

Desenvolvimento espaço-temporal da cobertura vegetal de manguezal em área de aterro hidráulico (Via Expressa Sul, Florianópolis, SC): mapeamento e interpretação de aerofotografias digitais, e análise dos dados quantitativos

Anderson Tavares de Melo^{1*}

Eduardo Juan Soriano-Sierra²

Luiz Antônio Paulino³

¹Departamento de Botânica, PPG em Biologia Vegetal, Centro de Ciências Biológicas
Universidade Federal de Santa Catarina

Av. Admar Gonzaga 1113, CEP 88034-000, Itacorubi, Florianópolis – SC, Brasil

²Departamento de Ecologia e Zoologia, Núcleo de Estudos do Mar, Centro de Ciências Biológicas
Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis – SC, Brasil

³Departamento de Geociências, Laboratório de Geoprocessamento
Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina
Florianópolis – SC, Brasil

*Autor para correspondência
geotavares@yahoo.com.br

Submetido em 01/02/2011

Aceito para publicação em 17/08/2011

Resumo

A execução do aterro hidráulico da Via Expressa Sul, localizado no setor centro-sul da Ilha de Santa Catarina, teve início no ano de 1995, e foi finalizado em 1997 (aterro bruto). O aterro propiciou à vegetação de manguezal um novo ambiente de colonização, desenvolvendo-se rapidamente, em um curto intervalo de tempo. O presente trabalho lançou mão do mapeamento da cobertura vegetal, através da fotointerpretação de material aerofotogramétrico de cinco anos distintos (1994, 1997, 2002, 2004 e 2007), o que permitiu demonstrar a evolução espaço-temporal da vegetação, desde o ano posterior à execução do aterramento (1994), até uma situação mais recente (2007). Os dados resultantes permitiram quantificar a evolução em superfície das três faixas de vegetação – faixa de arbóreas (*Laguncularia racemosa* e *Avicennia schaueriana*); de capim-praturá (*Spartina alterniflora*) e a faixa transitória (espécies companheiras dos manguezais e de restinga).

Palavras-chave: Manguezal, Mapeamento, Sucessão vegetal

Abstract

Spatial-temporal development of the mangrove vegetation cover on a hydraulic landfill (Via Expressa Sul, Florianópolis, SC): mapping and interpretation of digital aerophotographs, and quantitative analysis. The implementation of a hydraulic landfill along the southern expressway (Via Expressa Sul), in the central-south region of Santa Catarina Island, started in 1995 and was completed in 1997. The landfill provided the mangrove vegetation a new environment to colonize, which has developed rapidly during this short period of time. This study mapped the vegetation cover of this region using aerial photographs from five years (1994, 1997, 2002,

2004 and 2007), which demonstrated the spatial-temporal evolution of the vegetation since the year before the implementation of the landfill (1994) to its recent state (2007). The data from this study allowed changes in the surface of three bands of vegetation, a band of trees (*Laguncularia racemosa* and *Avicennia schaueriana*), a band of the seagrass *praturá* (*Spartina alterniflora*) and a transition band (companions of mangrove species and *restinga* plants), to be quantified.

Key words: Mangrove, Mapping, Plant succession

Introdução

Os manguezais são ecossistemas transicionais entre o meio terrestre e o marinho, intimamente relacionados à zona de influência das marés (HERZ, 1991). Sua fisionomia é do tipo florestal, sendo chamados por vezes de “florestas à beira-mar” (OLMOS; SILVA, 2003). Este ecossistema é relativamente pobre em número de espécies vegetais. No entanto, a zoocenose associada lhes confere uma importância ímpar entre os demais ecossistemas costeiros (DOV POR, 1994), assumindo papel determinante na reprodução e desenvolvimento de inúmeras espécies terrestres e aquáticas, especialmente marinhas, muitas delas fontes de alimento e renda para boa parte da população mundial (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995).

A distribuição mundial dos manguezais se dá na região intertropical, com maior desenvolvimento na zona equatorial, e em determinadas regiões costeiras influenciadas por correntes marítimas quentes, com clima subtropical (CINTRÓN; SCHAEFFER-NOVELLI, 1981; 1983). No Brasil, ocorrem na maior parte da costa, da foz do rio Oiapoque (Amapá), até a foz do rio Maciambú (Praia do Sonho, Santa Catarina – CINTRÓN, 1981), como ecossistema estruturado. Existem manguezais, pouco extensos, mas compostos por todas as espécies típicas, na Lagoa do Ribeirão (município de Paulo Lopes, SC), mais ao sul da foz do Maciambú. Este seria o verdadeiro limite austral do ecossistema (FATMA, 2000). Mais ao sul, aparecem na forma de pequenas touceiras ou indivíduos isolados, até Laguna (Santa Catarina – CINTRÓN, 1981), ou segundo alguns autores na foz do rio Araranguá (ROMARIZ, 1974; CHAPMAN, 1976). O Brasil é o país com a segunda maior extensão de manguezais do mundo (atrás da Indonésia), com cerca de 13.400km² (OLMOS; SILVA, 2003).

Este ecossistema está entre os mais impactados pela ação antrópica no Brasil, em virtude da histórica ocupação territorial, mais intensa na zona costeira. Nas últimas décadas, a ocupação se intensificou, devido ao rápido e desordenado crescimento urbano das cidades, diminuindo a área dos manguezais. Na Ilha de Santa Catarina, eles ainda subsistem, sendo os mais expressivos dentro da zona limítrofe de distribuição meridional (REITZ, 1961; SOUZA-SOBRINHO et al., 1969; REITZ; KLEIN, 1973). A pressão humana sobre os manguezais da Ilha se manifesta através da poluição via esgotos sanitários *in natura*, e pelos aterramentos promovidos para a construção de infraestrutura urbana (CARUSO, 1990).

Dentro desta perspectiva, vem ocorrendo desde meados da década de 90, em função de obras que deram origem ao aterro hidráulico da Via Expressa Sul, a formação de uma área pioneira, que possibilitou à comunidade vegetal de manguezais e associações, colonizarem a nova zona entremarés. Em alguns locais o porte da vegetação atingiu o estágio arbóreo, em cerca de oito anos, ocasionando uma pequena acresção em área destes ecossistemas na Ilha de Santa Catarina.

Dentre os procedimentos utilizados para acompanhar o processo evolutivo da vegetação, foi realizado o mapeamento de diferentes momentos da expansão sobre a área de uma porção do aterro hidráulico (Figura 1). Os resultados quantitativos, obtidos por via de fotointerpretação de aerofotografias digitais, juntamente com os resultados qualitativos (mapas e informações obtidas em campo) originaram resultados que demonstraram, nos diferentes anos mapeados, a efetiva expansão da comunidade vegetal sobre a área em questão.

Material e Métodos

O aterro da Via Expressa Sul está localizado na Baía Sul, no setor centro-oeste da Ilha de Santa Catarina, município de Florianópolis, capital de Santa Catarina. O aterro hidráulico, implantado entre os anos de 1995 e 1997, estende-se por aproximadamente 4,5km (sentido norte-sul), do bairro Saco dos Limões, passando pelo bairro da Costeira do Pirajubaé, até a foz do rio Tavares. Dentro da região do aterro, foi escolhida uma área onde houve o isolamento parcial de uma porção do mar, no bairro da Costeira do Pirajubaé (Figuras 1, 2, 5, 7 e 8). Ali, formou-se um ambiente protegido, um canal longitudinal (sentido norte-sul), chamado aqui de “canal da Costeira”, onde o manguezal alcançou um maior desenvolvimento em comparação ao restante do aterro.

O “canal da Costeira” está situado paralelamente entre a Via Expressa Sul, construída sobre o aterro hidráulico, e a Avenida Jorge Lacerda. Beirando a sua margem direita (sentido sul-norte) encontram-se residências, ranchos de pescadores e outras edificações. A urbanização desta margem limitou o desenvolvimento da vegetação. A margem esquerda, formada após a implantação do aterro hidráulico, contém a maior parte da vegetação, tanto das halófitas semi-aquáticas (espécies arbóreas – *Avicennia schaueriana* e *Laguncularia racemosa* – e capim-praturá – *Spartina alterniflora*), como da vegetação de transição (Figura 2). A partir deste “recorte”, iniciou-se o processo de mapeamento.

O mapeamento foi feito através de fotografias aéreas dos anos de 1994, 1997, 2002, 2004 e 2007. Os mapas são oriundos da fotointerpretação de material do IPUF (Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis), posteriormente digitalizados (“escaneamento” – Figura 2). Para o ano de 2007, foram utilizados recortes de fotografias aéreas, já digitalizadas, cedidas pela empresa *Aeroconsult*. A escala trabalhada foi a de 1:8000. As fotografias aéreas de 1994 e 1997 são em preto e branco; os demais anos são em cores. O georreferenciamento das fotografias digitais foi executado com o programa *MicroStation SE* (aplicativo *MicroStation Descartes*). A marcação dos “pontos-base” foi feita por meio de arquivos digitais de ortofotografias (2002) e de restituições cartográficas, cedidas pelo IPUF (Figura 3).

O georreferenciamento constituiu-se na colocação de coordenadas geográficas nas “imagens-recorte”, utilizando como referência as restituições e as ortofotografias, permitindo o cálculo da superfície coberta pela vegetação (em metros quadrados – m²), seus ganhos e perdas ao longo da sua evolução em cada período estipulado (Figura 3). Após utilizou-se o *MicroStation V8*, que permitiu a execução do mapeamento propriamente dito (delimitação das faixas de vegetação), gerando polígonos mensuráveis (Figura 4).

Outro aplicativo do *MicroStation* (MS *GeoGraphics*) foi utilizado para corrigir erros e/ou imperfeições nos polígonos. Em seguida, foi criado um banco de dados para cada mapa (*Microsoft Office Access*), posteriormente lançados no *Microsoft Office Excel*, para a elaboração dos cálculos, tabelas e gráficos. Após a definição de toda a vegetação nos cinco anos mapeados, foi feito um mapa-base (base cartográfica), com informações complementares sobre a área de abrangência do estudo. Houve então a junção entre os mapas de vegetação e o mapa-base, utilizado para todos os anos mapeados.

O período levantado pelo mapeamento, de 1994, até o ano de 2007, perfaz um total de 13 anos. Este intervalo de tempo, interposto com outros três momentos diferentes (1997, 2002 e 2004), permitiu acompanhar o processo de colonização e desenvolvimento de três faixas de vegetação. Saídas regulares a campo complementaram o reconhecimento da comunidade vegetal, das espécies mais representativas de cada faixa vegetacional, e a definição detalhada dos pontos de contato entre as diferentes faixas (Figura 5).

Uma das faixas é composta pelas espécies arbóreas, denominada por vezes como manguezal “*stricto sensu*” (manguezal propriamente dito), formado pela *A. schaueriana* (*Avicennietum*), mais abundante, e em menor número por *L. racemosa*, que chega a formar grupamentos puros (*Laguncularietum*), nas bordas do manguezal, mas com representatividade inferior (Figura 5). Para *Rhizophora mangle*, foram constatados alguns indivíduos esporádicos, sem representatividade espacial.

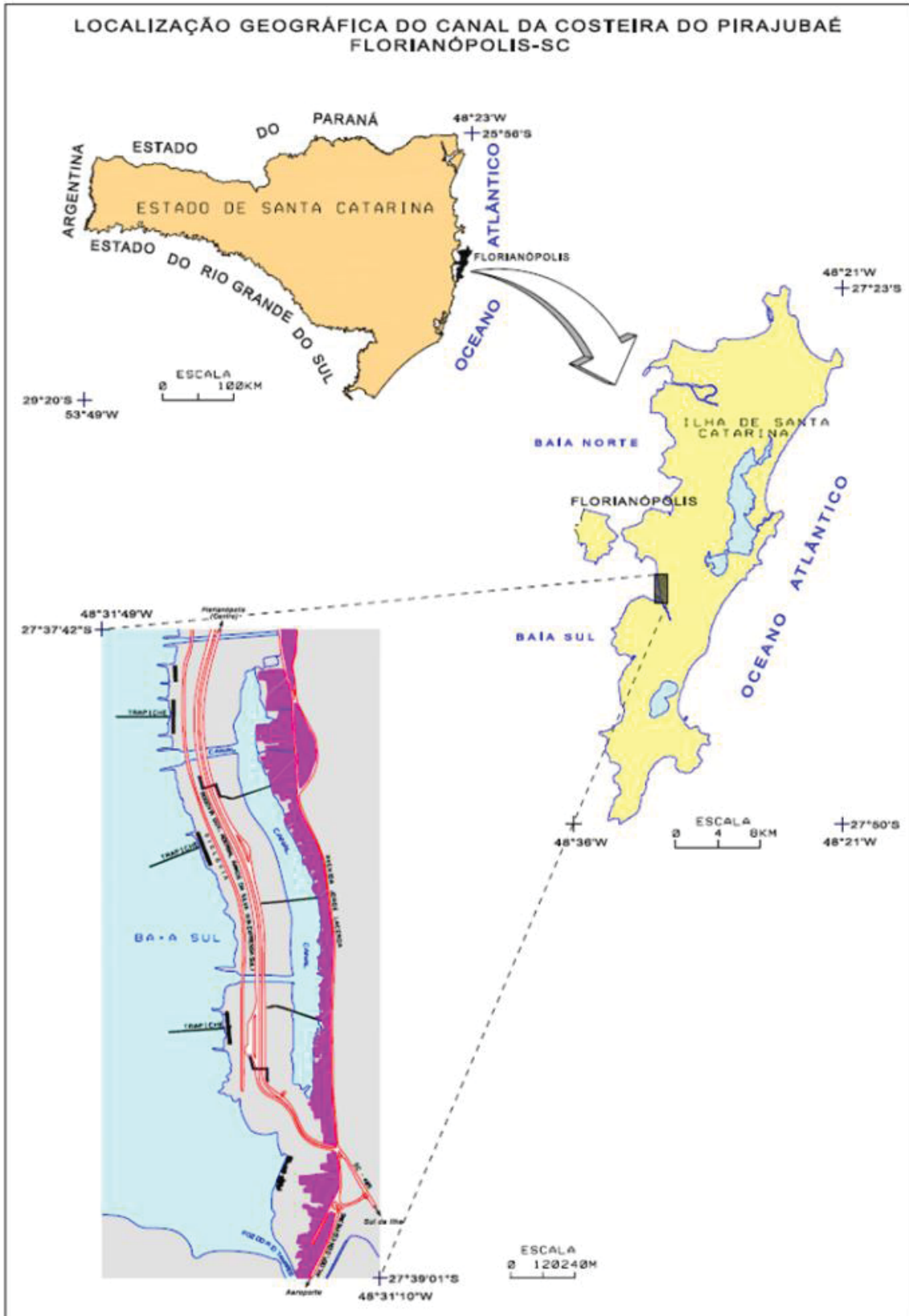


FIGURA 1: Localização da área de estudo.



FIGURA 2: Fotografia aérea de 2002 (escala 1:15.000), digitalizada (à esquerda), e o recorte da mesma (“imagem-recorte”), compreendendo a área de estudo (à direita).

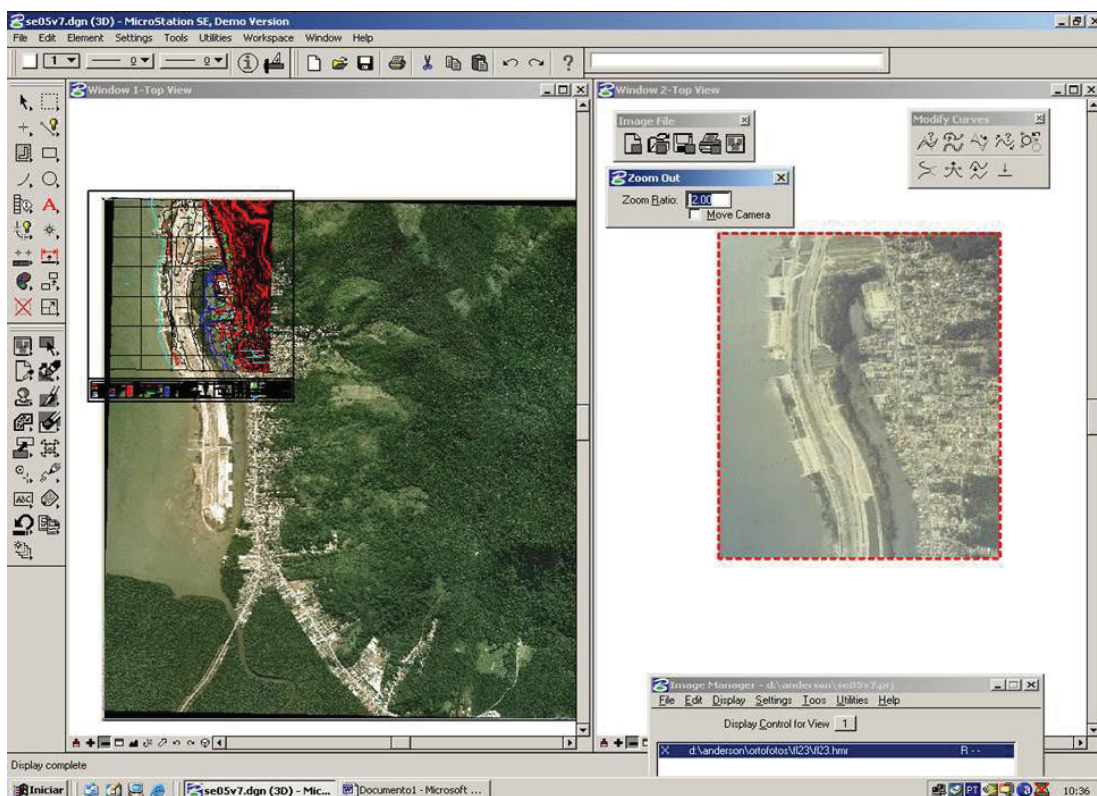


FIGURA 3: Tela do *MicroStation Descartes*, aplicativo do *MicroStation SE* para o georreferenciamento de imagens. À esquerda, no canto superior, observa-se a restituição cartográfica (círculo amarelo), base do georreferenciamento das imagens do setor norte da área de estudo. No setor sul, utiliza-se como base de georreferenciamento a ortofoto do ano de 2002 (imagem dominante do lado esquerdo). A “imagem-recorte” que recebeu os pontos georreferenciados pode ser observada à direita da figura.

A terceira faixa mapeada é formada pela vegetação de transição, composta por uma diversidade maior de espécies, que vão desde espécies “companheiras” do manguezal, como *Acrostichum aureum* e *Hibiscus tiliaceus*, a espécies mais afastadas da influência das marés, como *Schinus terebinthifolius* e *Dalbergia ecatosphyllum*.

Para o ano de 2007, foi delimitada uma pequena área onde houve a mortalidade do manguezal *stricto sensu*, devido ao soterramento de seus pneumatóforos, denominado como “manguezal morto” (Figura 8). Este soterramento ocorreu devido a obras de dragagem do canal, que remobilizou sedimentos do fundo deste para a margem, impedindo as trocas gasosas das arbóreas (Figura 6).

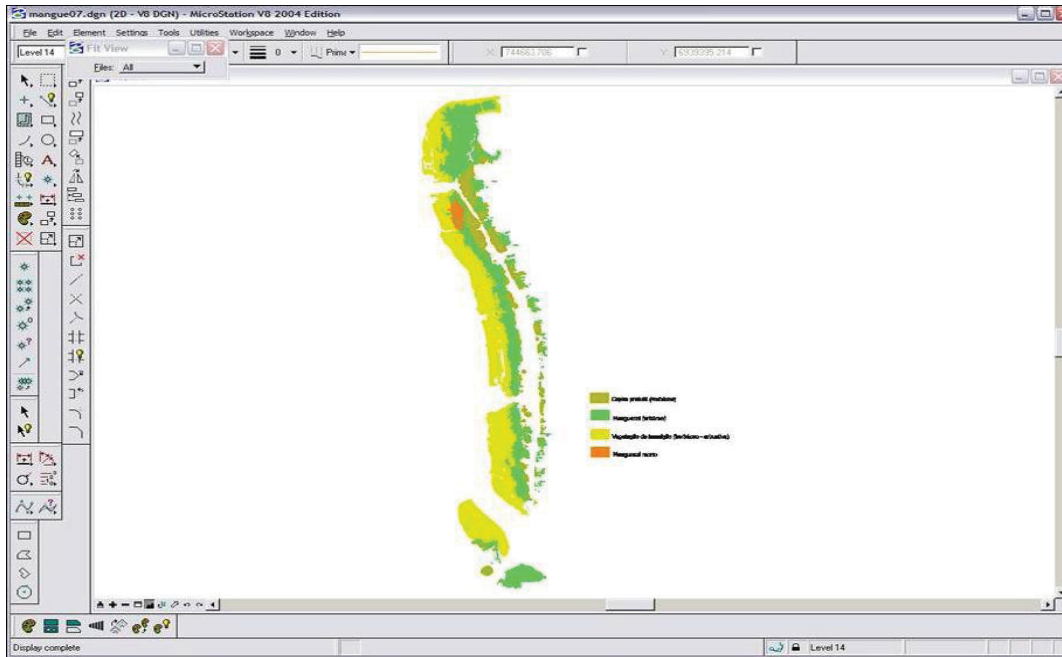


FIGURA 4: Demonstrativo da tela do *MicroStation V8* com delimitação final da vegetação, em 2007, antes de ser mesclada com a base cartográfica, também de 2007.



FIGURA 5: A – Visão parcial do “canal da Costeira” (sentido norte-sul). Em primeiro plano, ocupando a parte interior do canal, grandes grupamentos de *Spartina* (capim-praturá). Ao fundo, á direita, a formação arbórea, composta por *Laguncularia racemosa* e *Avicennia schaueriana*. No lado esquerdo, podem-se observar parte das encostas do Morro da Costeira do Pirajubaé (Foto do autor, em dezembro de 2006). B – Vista parcial da zona de contato entre a vegetação de transição (representada por *Paspalum*) e o manguezal, onde os grupamentos de *Laguncularia* estão em postos avançados, adentrando a faixa transitória (primeiro plano, à esquerda, e ao fundo). As irregularidades do terreno facilitam a formação, em alguns pontos, de um “mosaico” entre essas duas faixas, onde uma avança sobre a outra, de acordo com a maior ou menor atuação das marés, em função das pequenas, porém importantes, diferenças na altitude do terreno (foto do autor, em abril de 2008).



FIGURA 6: A – Detalhe do substrato onde o manguezal morreu, devido ao recobrimento dos pneumatóforos. B – Visão detalhada da vegetação morta (Fotos do autor, em abril de 2006).

Resultados e Discussão

Embora tenham sido elaborados cinco mapas, resultantes do processo de fotointerpretação, foram inclusos neste artigo os mapas do primeiro ano abordado (1994 – Figura 7) e do último (2007 – Figura 8). Os dados do mapeamento, em paralelo com as observações *in loco*, demonstram efetivamente a rápida colonização da vegetação após o aterramento, refletidos nos valores das áreas ocupadas por cada faixa de vegetação, em cada ano mapeado. Estes dados estão inseridos em tabelas e no gráfico (Figura 11).

Na Tabela 1 estão agrupados os valores totais das três faixas de vegetação (arbóreas, *Spartina* e faixa transitória), a área ocupada pelo manguezal morto (em 2007), e o total de todas as faixas. Foi inserida a área total formada pela associação das halófitas semi-aquáticas (manguezal *lato sensu*), composta pelas arbóreas (*Laguncularia* e *Avicennia*) e pela *Spartina*, geralmente associada ao manguezal *stricto sensu*. *Spartinetum* é uma formação “provisória”, sendo substituída pelas arbóreas durante o processo de sucessão vegetal.

Os dados da Tabela 1 mostram a rápida expansão da vegetação. Em 1994 a área total perfazia 42.000m² (cerca de 0,4km²). Como neste ano ainda não havia o aterro, a vegetação neste momento estava representada por manchas esparsas, compostas pela associação arbórea (*Avicennia* e *Laguncularia*), constituindo a maior porção da vegetação (35.677m²), e algumas

manchas de capim-praturá, cobrindo 6.233m² da área. Esta vegetação estava entremeada pelas edificações e pequenos aterros domésticos, possuindo limitações em sua expansão, pois o canal formado pelo aterro, e o ambiente favorável resultante, ainda não existiam. Em 2007, a vegetação total passou a cobrir pouco mais de 241.000m² (quase 2,5km²), com um aumento de quase seis vezes em 13 anos.

O papel da superfície de fixação da vegetação, criada pelo aterro, é demonstrado a partir dos dados obtidos no ano de 1997, quando o aterro já estava pronto. Como é uma área pioneira, percebe-se que *Spartina* (espécie inicial da sucessão vegetal) colonizou uma área quase quatro vezes maior, em relação ao ano inicial mapeado (1994).

A ausência da faixa de transição em 1994 reforça o fato de que, antes da execução do aterro, não havia uma superfície para esta vegetação se fixar, e a orla que existia já estava ocupada pela mancha urbana. Em 1997, a transição começa a aparecer modestamente, pois neste período as obras do aterro (circulação de veículos pesados, deposição e remobilização de aterro), impediam sua ampla colonização. Somente no ano seguinte mapeado (2002), quando a movimentação de veículos e de aterro diminuiu, ou mesmo cessaram em muitos locais, é que esta faixa transitória iniciou de fato sua colonização sobre o aterro rapidamente. Tanto que sua área, que era de 714m² em 1997, pulou para 76.556m² em 2002 (aumento de 107 vezes, em relação a 1997),

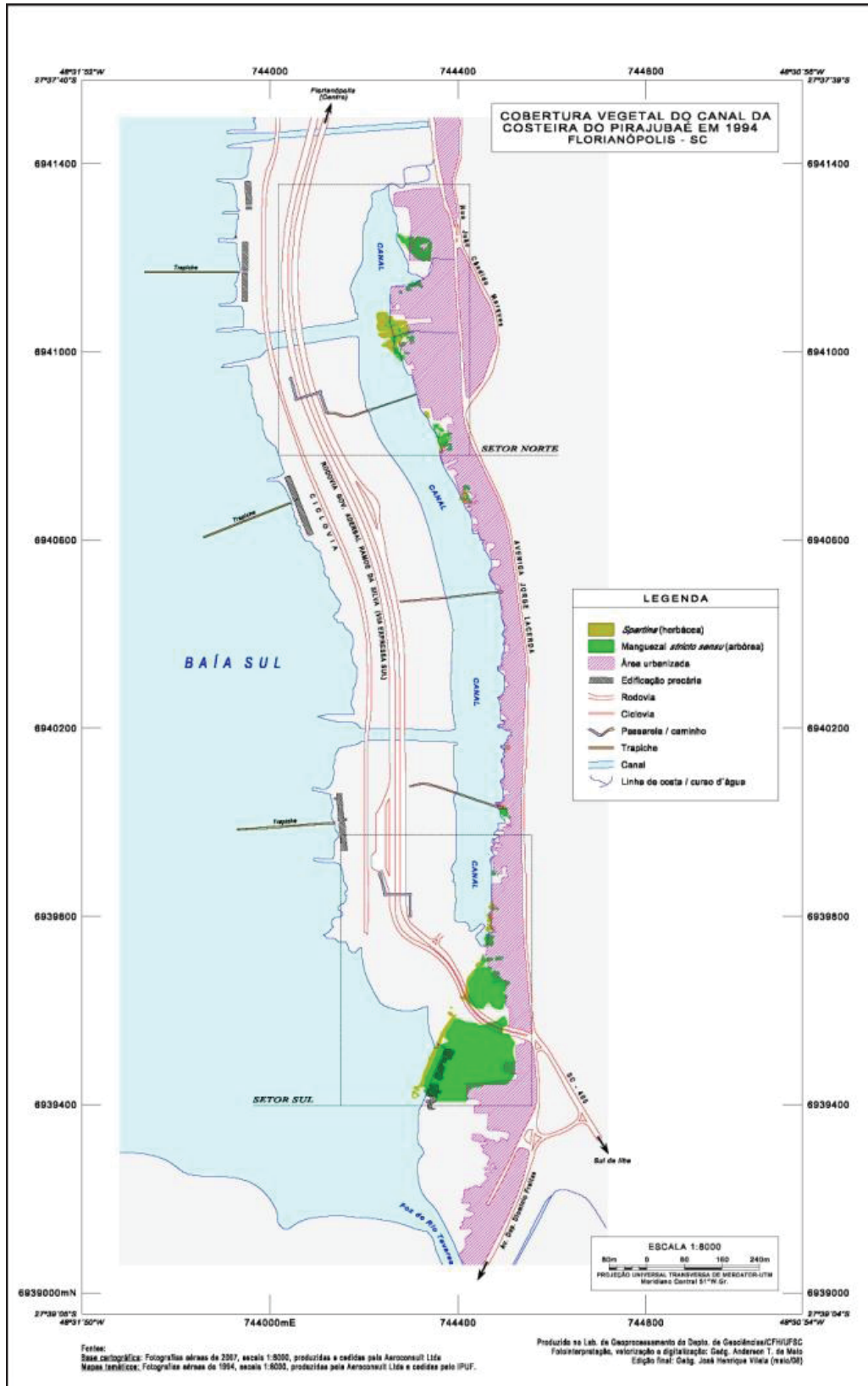


FIGURA 7: Mapa da cobertura vegetal do “canal da Costeira”, em 1994.

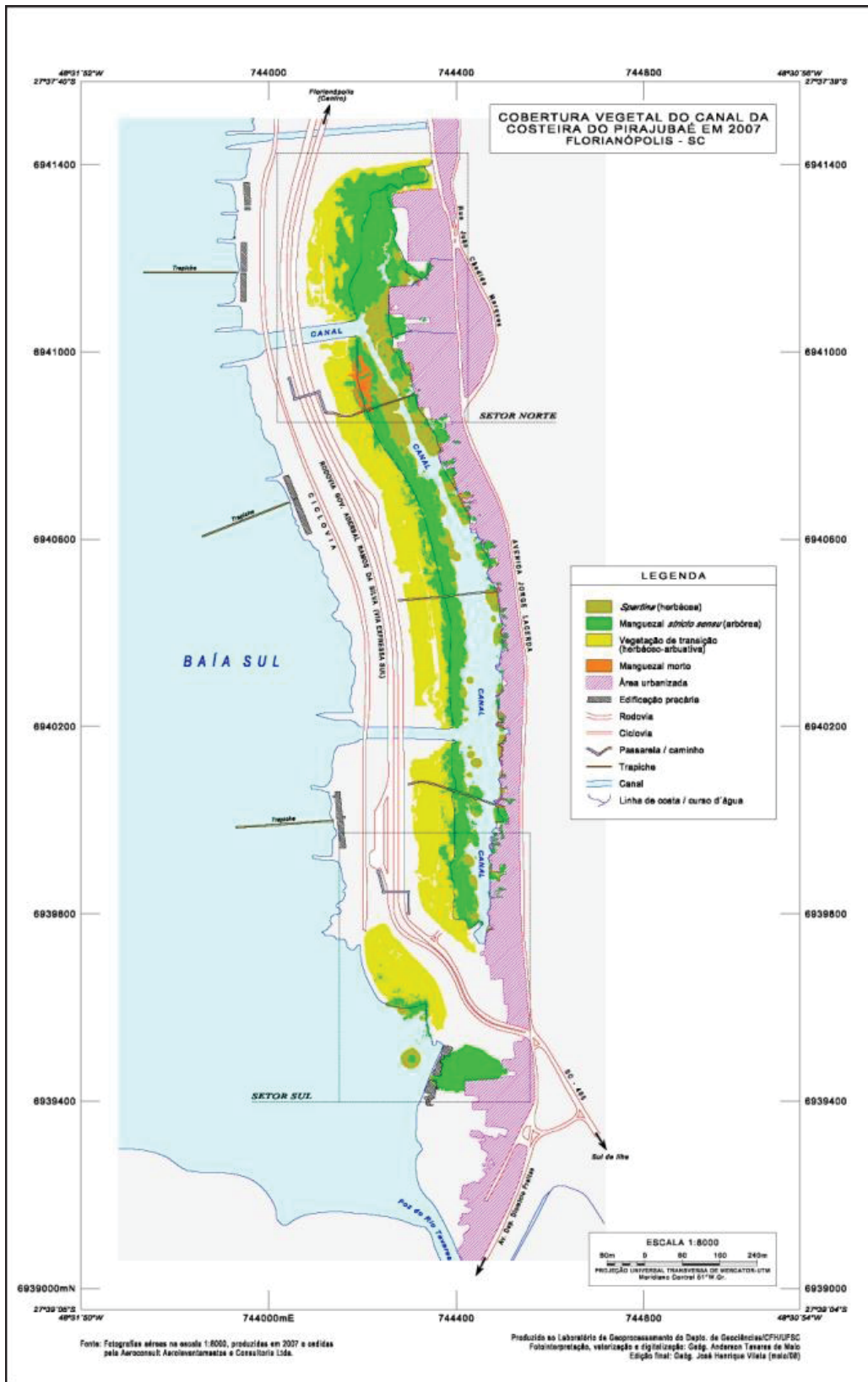


FIGURA 8: Mapa da cobertura vegetal do “canal da Costeira”, em 2007.

demonstrando o potencial de colonização das espécies pioneiras desta faixa (especialmente *Paspalum*), assim que as condições se mostraram favoráveis, passando a ocupar os nichos “vazios”. Em 2007, a maior velocidade da expansão desta faixa tornou-a a maior em superfície coberta, comparando com as duas outras faixas separadamente (Tabela 1).

Entre as espécies pioneiras que se destacam na rápida colonização da faixa transitória, a gramínea do gênero *Paspalum* (capim-de-praia). Outras espécies pioneiras também sobressaem, geralmente gramíneas, além de ciperáceas e outras famílias típicas dos estágios iniciais da sucessão vegetal. Entre o ano de 2002 e 2004, a faixa de transição teve uma pequena perda (quase 1.700m² – Tabela 2), em parte devido a obras de escavação e remobilização do aterro, entre o fim de 2003 e início de 2004 (Figura 9).

Entre 2004 e 2007, esta vegetação voltou a se expandir em área, de quase 75.000m² para próximo de 104.000m², em um intervalo de três anos (acréscimo pouco abaixo de 28.000m² – Tabela 2). Em todo o período mapeado (a partir de 1997, ano em que aparece de fato), a faixa de transição teve um aumento em área de



FIGURA 9: Obras de aterramento e fechamento do canal da Costeira, para ligar a Via Expressa Sul às vias de acesso ao Sul da Ilha. Houve a supressão da cobertura vegetal, impactando todas as faixas (transição, arbóreas e *Spartina* – em março de 2004).

146 vezes. O desenvolvimento da vegetação de transição ocorreu rapidamente logo após o término das obras do aterro bruto (1997-2002), reduzindo sua expansão posteriormente. Tal situação explica-se através do processo de sucessão vegetal, pois as primeiras espécies

TABELA 1: Área (m²) das faixas de vegetação encontradas na área de estudo, ao longo do período considerado.*

Ano	Manguezal <i>stricto sensu</i>	<i>Spartina</i>	Vegetação de transição	Manguezal morto	Área total de vegetação	Manguezal <i>lato sensu</i>
1994	35.677	6.233	-	-	41.911	41.911
1997	32.541	23.205	714	-	56.461	55.746
2002	87.001	27.456	76.556	-	191.014	114.457
2004	90.100	39.351	74.870	-	204.322	129.451
2007	99.800	37.086	104.354	2.646	241.241	136.886

*Considerando a superfície total de vegetação sob a influência do “canal da Costeira”, ou seja, com a inclusão de manchas de manguezal, em pleno desenvolvimento, já existentes no local antes da execução do aterro hidráulico.

TABELA 2: Evolução da vegetação (expansão/retração – em m² e %), nos intervalos dos mapeamentos (manguezal *stricto sensu*, *Spartina* e vegetação de transição).

Período	Manguezal <i>stricto sensu</i>		<i>Spartina</i>		Vegetação de transição	
	m ²	%	m ²	%	m ²	%
1994-1997	- 3.136	- 8,8	16.971	272,26	714	-
1997-2002	54.460	167,36	4.251	18,32	75.842	10.611,2
2002-2004	3.099	3,56	11.894	43,32	- 1.686	-2,2
2004-2007	9.700	10,76	- 2.265	-5,75	29.484	39,4
1994-2007	64.122	179,73	30.853	494,95	103.640	14.500,4
2002-2007	12.799	14,71	9.630	35,07	27.797	36,3

(*Paspalum*, por exemplo) se desenvolvem e se espalham rapidamente. Depois dessa colonização inicial rápida, a vegetação passou a se desenvolver verticalmente (altura e densidade), na medida em que outras espécies mais exigentes, com crescimento e expansão mais lentos, passaram a ocupar o terreno, seguindo o processo de sucessão.

A área ocupada pelo manguezal *stricto sensu*, de quase 35.700m² em 1994, decaiu para pouco mais de 32.000m², em 1997 (Tabela 2), explicado pela ocupação urbana e pelas obras relacionadas à construção da rodovia na parte sul do canal (Figura 10), que destruiu parte do manguezal. A perda só não foi maior porque o desenvolvimento das arbóreas no interior do canal compensou a subtração da vegetação no setor sul.

A faixa de *Spartina*, que cobria aproximadamente 6.230m², em 1994 (Tabela 1), passou para pouco mais de 23.200m², em 1997 (ganho de quase 17.000m² – Tabela

2), quase quadruplicando sua área em um intervalo de três anos. Como citado anteriormente, *Spartina* é uma gramínea, família cujas espécies possuem um elevado índice de crescimento vegetativo, e é a espécie pioneira na colonização deste tipo de ambiente, e sua expansão inicial segue os padrões da sucessão vegetal. Seu desenvolvimento desacelera no período entre 1997-2002, em função do avanço da faixa de arbóreas sobre os grupamentos de *Spartina*.

Devido ao processo de sedimentação do canal, acelerado pela própria vegetação, *Spartina* ganha nova possibilidade de expansão para a parte central do canal, em processo de assoreamento, ocorrendo um novo pico de desenvolvimento no período 2002-2004 (de 27.500m² para 39.350m² – Tabela 1), correspondendo a um crescimento de 43,3% neste período, em relação à cobertura do período anterior (Tabela 2). No último período (2004-2007), esta faixa volta a perder espaço,

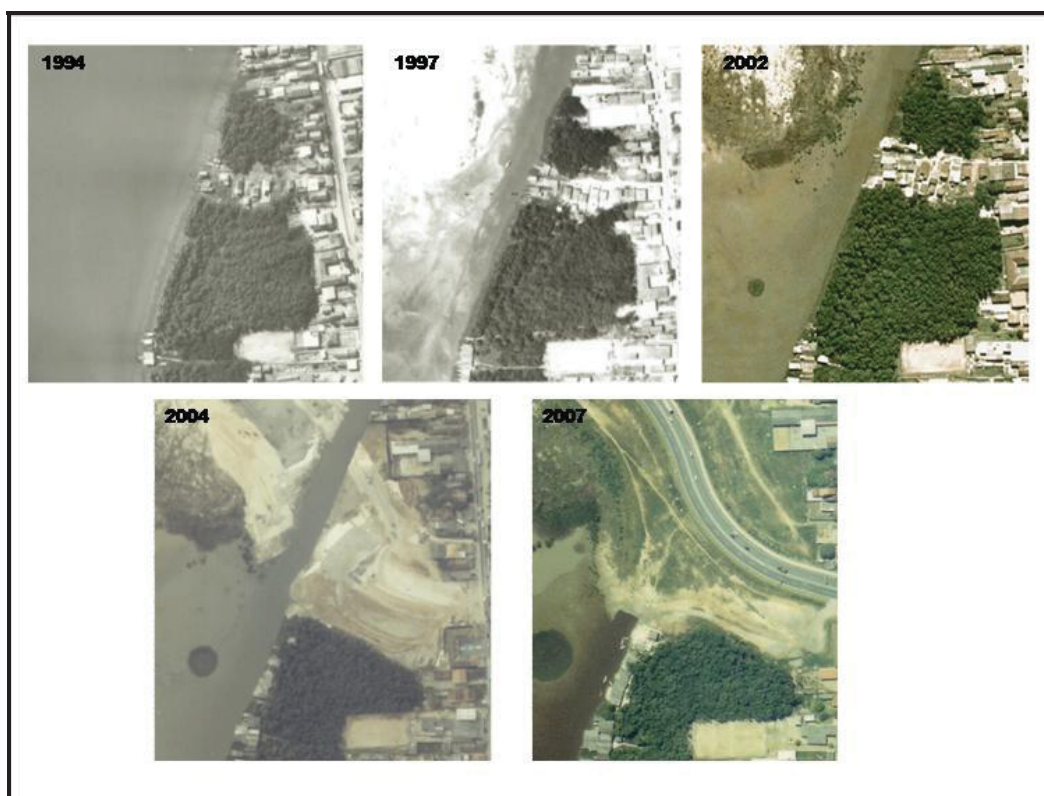


FIGURA 10: Recortes das fotografias aéreas, onde ocorriam as duas manchas originais de manguezal *stricto sensu*, antes da execução do aterro. A partir desta visualização, percebe-se a diminuição da mancha maior (círculo amarelo), e a total supressão da mancha menor (círculo vermelho), a partir de 2004. As imagens aqui não possuem georreferenciamento, sendo meramente ilustrativas (extraídas dos levantamentos aerofotogramétricos da *Aeroconsult*, cedidos pelo IPUF – exceto 2007, cedido diretamente pela *Aeroconsult*).

devido à continuidade do processo sucessional, em que as arbóreas iniciam o processo de substituição da faixa de *Spartina*, assim que as condições ambientais (criadas pela própria *Spartina*) tornam-se favoráveis ao manguezal propriamente dito. Assim, o avanço das arbóreas faz a faixa de *Spartina* perder cerca de 2.265m², passando então a cobrir uma área de quase 37.100m².

TABELA 3: Evolução da vegetação (expansão/retração – em m² e %), nos intervalos em que foram feitos os mapeamentos (manguezal *lato sensu* e vegetação total).

Período	Vegetação total		Manguezal <i>lato sensu</i>	
	m ²	%	m ²	%
1994-1997	14.550	34,71	13.835	33
1997-2002	134.553	238,31	58.711	105,3
2002-2004	13.307	6,96	14.994	13
2004-2007	36.919	18,07	7.435	5,8
1994-2007*	199.330	475,60	94.975	226,6
2002-2007	12.799	14,71	9.630	35

*Para os valores da vegetação de transição, foram considerados os intervalos a partir de 1997 (1997 – 2002; 1997 – 2004; 1997 – 2007), pois no ano de 1994 não havia a presença desta faixa de vegetação.

A evolução da vegetação total e da associação arbóreas/*Spartina* (manguezal *lato sensu*) é apresentada

na Tabela 3. Para facilitar a comparação da evolução ao longo dos períodos, foi incluído um gráfico (Figura 11), demonstrando os ganhos e as perdas (em m²), em intervalos de tempo iguais (**três anos**: 1994-1997 e 2004-2007; **cinco anos**: 1997-2002 e 2002-2007), de modo a não ocorrer sobreposição entre os intervalos. Além dos intervalos consecutivos dos mapeamentos (1994-1997; 1997-2002; 2002-2004; 2004-2007), também foram incluídos na Tabela 3 os valores para o período total (1994-2007). O intervalo 2002-2007 (cinco anos) foi inserido para a confecção do gráfico comparativo da evolução da vegetação nos intervalos de igual duração.

Estes intervalos mostram, em períodos de mesma duração, a diferença no desenvolvimento entre os períodos iniciais e finais. Nos três primeiros anos (1994-1997), o maior desenvolvimento ocorreu com *Spartina*, pioneira das halófitas semi-aquáticas. Nos últimos três anos (2004-2007), pelo contrário, enquanto as arbóreas (*Laguncularia* e *Avicennia*) e a vegetação de transição conquistaram novos espaços, *Spartina* sobre redução, devido ao processo sucessional já discutido acima. Em intervalos maiores (cinco anos), fica evidente o “boom” de desenvolvimento da faixa transitória, seguido de um elevado desenvolvimento da faixa das arbóreas, entre 1997 e 2002.

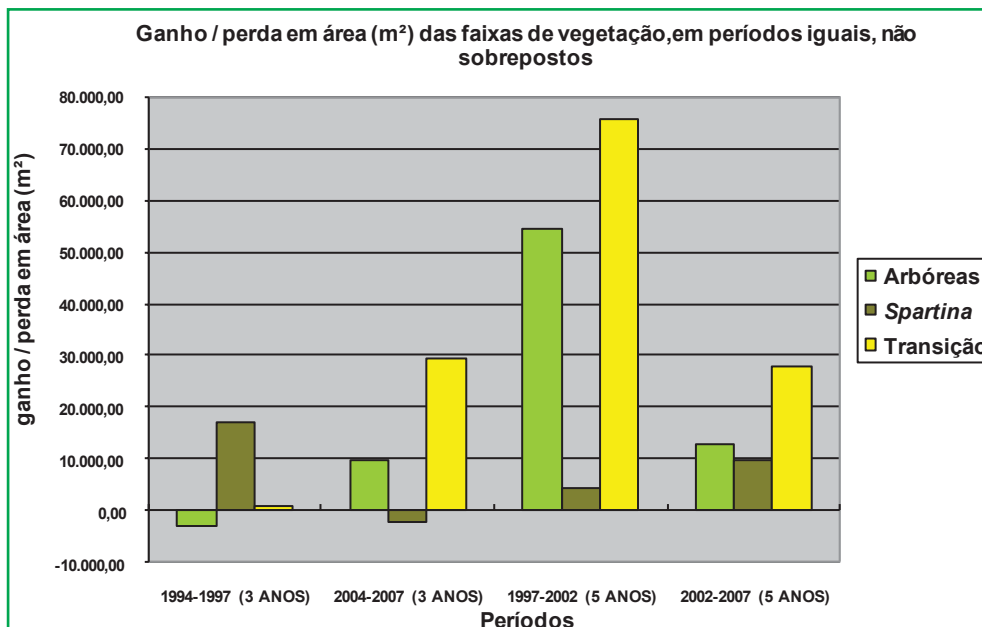


FIGURA 11: Gráfico de ganho/perda em área (m²), das três faixas de vegetação, em intervalos de três e cinco anos, sem sobreposição entre os períodos.

A gramínea *Spartina*, embora em expansão, sempre segue a tendência de perder espaço para as arbóreas, e sua taxa de expansão nos três últimos anos (2004-2007) acaba sendo muito inferior aos três primeiros anos, por razões já mencionadas. Por outro lado, no intervalo seguinte (2002-2007), a taxa de expansão de *Spartina* foi quase o dobro da alcançada nos cinco anos anteriores (1997-2002), enquanto as demais faixas diminuíram sua taxa de expansão. Isto pode ser explicado:

- 1) Embora as arbóreas avancem sobre *Spartina*, esta, por sua vez, pelo menos na parte inicial deste período de cinco anos (pois no intervalo entre 2004-2007 houve perdas), expande-se, como já explicado, para o interior do canal, conforme ocorre a sedimentação no interior do canal. Este é acelerado não só pela presença da vegetação, mas também pelo desmatamento das vertentes próximas, com o consequente carreamento de material terroso;
- 2) A vegetação de transição sofreu pequena perda entre os anos de 2003/2004. O maior motivo está no fato desta faixa, composta na maior parte por espécies herbáceas (gramíneas, ciperáceas e outras) de rápido crescimento, colonizar rapidamente o aterro. Após o estabelecimento deste estágio pioneiro, houve uma queda na expansão desta vegetação;
- 3) Situação semelhante ocorreu ao manguezal propriamente dito, que pôde se desenvolver rapidamente no momento em que as condições ambientais criadas pelo aterro, e melhoradas pela *Spartina*, foram formadas no interior do canal.

Com relação à faixa composta somente por arbóreas semi-aquáticas (manguezal *stricto sensu*), cabe lembrar que entre 1994 e 1997 houve uma pequena perda de 8,8% da área inicial neste primeiro triênio (Tabela 2, Figura 11). Nos anos seguintes esta faixa se desenvolveu rápido, tanto que se for analisado o intervalo inicial de cinco anos (1997-2002), esta faixa sofre considerável acréscimo, em virtude do rápido avanço de *Avicennia* e *Laguncularia* no interior do canal, na medida em que a dinâmica sucessional transcorre (Tabela 2, Figura 3).

A Tabela 4 mostra o percentual que cada faixa de vegetação ocupa, além da associação “arbóreas/*Spartina*”. A faixa de manguezal *stricto sensu* abrange algo em torno de 85% da cobertura vegetal em 1994, enquanto *Spartina* perfaz apenas 15%. Em 1997, devido ao desenvolvimento desta, sua participação eleva-se para 41%, com a rápida expansão desta gramínea halófito. A vegetação de transição, com cerca de 714m² em 1997 (momento em que aparece), contribuía com apenas 1,3% da cobertura vegetal.

TABELA 4: Percentual ocupado por cada faixa de vegetação, e pela vegetação de manguezal+*Spartina*, em relação à área total.

Ano	Manguezal <i>stricto sensu</i>	<i>Spartina</i>	Vegetação de transição	Manguezal <i>lato sensu</i>
1994	85,12%	14,88%	0%	100%
1997	57,63%	41,09%	1,28%	98,73%
2002	45,54%	14,37%	40,07%	59,92%
2004	44,09%	19,25%	36,64%	63,35%
2007	41,36%	15,37%	43,25%	56,74%

Com a diminuição da faixa de *Spartina*, em 2002 ela passa a cobrir menos de 15%, na medida em que tanto as arbóreas, como a vegetação de transição, se espalham pela área de estudo. O rápido desenvolvimento da faixa transitória, e sua participação percentual no total da cobertura vegetal, também podem ser percebidos nos cinco anos iniciais, desde que surgiu (1997-2002), adquirindo 40% de participação na área total, contra 45% do manguezal *stricto sensu*.

O novo avanço de *Spartina* sobre o canal em assoreamento faz sua participação na área total aumentar novamente, chegando a quase 20%. Além disso, ocorreram em paralelo a diminuição da área ocupada pelas arbóreas (de 45,5 % para 44,1%), subtraídas na porção sul do canal pelas obras da rodovia (Figura 10), o que ocorreu igualmente com a faixa transitória (caindo para 36,6%), através de sua supressão durante a remobilização do aterro para as obras no setor sul da área de estudo. Entretanto, para as arbóreas a contínua expansão para o interior do canal atenuou a diminuição da área desta faixa em função das obras da rodovia.

Em 2007, pela primeira vez, a maior participação cabe à faixa de transição (43,25%). Mas a diferença não é grande, pois as arbóreas cobrem 41,4% do total, cujo desenvolvimento e expansão fez diminuir a área de *Spartina* mais uma vez (voltando à casa dos 15%).

Cabe acrescentar que o conjunto das halófitas semi-aquáticas, ao longo dos anos mapeados, sempre cobriu mais da metade da superfície total da vegetação, mesmo com significativa expansão diagnosticada para a vegetação de transição.

Dentro da associação halófitas das arbóreas e das herbáceas (Tabela 5), a primeira corresponde à maior porção, o que não impede perceber certo aumento da participação da gramínea em certos anos, especialmente em 1997, ano em que sua participação foi a maior de todo o período estudado (41,6%), por causa da sua rápida expansão assim que o aterro bruto foi efetuado.

A Tabela 6 mostra o percentual ocupado pelo manguezal morto, em relação às faixas diretamente relacionadas a ele. Embora seja uma área visualmente impactante dentro da cobertura vegetal de 2007 (Figuras 6 e 8), é inexpressiva.

TABELA 5: Percentual ocupado pelas faixas de vegetação (arbóreas e *Spartina*), em relação à área total formada pelo manguezal *lato sensu* – arbóreas + *Spartina*.

Ano	Manguezal <i>stricto sensu</i>	<i>Spartina</i>
1994	85,12%	14,88%
1997	58,37%	41,63%
2002	76,01%	23,99%
2004	69,60%	30,40%
2007	72,90%	27,09%

TABELA 6: Percentual ocupado pela vegetação de manguezal morto, em relação à vegetação (arbóreas, arbóreas + *Spartina* e vegetação total).

Arbóreas	Arbóreas + <i>Spartina</i>	Vegetação total
2,60%	1,90%	1,08%

Os resultados demonstram a velocidade com que as três faixas de vegetação colonizaram a área do

“canal da Costeira”. Este ambiente criado dentro do canal protege a vegetação da hidrodinâmica marinha e fluvial, acelerando a deposição de sedimentos, formando um substrato favorável ao manguezal (Figura 5). Ainda que isto tenha ocorrido em uma área com grande nível de antropização, gerando um estresse à vegetação e biota associada, desperta a atenção como a vegetação conseguiu vicejar sob esta gama de adversidades impostas pelo homem (aterramento, constante fluxo de efluentes, etc.), demonstrando o grande poder de desenvolvimento desta vegetação.

Tem-se, em linhas gerais, o seguinte padrão geral do processo de sucessão vegetal, desde que o aterro foi feito, até o último ano abordado pelo estudo:

- **1994 a 1997:** expansão rápida da faixa pioneira *Spartina* (*Spartinetum*) para dentro do canal, logo em seguida à construção do aterro, que criou um ambiente protegido, favorável à colonização;
- **1997 a 2002:** após a colonização inicial feita por *Spartina*, que criou as condições ambientais favoráveis, através da aceleração da sedimentação dentro do canal, ocorre o avanço das espécies arbóreas (*Laguncularietum* e *Avicennietum*), na segunda fase sucessional na zona influenciada pelas marés (Figura 5). Embora o avanço das arbóreas ocasione a diminuição de *Spartina*, esta avança aos poucos canal adentro, diminuindo a velocidade de expansão. Fora da influência das marés, e cessada as obras do aterro bruto, o processo sucessional começa, com o acelerado desenvolvimento da faixa transitória, representada principalmente por *Paspalum*, principal espécie pioneira;
- **2002 a 2004:** a sedimentação do canal, devido ao seu fechamento parcial na parte sul (obras da rodovia), permite a *Spartina* acelerar novamente sua expansão, sem chegar aos índices do período inicial. Esta faixa acelera ainda mais a sedimentação do canal, propiciando a expansão das arbóreas para o interior do canal. Concomitantemente, as porções mais antigas da vegetação arbórea começam a ganhar porte e densidade rapidamente. O mesmo ocorre com

a faixa de transição, onde aparecem espécies arbóreas típicas da vegetação associada aos manguezais, como *Schinus*, *Dalbergia* e *Hibiscus* (Figura 5B). A taxa de expansão em superfície, no entanto, desacelera, após o rápido avanço inicial;

- **2004 a 2007:** o manguezal *stricto sensu* continua seu avanço sobre *Spartina*, que tem sua superfície reduzida. Isto ocorreu porque a gramínea já não dispunha de muito espaço dentro do canal para se desenvolver, e vários pontos do canal ainda não haviam sofrido, neste período, sedimentação suficiente para permitir uma expansão mais ampla da gramínea. Além disso, obras de dragagem dentro do canal extraíram parte desta faixa. As arbóreas, pela mesma razão, sofreram a perda de parte de sua área (Figuras 6 e 8), o que atenuou seu crescimento total. A vegetação de transição voltou a ter um considerável aumento em área, não apenas por ter recolonizado as áreas remobilizadas do aterro, entre 2002 e 2004, mas também por ter colonizado uma área adicional, criada com o fechamento da parte sul do canal (Figuras 9 e 10).

Mas a permanência da vegetação ao longo do aterro pode estar comprometida, tendo em vista que este espaço “criado” pelo homem tende a valorizar-se. Com a especulação imobiliária, que atinge todos os espaços da Ilha de Santa Catarina, é provável que a situação atual, onde a cobertura vegetal ainda está em processo de desenvolvimento e expansão, não só dentro do canal, mas ao longo de toda a orla do aterro da Via Expressa Sul, seja provisória. Na medida em que o Poder Público, vinculado ao modelo econômico vigente, julgue que há usos bem mais “interessantes” a este espaço, a vegetação acabará cedendo espaço para o crescimento urbano¹, o que, no fim das contas, segue a tendência dominante na cidade: diminuição dos espaços verdes (manguezais, encostas florestadas, restingas, etc.) em benefício aos especuladores, e em

detrimento do ambiente natural e da própria qualidade de vida que esta fornece.

Referências

- CARUSO, M. M. A. **O desmatamento da Ilha de Santa Catarina:** de 1500 aos dias atuais. Florianópolis: EDUFSC, 1990. 160 p.
- CHAPMAN, V. J. **Mangrove vegetation.** Lehre: J. Cramer, 1976. 447 p.
- CINTRÓN, G. **Los manglares de Santa Catarina.** Florianópolis: ROSTLAC/UFSC, 1981. 67 p.
- CINTRÓN, G.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Los manglares de la costa brasileña:** revisión preliminar de la literatura. Montevideo: ROSTLAC/UNESCO, 1981. 109 p.
- CINTRÓN, G.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Introducción a la ecología del manglar.** Montevideo: ROSTLAC/UNESCO, 1983. 67 p.
- DOV POR, F. **Guia ilustrado do manguezal brasileiro.** São Paulo: Instituto de Biociências da USP, 1994. 82 p.
- FATMA. **Parque Estadual da Serra do Tabuleiro:** diagnóstico dos meio físico e biótico – produto básico de zoneamento. Florianópolis: FATMA/Dinâmica projetos ambientais, 2000. 226 p.
- HERZ, R. **Manguezais do Brasil.** São Paulo: Instituto Oceanográfico USP/CIMR, 1991. 227 p.
- OLMOS, F.; SILVA, R. S. **Guará:** ambiente, flora e fauna dos manguezais de Santos-Cubatão. São Paulo: Empresa das Artes, 2003. 216 p.
- REITZ, P. R. 1961. Vegetação na zona marítima de Santa Catarina. *Sellowia*, Itajaí, v. 13, n. 13, p. 17-116, 1961.
- REITZ, P. R.; KLEIN, R. M. **Flórua da Ilha de Santa Catarina:** Rhizophoracea. Florianópolis: FISC, 1973. 12 p.
- ROMARIZ, D. A. **Aspectos da vegetação do Brasil.** Rio de Janeiro: IBGE, 1974. 60 p.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Manguezal:** ecossistema entre a terra e o mar. São Paulo: Caribbean Ecological Research, 1995. 64 p.
- SOUZA SOBRINHO, R. J.; Bresolin, A.; Klein, R. M. Os manguezais da Ilha de Santa Catarina. *Insula*, Florianópolis, v. 2, n. 2, p. 1-21, 1969.

¹ A eliminação da vegetação na área do aterro está se concretizando, desde que o trabalho foi realizado, conforme novas observações em campo (2010), corroborando o prognóstico feito neste trabalho.