,51 e 2,62 metros ao ano, representado taxas de 10,73 e 55,12 metros respectivamente para os 21 anos.

Uma pequena área de retração foi observada nos dados ao sul da área com valores que variavam entre 0,70 e 0,80 metros ao ano. Também foi observada uma retração no transecto 29, com taxa de 37,91 metros para todo o período, o que caracterizou a abertura do canal da desembocadura.

### **1978-2010**

Para os anos entre 1978 e 2010 foram observados comportamentos de progradação e também de retração.

A retração houve em dois locais na área de estudo, ao norte e ao extremo sul; na porção norte os valores variaram entre 0,30 e 0,51 metros anuais, e para o período completo taxas de 9,88 e 16,40 metros; já ao extremo sul as taxas anuais ficaram entre 0,15 a 0,70 metros por ano, representando para todo o todo o intervalo de tempo 5,11 e 23,35 metros.

A progradação mais uma vez se destaca junto à desembocadura, com valores entre 0,43 a 4,78 metros ao ano, que para todo o período equivalem a uma variação de 13,86 e 153,22 metros, formando na parte sul da desembocadura um grande feição gerada pela grande deposição de sedimentos. Porém para toda a linha de costa os valores expressivos são de 0,15 e 4,78 metros anuais.

### **1938-2010**

Esta análise compreende ao período total de estudo de 72 anos da linha de costa de Biguaçu. A linha de costa apresenta duas áreas de retração e duas áreas de progradação intercaladas.

As áreas de Progradação são representadas pela primeira área que corresponde ao extremo norte da linha de costa onde os valores da taxa de migração correspondem a 0,07 e 0,41 metros ao ano, que para todo o período representam 5,15 e 29,78 metros; e a segunda área que corresponde ao setor central, onde se localiza a desembocadura, possuindo taxas anuais que variam de 15,02 e 188,15 metros para todo o período.

As áreas de retração são representadas pela primeira área que compreende os transectos de 18 aos 25, que apresentaram migrações anuais entre 0,07 a 0,22 metros, que para todo o período equivalem a 5,12 e 15,70 metros respectivamente; a segunda área corresponde ao sul da linha de costa, compreendendo os transectos de 46 aos 58, obtendo valores anuais entre 0,14 e 0,67 metros, e para todo o período representando, taxas de 10,17 e 48,64 metros.

O transecto 29 apresentou retração mesmo estando dentro da segunda área de progradação, caracterizando a abertura do canal da desembocadura como dito anteriormente.

#### **4. Considerações Finais**

O estudo demonstrou que as áreas ao extremo sul são caracterizadas por concentrar a maior retração da linha de costa, enquanto que nas áreas centrais e norte a característica de migração é progradante, mesmo esta sendo concentrada na porção central junto à desembocadura do Rio Biguaçu o que pode caracterizar um delta.

Alguns fatores têm que ser considerados como fontes de erros para o estudo, como carência em pontos para identificação de pontos de controle para o georreferenciamento das imagens; e também que a máxima linha d'água pode ser afetada pela maré, desprezada neste estudo.

#### **5. Referências Bibliográficas**

ANDERS, F.J., BYRNES, M.R. **Accuracy of Shoreline Change Rates as Determined from Maps and Aerial Photographs.** *Shore & Beach*, 59: 17-26. 1991.

ARAÚJO, R.S.; SILVA, G.V.; FREITAS, D.; KLEIN, A.H.F. **Georreferenciamento de fotografias aéreas e análise da variação da linha de costa.** Itajai: UNIVALI, 2009.

MITISHITA, E.A. et al, **Reconstituição da Posição da Linha de Costa no Município de Matinhos ao Longo de 45 Anos com a Técnica de Monorestituição Digital de Aerofotos,** *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOMÁTICA*, 2002, Presidente Prudente. **Anais...**Presidente Prudente, 2002. p. 320-327.

PACHECO, M.A.; MENEZES, J.T., **Análise da variação da linha de costa próximo a desembocadura do rio perequê, Itapema,SC.** Itajai: UNIVALI.

RUGGIERO, P; LIST, J.H. **Improving accuracy and statistical reliability of shoreline position and change rate estimative.** *Journal of Coastal Research*, 25, 1069-1081, 2009.

Thieler, E.R., Himmelstoss, E.A., Zichichi, J.L., and Ergul, Ayhan. 2009 **Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 4.0** — An ArcGIS extension for calculating shoreline change: U.S. Geological Survey Open-File Report 2008-1278.