

**UNIVERSIDADE SANTA CECÍLIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SUSTENTABILIDADE DE  
ECOSSISTEMAS COSTEIROS E MARINHOS  
MESTRADO EM ECOLOGIA**

**NEILTON DOMINGOS CARVALHO**

**USO E RECOBRIMENTO DO SOLO NO MUNICÍPIO DE ILHA COMPRIDA-SP NO  
PERÍODO DE 1993 A 2010: INFLUÊNCIA DA AÇÃO ANTRÓPICA SOBRE A  
VEGETAÇÃO DE RESTINGA**

**SANTOS/SP**

**2017**

**NEILTON DOMINGOS CARVALHO**

**USO E RECOBRIMENTO DO SOLO NO MUNICÍPIO DE ILHA COMPRIDA-SP NO  
PERÍODO DE 1993 A 2010: INFLUÊNCIA DA AÇÃO ANTRÓPICA SOBRE A  
VEGETAÇÃO DE RESTINGA**

Dissertação apresentada a Universidade Santa Cecília como parte dos requisitos para obtenção de título de mestre no Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade de Ecossistemas Costeiros e Marinhos, sob a orientação do Prof. Dr. Fábio Giordano e do Prof. Dr. Walter Barrella.

**SANTOS/SP**

**2017**

Autorizo a reprodução parcial ou total deste trabalho, por qualquer que seja o processo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos.

C226u Carvalho, Neilton Domingos

581.5 Título: Uso e recobrimento do solo no município de Ilha Comprida-SP no período de 1993 a 2010: Influência da ação antrópica sobre a vegetação de restinga / Neilton Domingos Carvalho. - 2017.  
77f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Fabio Giordano.

Orientador: Prof. Dr. Walter Barrella.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Santa Cecília, Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade de Ecossistemas Costeiros e Marinhos, Santos, 2017.

1.Restinga. 2.Urbanização. 3.Ecologia de Paisagem. 4.Sensoriamento Remoto. 5.NDVI.

I. Giordano, Fabio. II. Barrella, Walter. III. Uso e recobrimento do solo no município de Ilha Comprida-SP no período de 1993 a 2010: Influência da ação antrópica sobre a vegetação de restinga.

*Dedico este trabalho à minha querida família  
em especial aos meus filhos Adson e Nicolay.*

## **AGRADECIMENTO**

Ao meu grande Mestre professor Doutor Fábio Giordano, orientador e amigo de todas as horas, pelas sugestões, ajudas e críticas que levaram à elaboração deste precioso trabalho.

Ao meu orientador professor Doutor Walter Barrella e ao Professor Mestre Renan Braga Ribeiro, pela parceria e compreensão nos momentos de necessidade.

A Patrícia Domingos Carvalho, minha esposa, a quem devo o sucesso deste trabalho, pela dedicação, paciência, incentivo e companheirismo durante as viagens de trabalho das pesquisas de campo à Ilha Comprida.

A todo o corpo docente do PPG-ECOMAR e ao atendimento sempre pontual das secretárias Sandra, Imaculada e Giulia.

Aos colegas mestrando de turma.

Aos meus colegas do SAMU/Santos, que me ajudaram nas trocas de plantões em especial ao senhor Álvaro Porto pela grande parceria e ajuda.

Aos enfermeiros do SAMU/Santos, Reinaldo Coelho Medeiros Júnior e Ricardo da Silva, pelo apoio e grande incentivo.

*A vegetação das restingas é influenciada em particular pela topografia do terreno, que pode apresentar faixas de elevações (cordões arenosos) e faixas de depressões (entre cordões) dependendo dos processos de deposição e remoção de materiais nessas regiões; a influência marinha, que diminui à medida que se avança para o interior e o solo, um importante condicionador e fator limitante da distribuição de formações florísticas determinando as diferentes fisionomias vegetais da restinga. (SUGIYAMA, 1998).*

## RESUMO

Este é um estudo sobre a ocupação do solo pela vegetação de restinga da costa Sudeste do Brasil, na área litorânea, em que se localiza o município de Ilha Comprida, através da análise de imagens obtidas por sensoriamento remoto que denotam a ocupação do solo, entre os anos de 1993 a 2010. O trabalho tem como objetivo, mapear esse tipo de cobertura vegetal observando as consequências da ação antrópica neste período. Foram utilizadas imagens de satélite *Landsat-5 TM* de quatro períodos, aproximadamente a cada 5 anos e, posteriormente processadas e tratadas para a obtenção de *NDVI*, (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) pelo *software QGIS*, ( *Quantum Georeferenciated System*) e pelo *plugin SCP*. Também o uso de fotografias aéreas obtidas a partir de um drone e, visitas “in loco” auxiliaram complementarmente na categorização da vegetação avaliada pelas imagens de satélite. Foram obtidas e comparadas 2 imagens em cada ano (uma da ilha inteira e outra de um recorte da parte mais ao Norte da ilha, delimitado pelo arruamento asfaltado e mais habitado). A Banda de Infravermelho Próximo e a Banda do Vermelho, que melhor refletem e absorvem respectivamente, a quantidade de clorofila da cobertura vegetal, foram utilizadas e serviram ao cálculo do *NDVI*. Pelo *NDVI* as imagens apresentaram diferença significativa no grau de recobrimento vegetal, segundo a comparação feita por *ANOVA* de um fator. Destaque foi dado para a perda de vegetação, quando comparados os anos de 1993 com 2010, destacando-se o agravamento da degradação até o ano de 1999, em que se acentuou a especulação sobre a inauguração da ponte de ligação com o continente ocorrida em 2000, que permitiu a ampliação de loteamentos na ilha, graças à facilidade de acesso por via rodoviária. São apresentadas neste trabalho também algumas alternativas para a recuperação e a preservação da flora e dos ecossistemas litorâneos envolvidos. Áreas prioritárias para programas de recuperação das áreas degradadas de restinga pela ação antrópica são sugeridas a partir das imagens obtidas e do levantamento de uso do espaço realizado no período de estudo.

**Palavras Chave:** Restinga. Urbanização. Ecologia da paisagem. Sensoriamento Remoto. *NDVI*.

## ABSTRACT

It is a study about soil occupation by the restinga vegetation of the Southeast Coast of Brazil, in the nearby island coastal area where the municipality of Ilha Comprida is located, through the analysis of images obtained by remote sensing that denotes the urban occupation between the years of 1993 to 2010. The objective of this work is to map this type of vegetation coverage observing the consequences of anthropic action in this period. *Landsat-5* TM satellite imagery of 4 periods, approximately every 5 years, was used and later processed to obtain *NDVI* (*Normalized Difference Vegetation Index*) by the *QGIS*, (*Quantum Georeferenciaded System software*) and the *SCP plugin*. Also the use of aerial photographs obtained from a drone and, *in situ* visits, also aided in the categorization of the vegetation evaluated by the satellite images. Two images were obtained and compared each year (one with a whole island shape and the other a cut of the northern part of the Island, delimited by the paved and more inhabited streets and roads). The Near Infrared Band and the Red Banda, which better reflect and absorb, respectively, the amount of chlorophyll in the vegetation cover were choose, which served to calculate the *NDVI*. By *NDVI* analysis, the images showed a significant difference in the degree of vegetational cover, according to the comparison made by one-way *ANOVA*. The highlight was the significant loss of vegetation, compared to the years 1993 to 2010, especially before the year 2000, when the bridge to the mainland was inaugurated, which allowed the real state expansion on the island, due to the ease road access allowed. This paper also presents some alternatives for the recovery and preservation of the flora and coastal ecosystems involved. Priority areas for recovery programs for degraded areas of restinga by anthropic action were also suggested based on the satellite images used for the period studied.

**Keywords:** Restinga. Urbanization. Landscape ecology. Remote Sensing. *NDVI*.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

## PÁGINA

- Figura 1 – Apresentação das fisionomias de restinga, conforme apresentado por Souza et al. (2008) apresentando as diferentes fisionomias de vegetação conforme a cota de altitude e proximidade do mar. 16
- Figura 2 – Mapa de Ilha Comprida e sua posição relativa no Estado de São Paulo e no Brasil. 23
- Figura 3 – Dados gráficos de mediana e quartis de 25% e 75% com valores máximos e mínimos para a série de *NDVI's* obtidos entre os anos de 1993 e 2010 para a Ilha Comprida em toda a sua extensão (a) e para o recorte mais urbanizado selecionado (b). Os pontos em vermelho são *outliers* removidos automaticamente da série pelo algoritmo do programa *Math lab*. 30
- Figura 4 – Dados gráficos pontuais de media para a série de *NDVI's* obtidos entre os anos de 1993 e 2010 para a Ilha Comprida em toda a sua extensão (a) e para o recorte mais urbanizado selecionado (b). 30
- Figura 5 – Imagens de satélite Ilha Comprida-SP tratadas com o índice NDVI a partir das bandas 3 e 4 do Satélite *Landsat-5/TM*, para o dia 22 de junho do ano de 1993 (utilizando-se uma escala de 5 categorias vegetacionais, desde o solo mais recoberto por vegetação em verde, até menos recoberto por vegetação em vermelho). 32
- Figura 6 – Imagens de satélite Ilha Comprida-SP tratadas com o índice NDVI a partir das bandas 3 e 4 do Satélite *Landsat-5/TM*, para o dia 16 de dezembro do ano de 1999 (utilizando-se uma escala de 5 categorias vegetacionais, desde o solo mais recoberto por vegetação em verde, até menos recoberto por vegetação em vermelho). 32
- Figura 7 – Imagens de satélite Ilha Comprida-SP tratadas com o índice NDVI a partir das bandas 3 e 4 do Satélite *Landsat-5/TM*, para o dia 23 de abril do ano de 2006 (utilizando-se uma escala de 5 categorias vegetacionais, desde o solo mais recoberto por vegetação em verde, até menos recoberto por vegetação em vermelho). 33
- Figura 8 - Imagens de satélite Ilha Comprida-SP tratadas com o índice NDVI a partir das bandas 3 e 4 do Satélite *Landsat-5/TM*, para o dia 20 de maio do ano de 2010 (utilizando-se uma escala de 5 categorias vegetacionais, desde o solo mais recoberto por vegetação em verde, até menos recoberto por vegetação em 33

vermelho).

Figura 9 - Imagens de satélite do recorte mais urbanizado da Ilha Comprida-SP (Recorte Norte da ilha) tratadas com o índice NDVI a partir das bandas 3 e 4 do Satélite *Landsat-5/TM*, para o dia 22 de junho do ano de 1993 (utilizando-se uma escala de 5 categorias vegetacionais, desde o solo mais recoberto por vegetação em verde, até menos recoberto por vegetação em vermelho). 34

Figura 10 - Imagens de satélite do recorte mais urbanizado da Ilha Comprida-SP (Recorte Norte da ilha) tratadas com o índice NDVI a partir das bandas 3 e 4 do Satélite *Landsat-5/TM*, para o dia 16 de dezembro do ano de 1999 (utilizando-se uma escala de 5 categorias vegetacionais, desde o solo mais recoberto por vegetação em verde, até menos recoberto por vegetação em vermelho). 34

Figura 11 - Imagens de satélite do recorte mais urbanizado da Ilha Comprida-SP (Recorte Norte da ilha) tratadas com o índice NDVI a partir das bandas 3 e 4 do Satélite *Landsat-5/TM*, para o dia 23 de abril do ano de 2006 (utilizando-se uma escala de 5 categorias vegetacionais, desde o solo mais recoberto por vegetação em verde, até menos recoberto por vegetação em vermelho). 35

Figura 12 - Imagens de satélite do recorte mais urbanizado da Ilha Comprida-SP (Recorte Norte da ilha) tratadas com o índice NDVI a partir das bandas 3 e 4 do Satélite *Landsat-5/TM*, para o dia 20 de maio do ano de 2010 (utilizando-se uma escala de 5 categorias vegetacionais, desde o solo mais recoberto por vegetação em verde, até menos recoberto por vegetação em vermelho). 35

Figura 13 - O histograma de frequência dos valores de NDVI apresentado para cada um dos anos calculados . a)1993; b)1999; c) 2006; d) 2010 36

Figura 14 - Comparação da área urbana utilizando-se de imagens comparativas tratadas através de *NDVI* apresentando um máximo de cobertura vegetal colorido em verde ( $NDVI=0,78$ ) e um mínimo colorido em vermelho ( $NDVI=0,909$ ). 37

Figura 15 - Região de Ilha Comprida-SP apresentando no detalhe processos erosivos (áreas em azul) e processos de depósito de sedimentos (áreas em verde) nos cursos d'água nos últimos 30 anos no período 1986 a 2016 (DELTARES, 2017) 41

Figura 16 - Região da desembocadura do Valo Grande e do Bairro do Icapara em Iguape-SP apresentando no detalhe processos erosivos e de alagamento (áreas em azul) e processos de depósito de sedimentos (áreas em verde) nos cursos d'água nos últimos 30 anos no período 1986 a 2016 (DELTARES, 2017) 42

- Figura 17 – Planta conhecida popularmente como pinheiro da praia *Casuarina equisetifolia*, (Família Casuarinaceae) de ocorrência generalizada na Ilha Comprida-SP 56
- Figura 18 – Três áreas a Oeste da ponte de ligação com o continente, sugeridas como prioritárias para o replantio do recorte Norte de Ilha Comprida-SP (Balneários Vila Real, Balneário Ancarpe, Balneário Atlântico). Fonte: Google 2017. 57
- Figura 19 – Três áreas a leste da ponte de ligação com o continente sugeridas como prioritárias para o replantio do recorte Norte de Ilha Comprida-SP (Balneário Maria de Lourdes, Balneário Praia do Marlyn, Vila Rica). Fonte: Google 2017. 58

## LISTA DE TABELAS E QUADROS

## PÁGINA

Tabela 1 – Estatística básica dos valores de <i>NDVI</i> para os pontos amostrados em imagens de satélite <i>Landsat-5/TM</i> para o recorte da área mais urbanizada da Ilha Comprida.	29
Tabela 2 - Estatística básica dos valores de <i>NDVI</i> para os pontos amostrados em imagens de toda a ilha através de imagens do satélite <i>Landsat-5/TM</i> .	29
Tabela 3 – Resultados de teste de <i>ANOVA</i> obtido pelo <i>software Math Lab</i> .	39
Quadro 1 – Resultados do teste t obtido pelo <i>software Math lab</i> comparando-se os valores de <i>NDVI</i> de 1993 e 2010 para o recorte urbanizado da ilha.	39
Quadro 2 – Listagem de espécies levantadas por Rollo et al. (2013) em Ilha Comprida que ocorrem na parte sul da ilha e que estão correndo risco de diminuição em suas ocorrências, caso a expansão imobiliária na ilha não seja contida ou mesmo caso o asfalto avance para as áreas do Sul da ilha assim como ocorreu na porção Central e Norte da ilha.	45
Quadro 3 – Listagem de espécies de angiospermas sugerida para futuras reposições da flora na parte norte da ilha. (vegetação de praia, dunas e escrube).	46 - 49
Quadro 4 – Listagem de espécies de angiospermas sugerida para futuras reposições da flora na parte norte da ilha. (vegetação de restinga baixa, restinga alta, caxetal e brejo de restinga).	50 - 56

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<i>NDVI</i>	–	Índice de Vegetação por Diferença Normalizada
<i>QGIS</i>	–	<i>Quantum Georeferenciated System</i>
CONAMA	–	Conselho Nacional de Meio Ambiente
SPC	–	<i>Software</i> de processamento e correção
IBGE	–	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
VANT	–	Veículo Aéreo Não Tripulado
<i>NIR</i>	–	<i>Near Infra Red</i> (Infravermelho Próximo)
<i>RB</i>	–	<i>Red Band</i> (Banda do vermelho)
CONSEMA	–	Conselho Estadual de Meio Ambiente
APA	–	Área de Preservação Ambiental
INPE	–	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
<i>LANDSAT</i>	–	<i>Land Remote Sensing Satellite</i>
<i>TM</i>	–	<i>Thematic Mapper</i>

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	15
1.1 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA DO TEMA .....	19
1.2 REFERENCIAIS TEÓRICOS SOBRE SENSORIAMENTO REMOTO ...	19
1.3 OBJETIVO GERAL .....	20
1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	21
2. BREVE HISTÓRICO DO MUNICÍPIO DE ILHA COMPRIDA .....	22
3. MATERIAIS E MÉTODOS .....	25
3.1 OBTENÇÃO DE IMAGENS .....	25
3.2 PROCESSAMENTO DA IMAGEM COM O SOFTWARE QGIS E DO PLUG-IN SCP .....	25
3.3 MENSURAÇÃO DAS ÁREAS VEGETACIONAIS ATRAVÉS DE NDVI ..	27
3.4 TRATAMENTOS ESTATÍSTICOS DAS ALTERAÇÕES TEMPORAIS OCORRIDAS NA COBERTURA VEGETAL ESTIMADAS POR NDVI ....	27
3.5 CONFIRMAÇÃO EM CAMPO DOS TIPOS DE VEGETAÇÃO DAS ÁREAS CLASSIFICADAS .....	28
4. RESULTADO E DISCUSSÃO .....	29
4.1 ALTERAÇÕES NA COBERTURA VEGETACIONAL ESTIMADA PELOS MAPAS TEMÁTICOS USANDO NDVI .....	29
4.2 RESULTADO DOS DADOS DE INTEGRIDADE DO TAMANHO DA ÁREA AVALIADA .....	40
4.3 ALTERAÇÕES QUE AMEAÇAM A FLORA LOCAL .....	43
4.4 ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA REPLANTIO DE PLANTAS DE RESTINGA .....	57
5. CONCLUSÃO .....	60
REFERÊNCIAS .....	61
APÊNDICE I.....	65
APÊNDICE II.....	68
ANEXO I .....	69

## 1. INTRODUÇÃO

A referência mais antiga do termo restinga foi encontrada em um dicionário do século XIX (*“Diccionario Geophico do Brazil”* de Pinto, 1899 *apud* SOUZA et al. 2008), onde essa feição é definida como: “baixio” de areia ou pedra que a partir da Costa, se prolonga para o mar, quer seja constantemente visível, quer só se manifeste na baixa-mar (SOUZA et al. 2008).

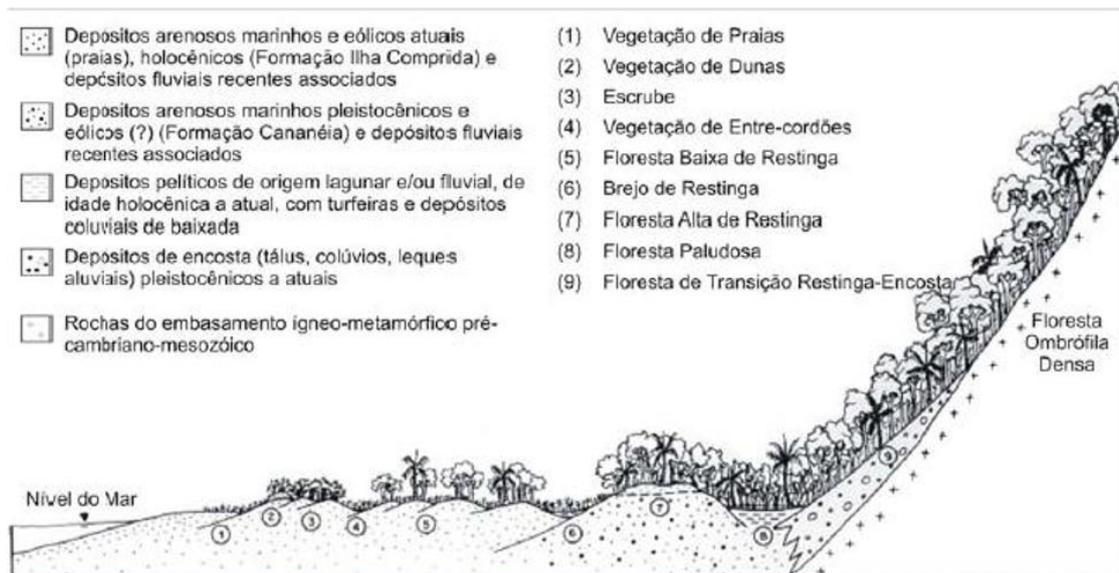
O Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA, na Portaria nº 1 no seu artigo 2º, do parágrafo VIII, define vegetação de restinga como: depósito arenoso paralelo a linha da costa, de forma geralmente alongada, produzido por processos de sedimentação, onde se encontram diferentes comunidades que recebem influência marinha, também consideradas comunidades edáficas por dependerem mais da natureza do substrato do que do clima. A cobertura vegetal nas restingas ocorrem em forma de mosaico, e encontra-se em praias, cordões arenosos, dunas e depressões, apresentando, de acordo com o estágio sucessional, extrato herbáceo, arbustivos e arbóreo, este último mais interiorizado (CONAMA, 1981). A vegetação de restinga é distribuída em forma de mosaico, ocorrendo em áreas de grande diversidade ecológica (SUGIYAMA, 1998). Esta vegetação apresenta características de Mata Atlântica (TEIXEIRA, 1986; FALKEMBERG, 1999).

Segundo Schwartz (1988), o termo Vegetação de Restinga é utilizado para definir diferentes formações vegetais que se estabelecem sobre solos arenosos na região da planície costeira, ecossistemas determinados fisicamente pelas condições edáficas (solo arenoso) e pela influência do mar que estão distribuídos ao longo do litoral, tendo por base a Resolução CONAMA nº 7 (CONAMA, 1996).

As formações geológicas de restingas começaram a surgir há milhares de anos, com o recuo do mar, e ainda hoje estão sob um dinâmico processo de deposição e erosão. O solo da restinga é arenoso e apresenta restrições na disponibilidade hídrica nas suas camadas superficiais (HENRIQUES et al. 1986 *apud* ROSADO e de MATTOS, 2007). Segundo SOUZA et al. (2008), os conceitos e empregos do termo no Brasil e implicações na legislação ambiental de 2008, passou a usar o termo restinga genericamente para designar um conjunto de dunas e areais costeiros, revestidos de vegetação baixa.

Do ponto de vista ecológico as restingas são biomas costeiros, fisicamente determinados por solo arenoso e pela influência do mar, possuindo origem sedimentar recente, sendo que as espécies que ali vivem possuem mecanismos para suportar os fatores físicos dominantes como: a salinidade, extremos de temperatura, forte presença de ventos, escassez de água, solo instável, insolação forte e direta (SANTOS, 2004).

A vegetação das restingas é influenciada em particular pela topografia do terreno, que pode apresentar faixas de elevações (cordões arenosos) e faixas de depressões (entre cordões) dependendo dos processos de deposição e remoção de materiais nessas regiões; a influência marinha, que diminui à medida que se avança para o interior e o solo, um importante condicionador e fator limitante da distribuição de formações florísticas determinando as diferentes fisionomias vegetais da restinga (SUGIYAMA, 1998).



**Figura 1 – Apresentação das fisionomias de restinga, conforme apresentado por Souza et al. (2008) apresentando as diferentes fisionomias de vegetação conforme a cota de altitude e proximidade do mar.**

Alguns trechos preservados de florestas de restinga são encontrados dentro de unidades de conservação e a proteção destas áreas é de grande importância, não só para a manutenção da biodiversidade, como também por ser uma fonte de espécies para recuperação de áreas de planícies arenosas costeiras, e também de áreas de Mata Atlântica, já que 50% das espécies desta flora ocorrem também nesta formação vizinha (SUGIYAMA, 1998).

Esse bioma encontra-se em Área de Preservação Permanente - APP desde o

Código Florestal, Lei Federal nº 4771/1965 (BRASIL, 1965), a vegetação de restinga vem sofrendo forte pressão causada pela ação antrópica, e a atual LEI Nº 12.651, DE 25 DE MAIO DE 2012, dispõe sobre a proteção da vegetação nativa (BRASIL, 2012)

Ecologia da paisagem é a ciência que estuda e procura melhorar o relacionamento entre os processos ecológicos no ambiente e ecossistemas particulares. Isto é feito dentro de uma variedade de escalas de paisagens, desenvolvimento de padrões espaciais e níveis organizacionais de pesquisas e políticas (PIVELLO, 2007).

Segundo (FREITAS, 2014), o histórico da ocupação do litoral Paulista acontece paralelamente a história do próprio Brasil, e é marcado por mudanças e transformações da paisagem por ação antrópica, onde as mais significativas aconteceram a partir do período colonial. Desde as primeiras civilizações, a proximidade com os mares atraiu as populações devido à disponibilidade dos recursos continentais e marinhos, além de proporcionar trocas comerciais com outros povos através de seus portos. Desta forma, essas áreas sempre foram transformadas pelo homem, apresentando diversos problemas em seu uso e ocupação (DIAS, 2012).

As mudanças de cobertura do solo em território brasileiro tiveram início em 1532, com a colonização da costa sudeste do Brasil, determinada pelo rei de Portugal, onde atualmente se localiza o estado de São Paulo (FREITAS, 2014).

Segundo Silva et al. (2016), as mudanças no uso e ocupação do solo, devido as ações antrópicas, têm provocado grandes alterações nas paisagens. Esses impactos podem ser estudados pelo monitoramento eco ambiental, utilizando-se informações espaço-temporais das modificações ocorridas na paisagem.

Dentro do contexto e análise das citações acima pretendemos com este trabalho responder as seguintes perguntas:

- Como foi ao longo do tempo, a ocupação da ilha pelas ações antrópicas com relação ao crescimento urbano ocorrido durante os últimos anos desde o ano de 1993 a 2010, num período em que houve a construção da ponte que liga o continente à ilha?
- Do ponto de vista qualitativo, quais diferentes fisionomias da vegetação de restinga da ilha sofreram impactos?
- Em que extensão (avaliada em quantidade de clorofila perdida da cobertura

vegetal através de análise de imagens de satélite tratados por Índice de Vegetação por Diferença Normalizada - *NDVI*)?

- Quais das áreas naturais ocupadas, mapeadas pelo trabalho devem ser priorizadas para se buscar uma recomposição no futuro plano de manejo da ilha?

Como descreve Ponzoni et al. (2013), em seu livro, “Sensoriamento Remoto da Vegetação no Brasil”, a aplicação das técnicas de sensoriamento remoto no estudo da vegetação no Brasil teve início com os principais mapeamentos temáticos, realizados na década de 1940, feitos a partir de fotografias aéreas. Segundo Toebe (2009), o uso de imagens de satélites em estudos ambientais é uma alternativa viável e que abrange extensas áreas da superfície terrestre, fornecendo dados dos objetos de interesse, na qual são extraídos por meio de técnicas de análise visual e processamento digital das imagens. O uso de imagens para detectar alterações da cobertura vegetal, procurou através do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (*NDVI*), explicitar diferentes graus de espessura na cobertura vegetal, para as diferentes classificações da cobertura da biomassa vegetal que é característica de cada uma das fisionomias da vegetação de restinga desde a vegetação de dunas e praias até a restinga alta.

Segundo Melos et al. (2015), o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (*NDVI*) é uma aplicação dos processos de realce por operações matemáticas entre bandas de sensores dos satélites. Para Borges (2010), o *NDVI* é muito utilizado na estimativa de biomassa, na estimativa de cobertura vegetal e na detecção de mudanças de padrão de uso e cobertura da terra.

O uso do *NDVI* serve para avaliar o estado geral de degradação ambiental por meio da análise dos índices de cobertura vegetal que classificam diretamente os níveis de proteção do solo através da densidade da vegetação, (MELO et al. 2011). Com a crescente disponibilização de imagens orbitais de média e alta resolução espacial oriundas de sensores remotos, estudos que se utilizam desses produtos são cada vez mais comuns para estudar problemas ambientais em diversas escalas, (SILVA et al. 2016).

## **1.1 Justificativa e Relevância do Tema**

Ambientes de restinga são áreas vegetacionais que sofrem forte pressão antrópica em várias regiões do mundo, pois são áreas litorâneas cobiçadas pelas atividades turísticas e portuárias. Estudos que utilizam técnicas de sensoriamento remoto e classificam a cobertura vegetal ao longo de uma série temporal podem dar uma dimensão exata da ocupação do solo e a perda de vegetação protetiva do mesmo num ambiente em que o crescimento urbano assume um ritmo exponencial a partir da chegada das facilidades de circulação de veículos pela ilha. Com a crescente disponibilização de imagens orbitais de média e alta resolução espacial oriundas de sensores remotos. Resultados científicos com mapas temáticos em séries temporais auxiliam no diagnóstico e minimização dos impactos a esta vegetação.

Small (2001), deixa bastante evidente o uso das modernas tecnologias que se valem de técnicas de sensoriamento remoto desempenhando papel importante nos estudos das mudanças de cobertura do solo. Podemos também analisar a questão do custo benefício com a utilização em relação às tecnologias pois, por se tratar de produtos de baixo custo, as imagens de satélites vêm sendo aplicadas com diversas finalidades, dentre elas, mapeamento da evolução do uso e ocupação do solo (LEITE et al. 2012).

## **1.2 Referenciais teóricos sobre sensoriamento remoto**

Para Silva (2013), as aplicações ambientais com o auxílio de geoprocessamento e sensoriamento remoto, com a coleta de informações espaço-temporal dos recursos naturais é de suma importância em diversas atividades de sociedades organizadas. Até recentemente, essas informações eram feitas apenas em documentos e mapas em papel, dificultando portanto, uma análise que combinasse mapas e dados. Com o desenvolvimento da tecnologia e da informática após a 2ª Guerra Mundial, tornou-se possível o armazenamento e representação dessas informações em ambiente computacional, ensejando o aparecimento do Geoprocessamento.

Segundo Liu (2015), o Sensoriamento Remoto (SR), é definido como uma técnica de aquisição e aplicação das informações sobre um objeto sem nenhum

contato físico com ele. Os sensores de satélites captam as energias eletromagnéticas da superfície do planeta sem contato com ela e a informação é adquirida pela detecção e medição das mudanças que o objeto impõe ao campo da sua redondeza, e é através dessas ações que o sinal captado pode incluir um campo eletromagnético imitado e/ou potencial magnético com a presença desse mesmo objeto. Com base nos estudos realizado pelo autor, geralmente a aquisição dessas informações são baseadas na captação dos sinais eletromagnéticos, que cobrem o espectro inteiro das referidas ondas eletromagnéticas desde a Onda Longa de rádio, passando pelas Micro-ondas, Infravermelho, Infravermelho Próximo, Visível, Ultravioleta, Raio X, até os Raios Gama (LIU, 2015).

### **1.3 Objetivo geral**

Classificar e mensurar as áreas de vegetação de restinga, vegetação de praia, dunas e manguezal que recobrem o território Norte da Ilha Comprida e mapear os consequentes impactos ambientais e a degradação dessas áreas após a construção da ponte entre os anos de 1993 a 2010. Fazer a análise das mudanças ocorridas no uso e ocupação do solo e sua consequente degradação ambiental na parte norte da ilha, onde se detectou a maior ocupação humana, provenientes do aumento da urbanização entre os anos de 1993 a 2010 e, mapear esse tipo de vegetação observando as consequências da ação antrópica neste período. Este referido trabalho tem como objetivo, analisar as áreas de vegetação de restinga com o auxílio do *NDVI* (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) nas áreas ocupadas no município de Ilha Comprida, baseando-se na preservação ambiental para entender a dinâmica de alteração da cobertura da vegetação de praia dentro das áreas antropizadas, para acompanhar a dinâmica desse ambiente no espaço de tempo de 17 anos em uma janela temporal dos anos 1993 a 2010 (incluindo neste período o ano da inauguração da ponte que liga a ilha ao continente, que se deu em 2000) e mapear os impactos ambientais e a degradação dessas áreas pela ação humana ao longo dos 17 anos, para propor o correto manejo e recuperação de áreas degradadas com vistas à manutenção desta vegetação.

### 1.4 Objetivos específicos

Assim surgiu a ideia de se confeccionar mapas temáticos obtidos a partir dos registos de imagens de satélite em quatro datas distribuídas ao longo do período compreendido entre 1993 e 2010 para apresentar soluções do impacto ao ambiente costeiro de restinga que ocorreu no município de Ilha Comprida, sobretudo após a instalação da ponte e com isso podermos definir áreas prioritárias para programas de recuperação das áreas degradadas de restinga pela ação antrópica. Como objetivos específicos pretendemos:

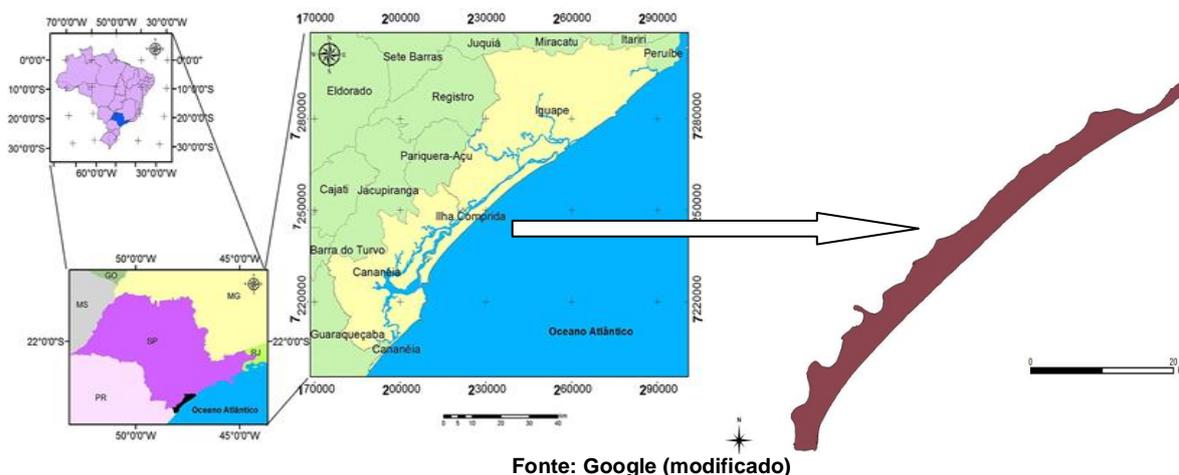
- Confeccionar 4 mapas temáticos distribuídos entre os anos de 1993 e 2010, aproximadamente em períodos espaçados regularmente.
- Avaliar quantitativamente por *NDVI* o recobrimento do solo da ilha desde as porções expostas sem vegetação até aquelas que mantiveram as áreas vegetadas em dois conjuntos de mapas comparativos: um conjunto com toda a ilha e outro num recorte específico contendo a área mais urbanizada, definida pela malha viária estabelecida na ilha.
- Propor soluções ao impacto do ambiente costeiro de restinga do município de Ilha Comprida após a instalação da ponte e conseqüente aumento populacional da ilha.
- Definir áreas prioritárias que possam servir para os programas de recuperação das áreas de vegetação de restinga que foram detectadas como degradadas pela ação antrópica no período estudado.

## 2. BREVE HISTÓRICO DO MUNICÍPIO DE ILHA COMPRIDA

Antes de se tornar município em 1992, o território da Ilha Comprida era dividido entre Iguape e Cananéia, ficando cada município com 70% e 30% do território, respectivamente. Em 1987, Ilha Comprida foi declarada Área de Proteção Ambiental (APA) e depois disso iniciou-se o movimento pela emancipação política da ilha. Com o plebiscito realizado em outubro de 1991, a população decidiu pela criação do novo município que teve a sua emancipação político-administrativa a partir do ano seguinte e foi elevada a condição de Estância Balneária (CÂMARA MUNICIPAL DE ILHA COMPRIDA, 2013).

Segundo Modesto e Do Carmo (2014), de acordo com os dados do Censo Demográfico 2010, dentre os municípios que compõe o Litoral Sul de São Paulo, o município de Ilha Comprida foi o que mais cresceu, com uma taxa de crescimento de 3,02% ao ano no decênio 2000-2010, enquanto o Estado de São Paulo cresceu a 1,08% a.a. Essa taxa de crescimento é significativa comparada a certa estagnação do crescimento dos outros dois municípios Cananéia e Iguape, que registraram crescimento de -0,06% a.a. e 0,51% a.a., respectivamente, nas últimas duas décadas.

A cidade de Ilha Comprida é construída sobre uma ilha arenosa de restinga no litoral Sul do Estado de São Paulo, entre as cidades de Iguape ao Norte e Cananéia ao Sul, especificamente entre as coordenadas 23°44'28" N e 24°32'24" S (Figura 2). Esta área sofre uma degradação crônica desde a construção da ponte de ligação com o continente no ano de 2000, quando se deu uma forte ampliação no processo de urbanização, conforme cita o documento Coletivo de Entidades Ambientais do Conselho Estadual de Meio Ambiente-CONSEMA (IBGE, 2010).



**Figura 2 – Mapa de Ilha Comprida-SP (em destaque a direita) e sua posição relativa no Litoral Sul do Estado de São Paulo e no Brasil.**

Segundo Becegato (2007) o Município de Ilha Comprida está plenamente de acordo com o “nome” que lhe foi atribuído, pois, estende-se por cerca de 70 Km, ao norte, apresenta uma largura média de 3 km. A ilha é delimitada a oeste pelo canal estuarino-lagunar, que é conhecido ao norte de "Mar Pequeno" e ao sul de "Mar de Cananéia". A Leste é delimitada pelo Oceano Atlântico. A maior parte da ilha exhibe cotas entre 3m a 5m, excetuando-se a localidade de Morrete que possui elevações com aproximadamente 40m de altura e situa-se na extremidade sul da ilha. Seu território comprido e estreito possui uma área de 192,09 km<sup>2</sup>.

O turismo, comércio e serviços foram alternativas econômicas para o município, e até hoje são as principais formas de rendimento na ilha juntamente com o serviço público. Embora o turismo tenha favorecido os empregos temporários para a população fixa, proporcionou também a especulação imobiliária, com ausência de planejamento urbano e introduziu novos hábitos e costumes, descolados daqueles dos nativos, (Queiroz e Pontes 1999). Mais da metade dos domicílios da Ilha Comprida em 2010, (62,17%), foram registrados como particulares, não ocupados de uso ocasional, de acordo com o Censo Demográfico 2010, ou seja, são domicílios de segunda residência ou veraneio. E ainda, segundo os dados do Censo 2010, houve um crescimento de aproximadamente 4.909 domicílios particulares, aumento de 80% em relação aos registrados pelo Censo em 2000, o que vai ao encontro do crescimento populacional da ilha nesse período. Interessante notar nesses dados dos Censos Demográficos é que a quantidade de

domicílios particulares permanentes em 2010 (10.993) é maior do que a quantidade de habitantes da Ilha Comprida em 2010 (9.025). O que faz pensar sobre a importância das segundas residências, e da necessidade de uma abordagem específica com este grupo populacional, (MODESTO E DO CARMO, 2014).

Sua população aferida numa série histórica recente mostra o grande crescimento populacional. Segundo dados do IBGE em 2000 a população total de Ilha Comprida referente a essa data era de 6.704 habitantes na área urbana e nenhum habitante na área rural (IBGE, 2000). Houve um crescente aumento na referida população a partir de 2000 pois, o acesso à Ilha Comprida foi melhorado com a inauguração da Ponte Prefeito Laércio Ribeiro, que faz a ligação com o município de Iguape e a ilha. No decorrer da última década, a cidade assistiu a um crescente aumento no número de turistas, ao mesmo tempo em que buscava promover o desenvolvimento econômico através da conservação do seu patrimônio ambiental e cultural. Podemos confirmar esse crescimento com base no censo do IBGE de 2010 ou seja (uma década depois da construção da ponte), passou para 9.025 habitantes em 2010, resultando em uma densidade demográfica de 47 hab./km<sup>2</sup>. Já em 2014 na avaliação populacional intermediária entre censos, que ocorrem oficialmente a cada década, o IBGE em 1º de julho de 2014 estimou a população da ilha em 10.102 habitantes, resultando em uma densidade demográfica estimada de 52,59 hab./km<sup>2</sup> (IBGE, 2010).

O município de Ilha Comprida não possui Plano Diretor e o zoneamento ambiental existente está passando por readequação, uma vez que o município está na sua totalidade em uma Área de Proteção Ambiental – APA, o que potencializa os conflitos entre gestão ambiental/urbana e desenvolvimento econômico. A prefeitura municipal apresentou em 2002, uma proposta de readequação da APA de Ilha Comprida ao Governo do Estado, propondo novos parâmetros de uso e ocupação do solo onde 30% de seu território passaria a ser definido no Plano Diretor (a ser elaborado), como área própria à urbanização (ARARIPE et al. 2008).

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 Obtenção das imagens

As imagens foram obtidas a partir da consulta ao site do INPE (INPE, 2017). Foi feita a opção pelos mapas que apresentavam um grau de cobertura por nuvens sempre menor que 10%. Assim, num total de mais de uma centena de possibilidades apenas 4 datas foram escolhidas (1993 dia 22/06; 1999 dia 16/12; 2006 dia 23/04; 2010 dia 20/07). As seleções das imagens foram feitas após o pré-tratamento de melhoria de imagens antigas realizado pelo próprio INPE onde as imagens foram corrigidas e tratadas com filtros de correção atmosférica servindo assim, para uma avaliação das transformações ocorridas nas coberturas e na ocupação humana entre os períodos estudados nos respectivos anos com a qualidade melhor possível. Foram utilizadas imagens do Satélite *Landsat-5/TM* dos 4 períodos pois este satélite é o que possui a série mais longa de imagens dentre os 8 conjuntos de imagens *LandSat-5/TM* disponíveis. Posteriormente as imagens selecionadas foram processadas e tratadas em microcomputador pessoal para a obtenção de *NDVI* pelo software *QGIS*.

#### 3.2 Processamento da imagem com o software *QGIS* e do plug-in *SCP*

As imagens foram obtidas pelo satélite *Landsat-5/TM* no site do INPE numa série histórica que vai desde o ano de 1993 até o ano de 2012. No entanto, as imagens dos últimos dois anos (2011 e 2012) passaram a apresentar imprecisões exatamente no trecho que envolve a ilha e que comprometiam a utilização de toda a série temporal se incluíssemos estes dois anos. Portanto em 2016 estas imagens foram refinadas através de um pré-tratamento automático aplicado pelo próprio INPE órgão que detém as mesmas em seus arquivos. Assim, este trabalho dentro dos anos estudados pode contar com imagens surpreendentemente refinadas para um período em que as tecnologias eram habitualmente pouco nítidas.

Secundariamente as imagens obtidas do site do INPE ficaram ainda mais nítidas graças a correção atmosférica proveniente de um tratamento especial através do plug-in *SCP* que melhorou a execução do referido trabalho.

Por fim, passou-se a obtenção da imagem por bandas, tendo como parâmetro

o uso de bandas compostas onde pode-se aplicar o cálculo do Índice *NDVI* (*Índice de Vegetação por Diferença Normalizada*) em Calculadora Raster, ( que permite realizar cálculos com base em valores de pixel raster, existentes através do uso de 2 dos filtros multiespectrais para precisão dos cálculos do índice de vegetação por diferença normalizada ), em 2 bandas estudadas: a de reflectância do comprimento de onda visível vermelho (Banda 3 = RED) e a reflectância do infravermelho próximo (Banda 4 = NIR), obtido pela fórmula [1].

Segundo Melo, (2011) a partir do *NDVI* é possível determinar a densidade de fitomassa foliar fotossinteticamente ativa por unidade de área (quanto maior este índice de vegetação, mais densa é a fitomassa verde). De acordo com Novo (1989), à medida que aumenta a quantidade de vegetação verde, aumenta a reflexão na banda do infravermelho próximo e diminui a reflexão na banda do vermelho fazendo com que o aumento da razão seja potencializado, realçando assim a vegetação. Dessa forma, Jensen (1996) descreve para o cálculo do *NDVI* a seguinte equação [1]:

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED) \quad [1]$$

Onde:

*NDVI* é o índice de Vegetação por Diferença Normalizada;

NIR é a refletância no comprimento de onda correspondente ao Infravermelho Próximo (0,76 a 0,90  $\mu\text{m}$ );

RED é a refletância no comprimento de onda correspondente ao Vermelho (0,63 a 0,69  $\mu\text{m}$ ).

A vegetação é caracterizada, assim, por uma intensa absorção devido à clorofila na região do vermelho (0,63 – 0,69  $\mu\text{m}$ ) e por uma intensa energia refletida na região do infravermelho próximo (0,76 – 0,90  $\mu\text{m}$ ) causada pela estrutura celular das folhas (JENSEN, 1996).

Assim por exemplo, o objetivo central foi gerar o *NDVI* da imagem selecionada no satélite *Landsat-5/TM* que utilizava as bandas 3 e 4 da imagem, as quais atuam no comprimento de onda que correspondem a região do visível vermelho e ao infravermelho próximo.

Após a composição da imagem ser realizada na calculadora Raster, do programa *QGIS 2.18*, *pixel a pixel* para os 218.444 pontos varridos pelo satélite em cada passagem sobre a ilha, foi aplicada uma escala manual de 5 intervalos de falsa cor utilizando-se a paleta *RDYGN* (*Red e Green*), ou seja deixando os menores

valores de *NDVI* (solo mais exposto) na coloração vermelha (sendo que quando o valor foi abaixo de 0 representando a ausência total de vegetação) e os maiores valores de *NDVI* (solo com maior cobertura vegetal) na coloração verde.

Outra forma de tratamento foi também realizada em particular para o recorte da área essencialmente urbanizada do município e classificada em intervalos de 5 categorias de modo puro na paleta *RDYGN*, entre o vermelho e o verde, para ressaltar-se visualmente a diminuição da vegetação entre os pontos extremos do período analisado. O recorte urbano foi então delimitado ao norte pelo final do sistema de arruamentos e ao sul pelo fim do asfaltamento das vias no limite do início da faixa rural do município.

Paralelamente foram utilizadas também outras imagens não processadas de satélite (*Google Earth*) e de levantamentos aerofotogramétrico do município de Ilha Comprida com o uso de um Drone modelo profissional Phantom 3, ( com capacidade de filmagem de 2.7K e 12 megapixel nas imagens de fotos aéreas, com sistema de voo automático ) bem como mapas temáticos pré-existentes, para auxiliar na interpretação e correção das informações apresentadas até então, sobre o recobrimento aparente do solo da ilha. Neste caso foram elencados pontos georeferenciados das fotos aéreas e dos mapas e confrontados com os valores obtidos após o cálculo do *NDVI* para serem validados os valores calculados.

### **3.3 Mensuração das áreas vegetacionais através de *NDVI***

A planilha de latitude e longitude da área total da ilha definiu um total de 218.444 pixels e seus respectivos *NDVI*'s contínuos associados que posteriormente serviram para os cálculos comparativos de cada um dos períodos e também para o recorte específico da parte urbanizada da ilha, definida pela sua malha viária sobretudo “até onde o asfalto alcança”. Como critério, foi atribuído para este trabalho em particular para o recorte, uma vez que se notou pelos próprios mapas que a ilha é sempre mais urbanizada próximo as vias de acesso.

### **3.4 Tratamentos estatísticos das alterações temporais ocorridas na cobertura vegetal estimadas por *NDVI***

A estatística básica dos pontos de *NDVI* amostrados foram tabulados para os

4 anos tanto para o polígono da ilha inteira como para o recorte com a parte mais urbanizada da ilha. Esta estatística realizada sobre um conjunto de 218.444 valores, estabeleceu a média, mediana, e os respectivos valores de máximo e mínimo.

Um gráfico do tipo *Box-plot* para cada um dos polígonos (ilha total e recorte da ilha) também foi feito com os dados dos 4 anos avaliados para a melhor comparação visual das medianas e dos lotes de dados agrupados entre os quartis de 25% e 75%, incluindo-se nas extremidades as barras de máximos e mínimos e excluindo-se por critério automático do *software Math lab* os valores de *outliers*.

Dois gráficos de frequência obtido por classes de *NDVI* (a cada 0,2) foram também construídos diretamente do *QGIS* para os períodos extremos da série temporal (1993 e 2010).

Posteriormente os períodos foram comparados estatisticamente para a detecção de diferença significativa entre meios pelo teste t, para nível de significância de 5%.

As mudanças de recobrimento do *NDVI* foram também analisadas estatisticamente através do uso de *ANOVA* de um fator processado no *software Math Lab*.

### **3.5 Confirmação em campo dos tipos de vegetação das áreas classificadas**

Foram feitas também, visitas ao campo de estudo em 23/08/16 e 05/08/2017 para se observar “in loco” os locais em que a degradação da vegetação de restinga foi detectada pelas imagens de satélite. Para uma documentação complementar por imagens locais usou-se um equipamento VANT (Drone *Phanton 3*), com capacidade de obtenção de imagens digitais de alta resolução para ajudar nas pesquisas de campo, sempre que a resolução do satélite não permitisse. O Anexo 2 apresenta 20 pontos aleatórios que posteriormente foram comparados com os valores de *NDVI* e com fotos aéreas para confirmação da calibração do cálculo em relação a efetiva cobertura do solo

Resultados complementares de processos erosivos e de depósito nas bordas da Ilha Comprida foram obtidos pela análise de imagens processadas numa série temporal de 30 anos (1986-2016) através do projeto DELTARES / *Google Earth* (DELTARES, 2017).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Alterações na cobertura vegetal estimada pelos mapas temáticos usando *NDVI*

A tabela 1, apresenta a estatística básica dos valores de média, mediana, máximos e mínimos e os respectivos quartis de 25% e 75% do conjunto de 218.444 pontos e seus respectivos *NDVI*'s avaliados da ilha, pelo satélite *Landsat-5/TM* nos anos selecionados de 1993, 1999, 2006, 2010 para o recorte mais urbanizado da Ilha Comprida. Nessa tabela podemos notar que os valores de média e mediana entre os anos de 1993 até 2010 seguem uma tendência de diminuição sobretudo com queda mais acentuada antes do ano 2000. O mesmo ocorre na tabela 2 que apresenta os dados de estatística básica de *NDVI*'s para todo o território da Ilha Comprida.

**Tabela 1 – Estatística básica dos valores de *NDVI* para os pontos amostrados em imagens de satélite *Landsat-5/TM* para o recorte da área mais urbanizada da Ilha Comprida.**

	1993	1999	2006	2010
<b>Média</b>	0,594061	0,555411	0,539231	0,53045
<b>Mediana</b>	0,641	0,598	0,586	0,574
<b>Q25</b>	0,539	0,482	0,479	0,472
<b>Q75</b>	0,718	0,715	0,668	0,651
<b>Máximo</b>	0,845	0,842	0,767	0,768
<b>Mínimo</b>	-0,36	-0,524	-0,598	-0,54

**Tabela 2 - Estatística básica dos valores de *NDVI* para os pontos amostrados em imagens de toda a ilha através de imagens do satélite *Landsat-5/TM*.**

	1993	1999	2006	2010
<b>Média</b>	0,626628	0,597395	0,574815	0,559089
<b>Mediana</b>	0,699	0,681	0,648	0,627
<b>Q25</b>	0,59	0,542	0,541	0,53
<b>Q75</b>	0,737	0,743	0,689	0,669
<b>Máximo</b>	0,857	0,857	0,873	0,775
<b>Mínimo</b>	-0,448	-0,685	-0,598	-0,54

A figura 3 (a) apresenta o gráfico tipo *Box Plot* com os valores comparativos de mediana e seus respectivos Quartis para toda extensão territorial da Ilha Comprida enquanto que, a figura 2 (b) apresenta os valores para o recorte urbanizado da ilha que foi selecionado para este estudo. Em ambas figuras os pontos em vermelho foram considerados *outliers* e não incluídos nos cálculos da estatística descritiva.

A figura 4 (a) apresenta os valores médios para toda a extensão territorial da Ilha Comprida enquanto que, a figura 4 (b) apresenta os valores para o recorte urbanizado da ilha que foi selecionado para este estudo.

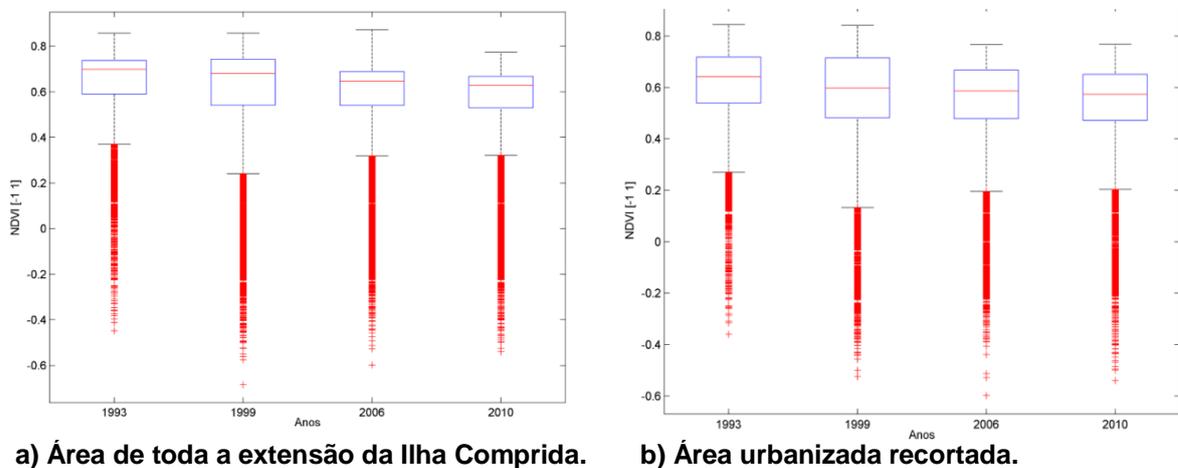


Figura 3 – Dados gráficos de mediana e quartis de 25 % e 75% com valores máximos e mínimos para a série de *NDVI's* obtidos entre os anos de 1993 e 2010 para a Ilha Comprida em toda a sua extensão (a) e para o recorte mais urbanizado selecionado (b). Os pontos em vermelho são *outliers* removidos automaticamente da série pelo algoritmo do programa *Math lab*.

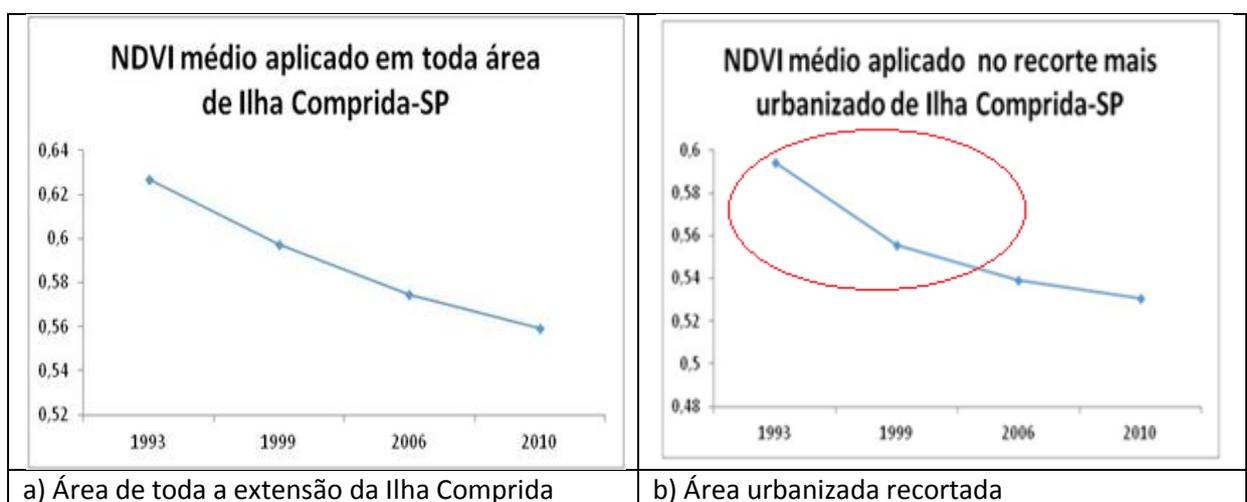


Figura 4 – Dados *NDVI* médio obtidos entre os anos de 1993 e 2010 para a Ilha Comprida em toda a sua extensão (a) e para o recorte mais urbanizado selecionado (b) onde destaca-se em vermelho a maior queda do valor de *NDVI* médio ocorrida no período anterior ao ano 2000.

Ao longo dos 17 anos decorridos de 1993 a 2010, a supressão de áreas verdes no município de Ilha Comprida nas áreas estudadas, sofreu representativa substituição por estruturas urbanas como asfalto, concreto, pousadas, hotéis e residências onde esses impactos ambientais resultaram na maior degradação ambiental, em prol do crescimento urbano gerando assim impactos sérios das classes da vegetação arbustiva/arbórea, assim como solo exposto e na diminuição das classes de vegetações rasteiras/arbustivas na vegetação de restinga.

As figuras 4, 5, 6 e 7 apresentam as imagens de *NDVI* classificadas na escala de falsa cor para toda a extensão da ilha para os 4 anos analisados.

As figuras 8, 9, 10 e 11 apresentam as imagens de *NDVI* classificadas na escala de falsa cor e para o recorte urbanizado selecionado da ilha para os 4 anos analisados.

Em cada uma das figuras está colocado também a legenda de classificação do *NDVI* em 5 categorias às quais foi atribuída a técnica de falsa cor sendo os valores próximos a zero em cor vermelha e os valores mais próximos a unidade em cor verde. Percebe-se mesmo que visualmente pela escala de falsa cor, um aumento de fragmentos vermelhos e uma diminuição de verde nos mapas na escala cronológica desde 1993 (mapa mais verde) até 2010 (mapa menos verde).

Nas imagens do recorte urbanizado da ilha está também acoplado em destaque um histograma com a frequência dos valores de *NDVI* para os 4 anos analisados onde também pode se constatar um deslocamento das barras do histograma da direita para a esquerda (isto é, desde os valores mais altos de *NDVI* para os valores mais baixos de *NDVI*) ao longo do tempo. Em 1993 as barras do histograma estão mais à direita com valores de *NDVI* dos pixels mais altos pois, a parte norte da ilha estava mais vegetada e em 2010 estão um pouco mais ao centro, uma vez que em 17 anos a ilha perdeu áreas com vegetação de restinga e a frequência do valor de *NDVI* de pixels diminuiu.



Figura 5 – Imagens de satélite Ilha Comprida-SP tratadas com o índice NDVI a partir das bandas 3 e 4 do Satélite *Landsat-5/TM*, para o dia 22 de junho do ano de 1993 (utilizando-se uma escala de 5 categorias vegetacionais, desde o solo mais recoberto por vegetação em verde, até menos recoberto por vegetação em vermelho).

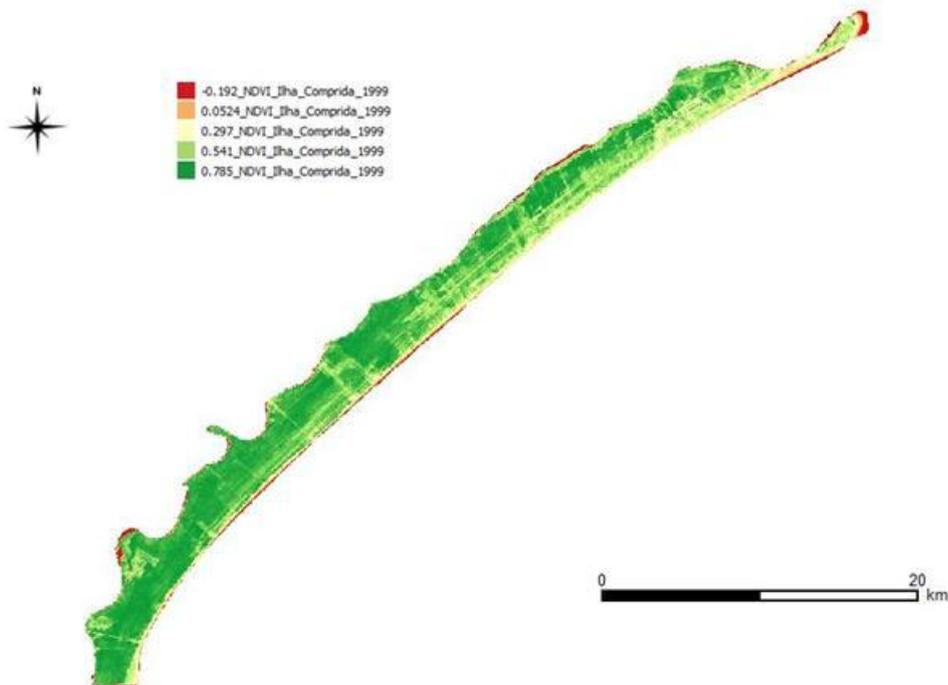


Figura 6 – Imagens de satélite Ilha Comprida-SP tratadas com o índice NDVI a partir das bandas 3 e 4 do Satélite *Landsat-5/TM*, para o dia 16 de dezembro do ano de 1999 (utilizando-se uma escala de 5 categorias vegetacionais, desde o solo mais recoberto por vegetação em verde, até menos recoberto por vegetação em vermelho).

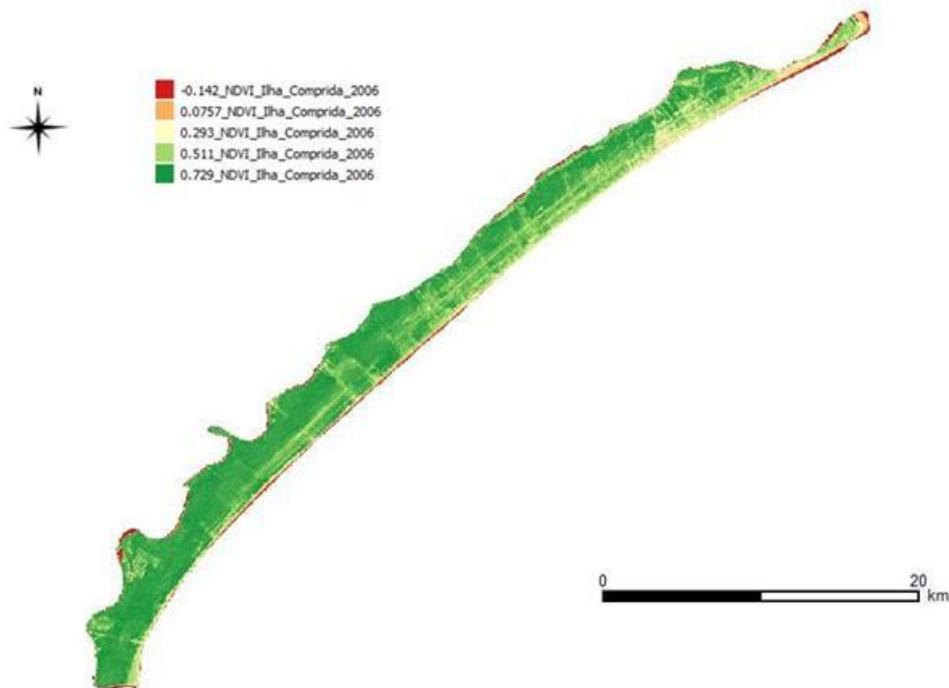


Figura 7 – Imagens de satélite Ilha Comprida-SP tratadas com o índice NDVI a partir das bandas 3 e 4 do Satélite *Landsat-5/TM*, para o dia 23 de abril do ano de 2006 (utilizando-se uma escala de 5 categorias vegetacionais, desde o solo mais recoberto por vegetação em verde, até menos recoberto por vegetação em vermelho).

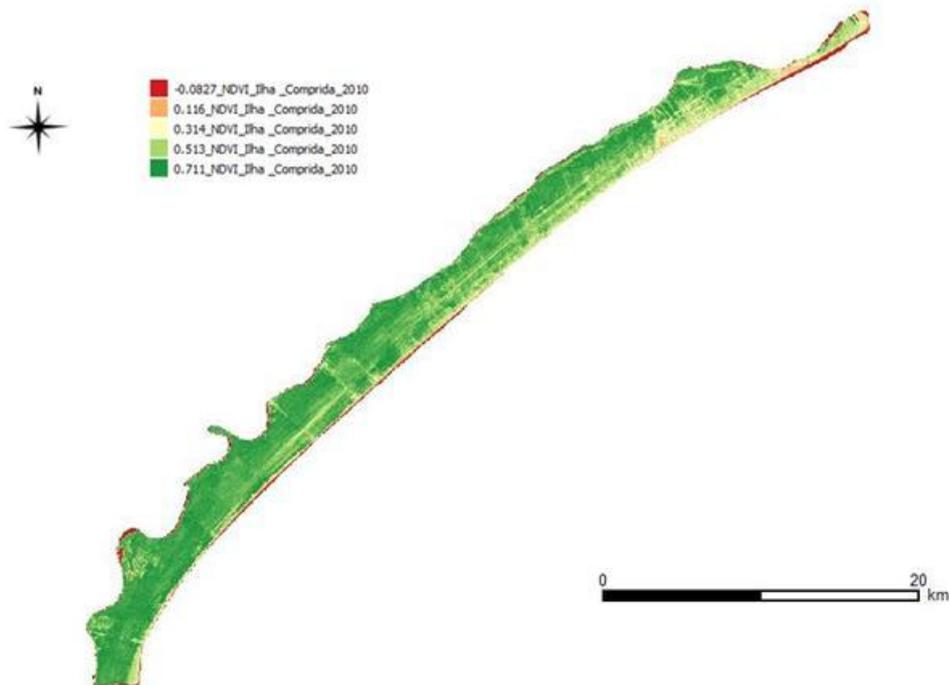


Figura 8 – Imagens de satélite Ilha Comprida-SP tratadas com o índice NDVI a partir das bandas 3 e 4 do Satélite *Landsat-5/TM*, para o dia 20 de maio do ano de 2010 (utilizando-se uma escala de 5 categorias vegetacionais, desde o solo mais recoberto por vegetação em verde, até menos recoberto por vegetação em vermelho).

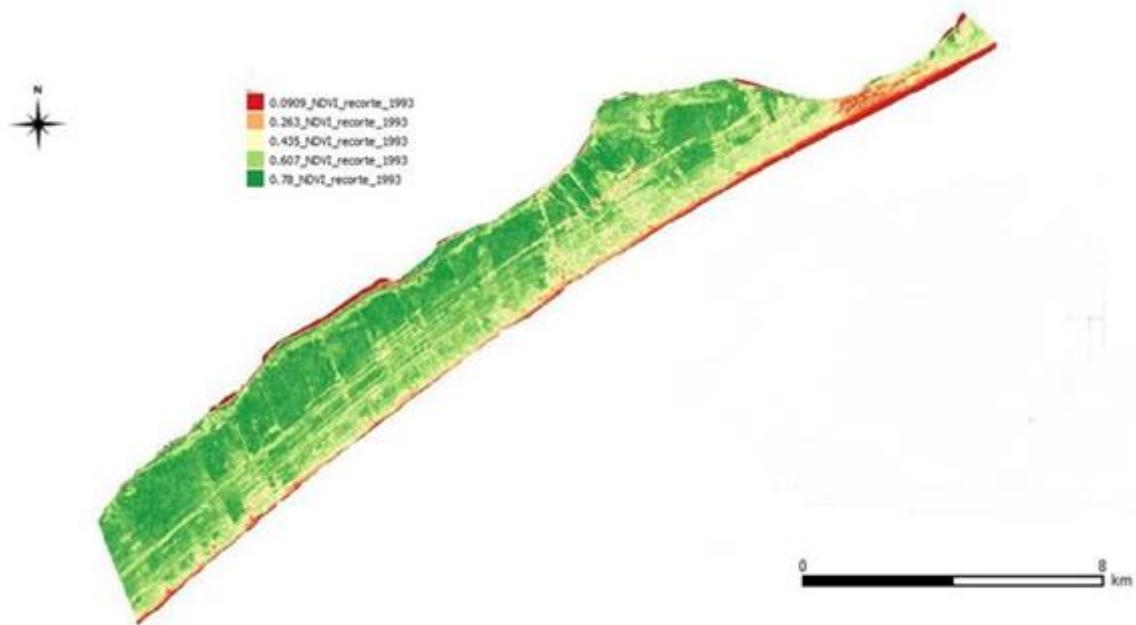


Figura 9 – Imagens de satélite do recorte mais urbanizado da Ilha Comprida-SP (recorte Norte da ilha) tratadas com o índice NDVI a partir das bandas 3 e 4 do Satélite *Landsat-5/TM*, para o dia 22 de junho do ano de 1993 (utilizando-se uma escala de 5 categorias vegetacionais, desde o solo mais recoberto por vegetação em verde, até menos recoberto por vegetação em vermelho).

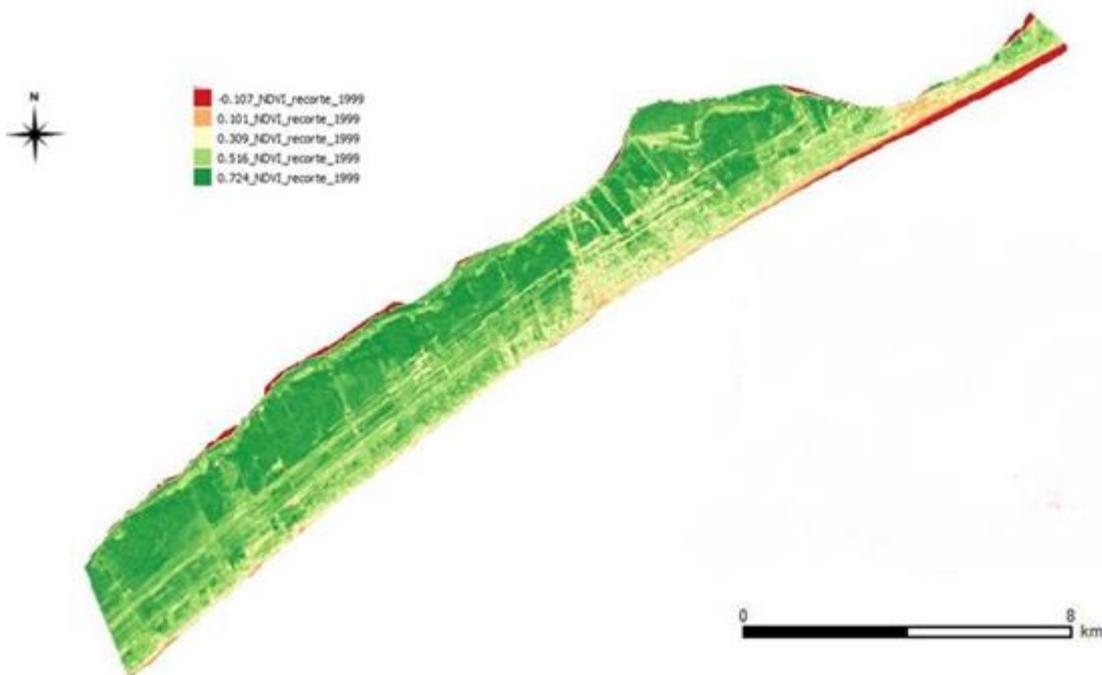


Figura 10 – Imagens de satélite do recorte mais urbanizado da Ilha Comprida-SP (recorte Norte da ilha) tratadas com o índice NDVI a partir das bandas 3 e 4 do Satélite *Landsat-5/TM*, para o dia 16 de dezembro do ano de 1999 (utilizando-se uma escala de 5 categorias vegetacionais, desde o solo mais recoberto por vegetação em verde, até menos recoberto por vegetação em vermelho).

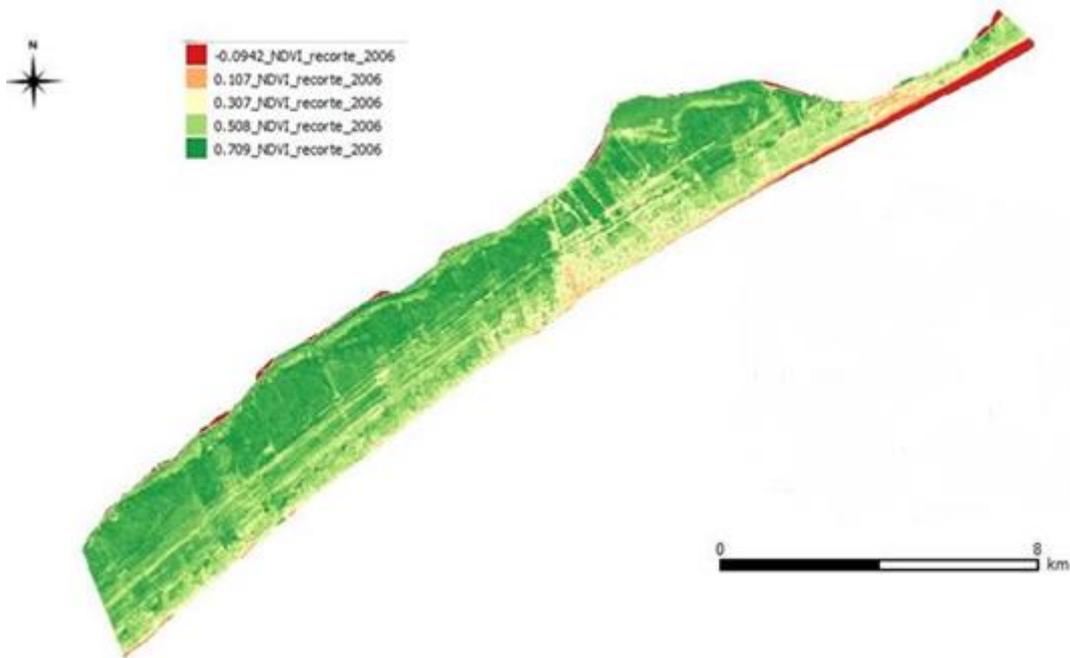


Figura 11 – Imagens de satélite do recorte mais urbanizado da Ilha Comprida-SP (recorte Norte da ilha) tratadas com o índice NDVI a partir das bandas 3 e 4 do Satélite *Landsat-5/TM*, para o dia 23 de abril do ano de 2006 (utilizando-se uma escala de 5 categorias vegetacionais, desde o solo mais recoberto por vegetação em verde, até menos recoberto por vegetação em vermelho).

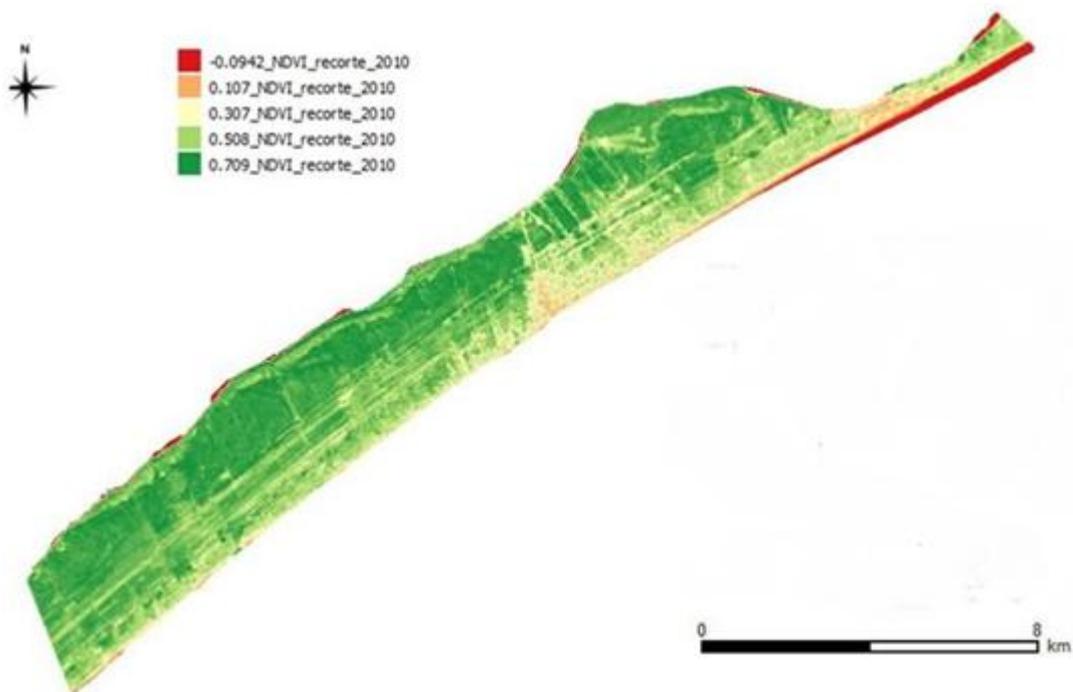
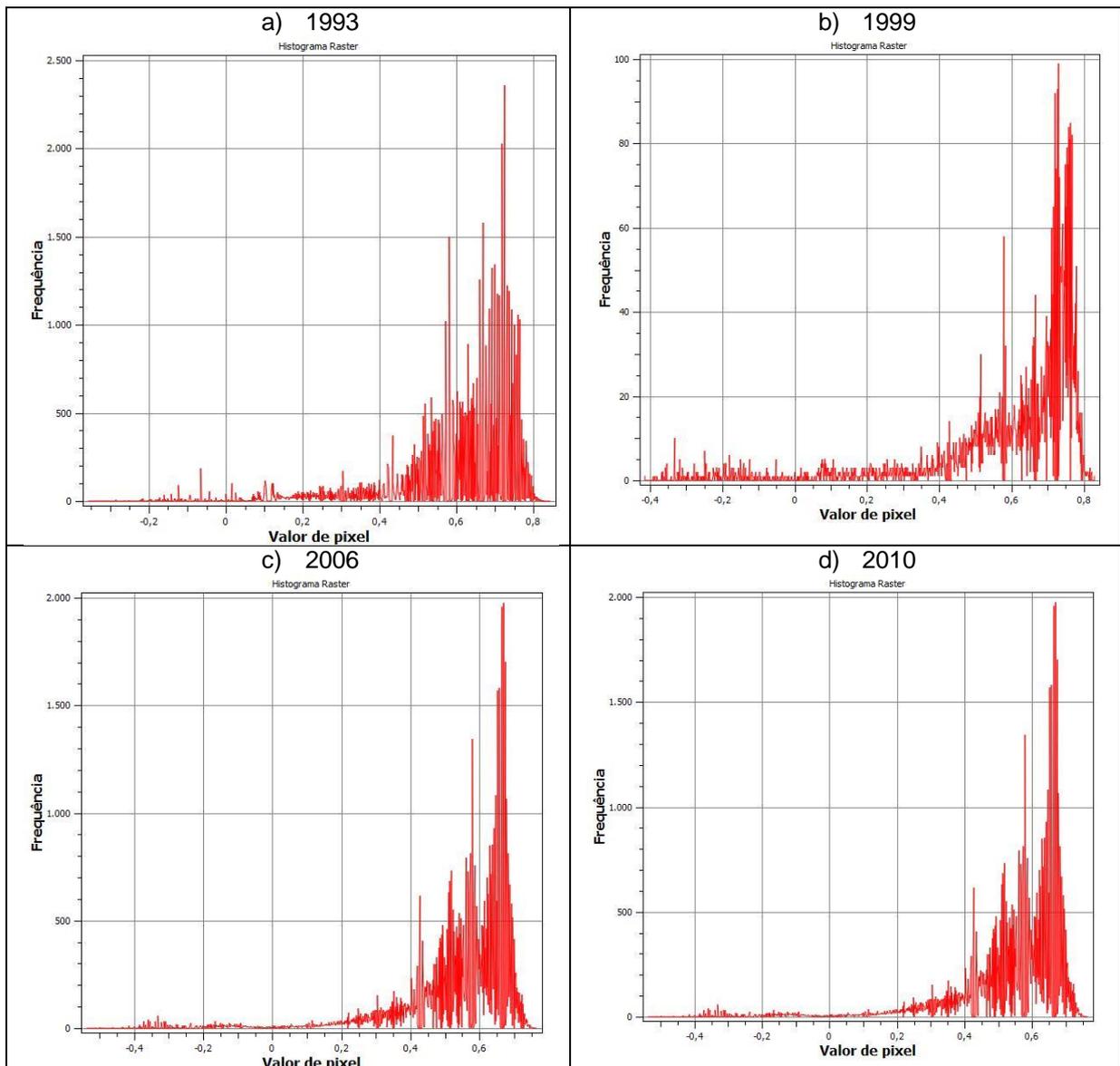


Figura 12 – Imagens de satélite do recorte mais urbanizado da Ilha Comprida-SP (recorte Norte da ilha) tratadas com o índice NDVI a partir das bandas 3 e 4 do Satélite *Landsat-5/TM*, para o dia 20 de maio do ano de 2010 (utilizando-se uma escala de 5 categorias vegetacionais, desde o solo mais recoberto por vegetação em verde, até menos recoberto por vegetação em vermelho).

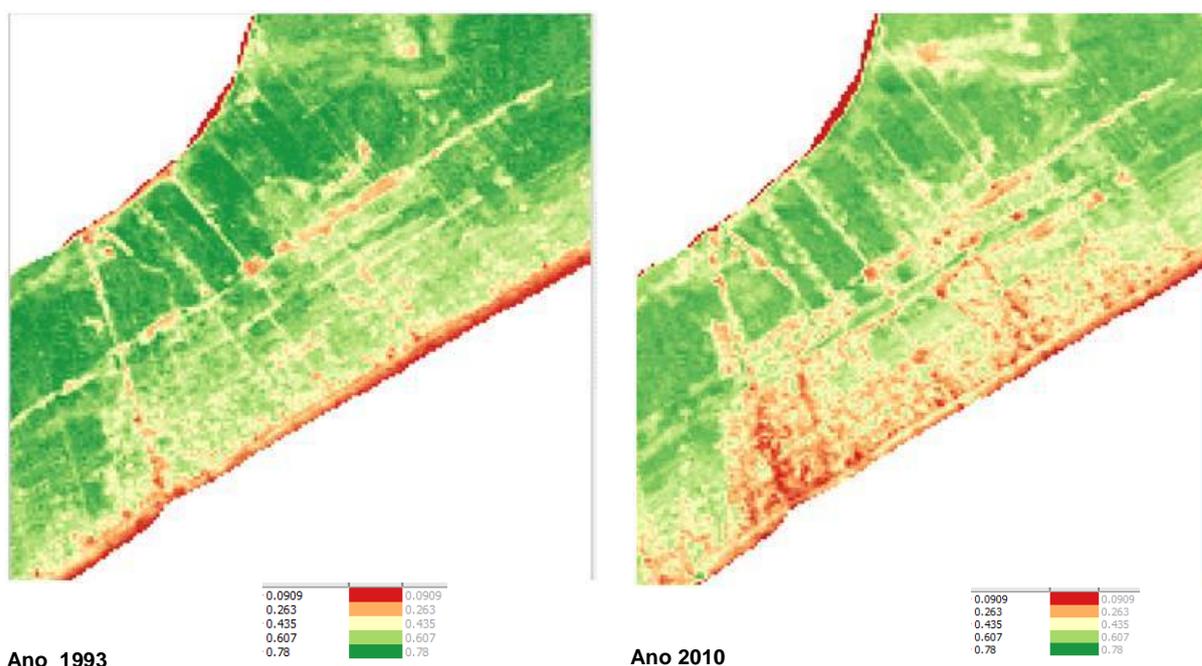
A Figura 13 apresenta os histogramas de valores de NDVI para os pixels dos mapas da Ilha Comprida onde nota-se na sequência cronológica o maior acúmulo dos picos de frequência entre os valores de NDVI entre 0,6 e 0,8 no ano de 1993 (Fig. 13 a) quando comparado com os picos de frequência mais deslocado para o valor de NDVI de 0,6 (Fig. 13 d) indicando a diminuição vegetacional ocorrida também atestada pela redução do número de pixels com valores mais altos de NDVI.



**Figura 13 - O histograma de frequência dos valores de NDVI apresentado em maior detalhe para cada um dos anos calculados. a) 1993; b) 1999; c) 2006; d) 2010.**

A figura 14 apresenta em maior destaque de aproximação, o aumento das manchas urbanas (em vermelho) comparando-se o ano de 1993 a esquerda e o ano

de 2010 a direita, que contribuiu sobremaneira para a ocorrência de danos à cobertura vegetal (notória na comparação das imagens pela rarefação da cor verde).



**Figura 14 – Comparação da área urbana utilizando-se de imagens comparativas tratadas através de NDVI apresentando um máximo de cobertura vegetal, colorido em verde ( $NDVI=0,78$ ) e um mínimo, colorido em vermelho ( $NDVI=0,0909$ ).**

Tucker (1985) destaca que nos últimos anos cresceu o número de métodos e técnicas que permitem análises apuradas sobre a cobertura vegetal, entre eles o NDVI. O uso de NDVI na avaliação de vegetação rasteira como a de escube e mesmo na vegetação de praia mostrou-se muito adequada, pois estas fisionomias de vegetação de restinga possuem características muito semelhantes às situações de cultivo onde o NDVI é largamente utilizado. Holben et al. (1980) apontam que o NDVI é o mais empregado e um dos mais aceitos índices para analisar a cobertura vegetal utilizando o sensoriamento remoto orbital. Para Holben et al. (1980), a utilidade da avaliação de fitomassa em cultivos de vegetação rasteira como a soja, apontam a importância de se avaliar comparativamente a biomassa verde em condições semelhantes de hidratação das folhas.

O NDVI mostrou-se sobremaneira eficiente também em vegetação distribuída sobre planície de restinga mesmo com irregularidades topográficas devido as dunas que no caso de Ilha Comprida podem chegar a até 7 metros no máximo. Segundo Elvidge e Lyon (1985) além de um diagnóstico detalhado da fitomassa sinteticamente ativa, o NDVI corrige os efeitos das sombras oriundas das elevações

topográficas sobre a imagem.

Resultados semelhantes para regiões alagadas, também foram obtidos com o uso de NDVI em Ilha Comprida-SP. Notoriamente as áreas alagadas de manguezal, marismas na borda norte e oeste da ilha e mesmo alguns brejos de restinga que ocorrem no centro da ilha, obtiveram ótima correspondência com os valores de NDVI obtidos nesta avaliação comparativa entre os anos de 1993 e 2010. Moreira e Silva (2011) corroboram o uso de NDVI em imagens de *Landsat-5/TM* aplicadas as áreas alagadas próximas ao litoral em estudo de vegetação de manguezal comparando os valores de NDVI ao longo do tempo em uma região portuária impactada em Pernambuco, em estudo que comparou imagens de 1989 e de 2010.

Ainda segundo Moreira e Silva (2011) o uso de falsa cor seguiu padrões muito semelhantes aos que foram utilizados em Ilha Comprida-SP, no qual o tom verde escuro apresenta os valores de NDVI  $> 0,59$  localizados nas áreas com maior adensamento vegetal constituído pelos bosques de mangue e matas de restingas, o tom verde limão representado pelos valores 0,46 a 0,59 destaca-se com vegetação semi-densa constituída por plantações e coqueirais, os tons amarelo e verde claro apresenta valores variando entre 0,25 a 0,43 que representam as áreas com baixa ocupação urbana, o tom laranja com valores entre 0,15, a 0,25 localizado nas áreas com maior adensamento urbano, o tom vermelho com valores entre 0,05 a 0,15 representado pelo solo exposto ou áreas asfaltadas. Segundo Moreira e Silva (2011) naquele estudo no ano de 1989 antes da construção do porto, predominava o tom verde escuro representado pela classe com valores maiores que 0,59 inseridos no manguezal e na área de restinga. Já em 2010 após a construção mal planejada deste empreendimento, a imagem da referida área, passou a obter alteração dos tons verde escuro pelos tons amarelo escuro e laranja com valores entre 0,27 a 0,43.

Alterações semelhantes podem-se notar também no presente estudo na parte norte da Ilha Comprida-SP, os pixels avaliados com índices abaixo de 0,60 (figura 6) aumentaram muito a partir do ano de 1999. Em ambos os estudos, de Pernambuco e de São Paulo, a supressão da vegetação nativa da planície litorânea foi consequência de um povoamento desordenado e da insuficiente oferta de infraestrutura urbana, sendo os impactos ambientais tão devastadores que descaracterizaram por completo o meio físico e suas funções biológicas.

A comparação feita pela análise de variância de um fator (ANOVA de um

fator) está sumarizado na tabela 3, considerando cada um dos quatro anos analisados, como se fossem diferentes tratamentos. Os valores comparados da variância entre os mesmos e, dentro de cada tratamento apresentou uma razão cujo valor F foi de 1.790,1.

Este número quando comparado ao valor de F crítico demonstrou ser muito maior e, portanto, tornando evidente também numericamente dentre os 218.444 pontos amostrados que há uma diferença entre os anos como pode ser detectado nos resultados expressos na Tabela 3.

**Tabela 3 – Resultados de teste de ANOVA de um fator para comparação dos valores de NDVI obtidos pelo software *Math Lab* com valor de F \*\*\* significativo para  $p < 0,001$**

Fonte	Soma dos Quadrados	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	Valor de F (p=probabilidade)
Colunas	185,9	3	61,9741	1790,0 ***
Erro	10830,8	312844	0,0346	( $p < 0,001$ )
Total	11016,7	312847		

O teste feito comparativamente entre o ano de 1993 e 2010 (teste t de *Student*) apresentou também uma diferença de médias com valor de  $t = 76,3609$  para uma probabilidade significativa de  $p < 0,001$ , quando da remoção dos valores de *NDVI* considerados *outliers*.

O quadro 1 apresenta o dados para o processamento do teste t comparado para os valores de *NDVI* entre o ano inicial (1993) e o ano final avaliado (2010) não considerando-se os valores automaticamente considerados *outliers* pelo software.

**Quadro 1 – Resultados do teste t obtido pelo software *Math lab* comparando-se os valores de *NDVI* de 1993 e 2010 para o recorte urbanizado da ilha.**

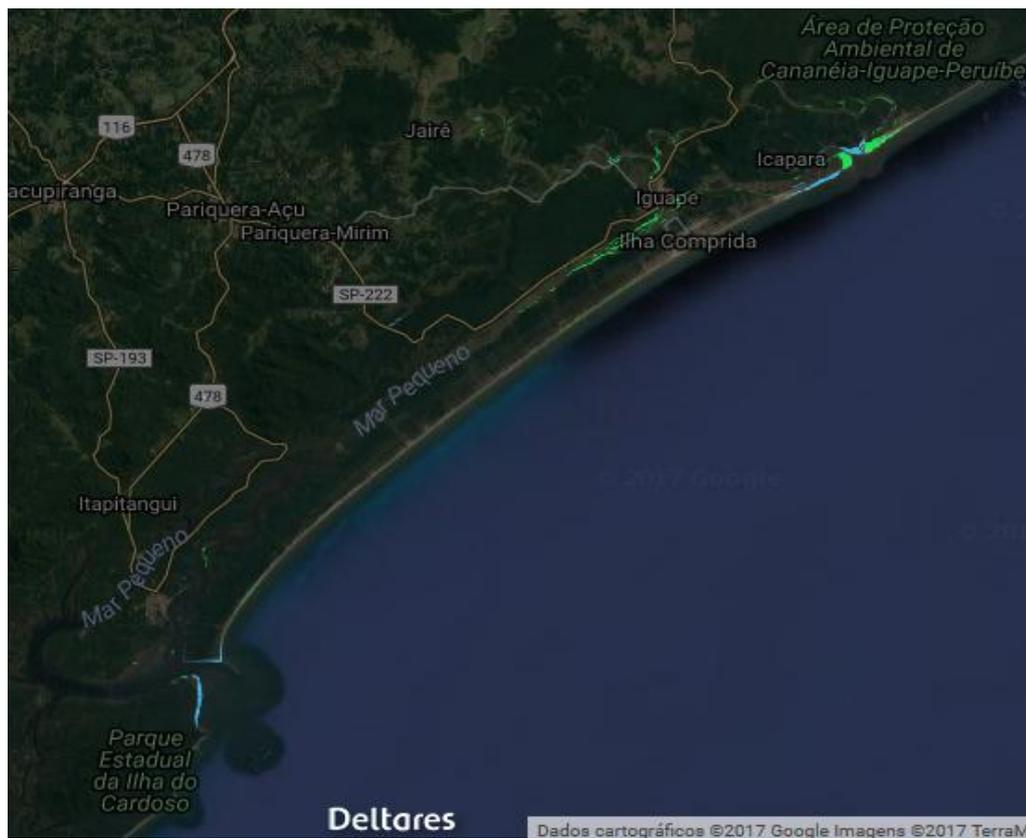
-----	
[H,P,CI,STATS] = teste comparativo(NDVI1993,NDVI2010)	
Hipótese de igualdade de médias (H)	
Probabilidade de igualdade de médias (P) =	0
Intervalos de Confiança	
CI =	0.0619
	0.0653
STATS =	
Valor de T (tstat: 72.3609)	
Graus de liberdade (df: 156422)	
Desvio Padrão (sd: 0.1738)	

No quadro, confirmam-se os dados do processamento quanto a diferença entre médias destes dois períodos com uma probabilidade menor que 0,001 (no output do software P aparece = 0).

#### **4.2 Resultado dos dados de integridade do tamanho da área avaliada**

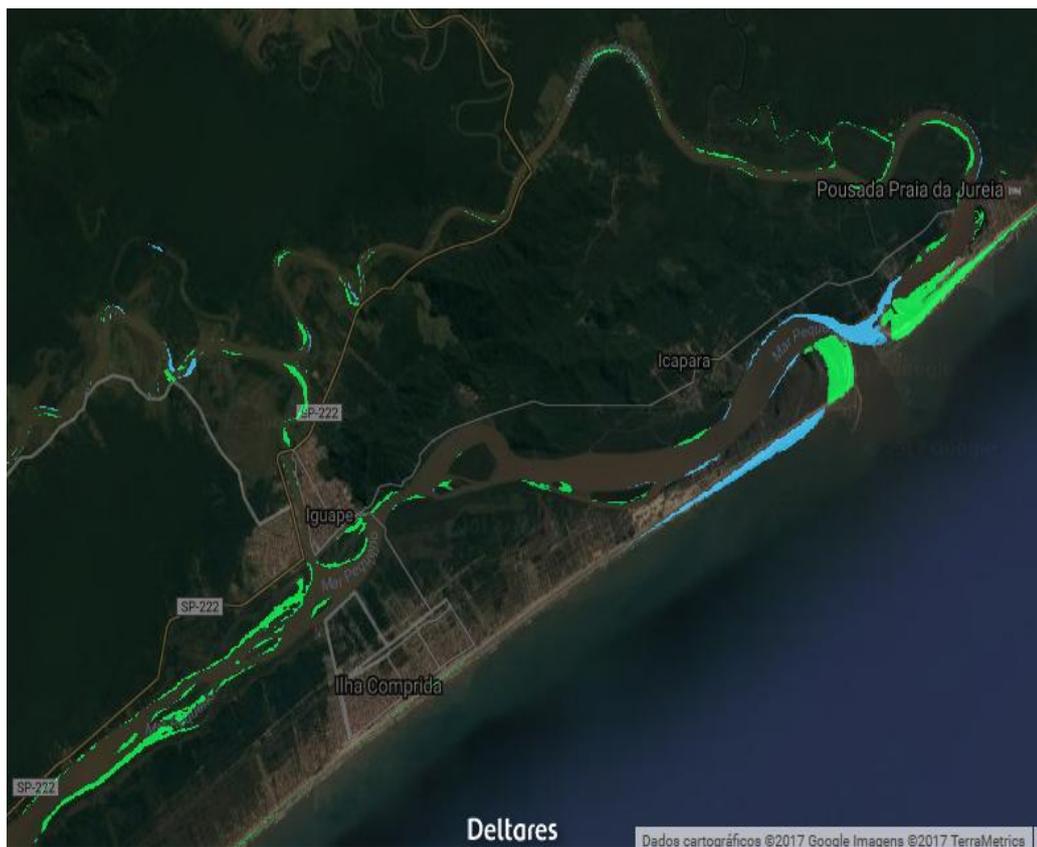
Toda região arenosa de restinga é bastante sujeita a processos geomorfológicos e conseqüentemente, alterações proporcionais do NDVI de áreas previamente vegetadas que possam vir a passar por processos erosivos que causem a diminuição de áreas vegetadas. Ilha Comprida vem sendo objeto de muitos estudos e especulações sobre a integridade do formato do contorno da ilha. Assim sendo, os resultados adicionais apresentados a seguir servem para ilustrar que estes processos erosivos e de sedimentação são comparativamente fatores inexpressivos de redução dos valores médios de NDVI em relação ao problema maior levantado neste estudo qual seja a expansão urbana acentuada em menos de duas décadas.

A Figura 15 apresenta processos de erosão e alagamentos (polígonos em azul) e depósito (polígono verde) ocorrida nos últimos 30 anos na região do Mar Pequeno, que separa a Ilha Comprida-SP do continente (DELTARES, 2017). Na Figura 15 percebe-se ainda que os maiores fenômenos de erosão e assoreamento ocorrem na região Norte da ilha, mas de modo bastante circunscrito à região da borda da ilha.



**Figura 15 - Região de Ilha Comprida-SP apresentando no detalhe, processos erosivos (áreas em azul) e processos de depósito de sedimentos (áreas em verde) nos cursos d'água nos últimos 30 anos no período 1986 a 2016 (DELTARES, 2017)**

A figura 16 apresenta detalhes do Norte da ilha, área mais afetada pela erosão e pelos alagamentos, ocorrida na região da desembocadura do Valo Grande e adjacente ao Bairro do Icapara, Município de Iguape-SP (DELTARES, 2017). No detalhe destacado da parte Norte na Figura 16 de Ilha Comprida, novamente nota-se que o maior fenômeno foi deposicional (verde).



**Figura 16 - Região da desembocadura do Valo Grande e do Bairro do Icapara em Iguape-SP, apresentando no detalhe processos erosivos e de alagamento (áreas em azul) e processos de depósito de sedimentos (áreas em verde) nos cursos d'água nos últimos 30 anos no período 1986 a 2016 (DELTAIRES, 2017)**

Christofoletti (1979) definiu que na área de contato entre o continente e o oceano com costas escarpadas ocorre a esculturação de diversas formas, através, por exemplo, do processo de abrasão das ondas, que provoca a fragmentação e desmoronamento da encosta gerando uma falésia. Quando as declividades não são acentuadas há a possibilidade de desenvolvimento de porção vegetal sobre as falésias, que quando recebem a denominação de “vivas” sofrem a ação constante das ondas e por isso recuam em direção ao continente, ampliando a superfície em contato com as ondas ou terraço de abrasão.

Lima e Oliveira (2012) desenvolveram um trabalho com o objetivo principal de caracterizar as principais áreas de erosão e progradação da linha de costa do município de Ilha Comprida, litoral sul de São Paulo, considerado Área de Preservação Ambiental (APA), a partir da análise da dinâmica costeira que considera a fragilidade de organização dos elementos litorâneos e a relação de uso e ocupação das terras em ecossistema que possui grande fragilidade de organização dos elementos litorâneos e a relação de uso e ocupação das terras.

Na Carta de Erosão e Progradação das praias do litoral paulista de Muehe (2006), o município de Ilha Comprida foi classificado com praias de características dissipativas, sendo extensas e planas com extensa zona de arrebentação, compostas por areias finas a muito finas, sendo que tem grande influência local e transporte sedimentar rumo ao nordeste.

Assim, os autores (LIMA e OLIVEIRA, 2012) salientam a necessidade da aplicação de leis e critérios rígidos quanto à manutenção de uma faixa de não edificação na orla marítima, visando maior proteção e preservação da paisagem costeira. Destacam também como necessária manutenção vegetacional de restinga das praias, dunas e escrubes, sobretudo na parte Norte da Ilha Comprida – SP, pois se faz necessária a preservação do solo que já se formou sobre o sedimento arenoso e também uma necessidade de manutenção da vegetação das bordas da ilha que presta “serviços ecossistêmicos” para se resguardar a área total e integridade de formato da ilha.

#### **4.3 Alterações que ameaçam a flora local e a proposta de recomposição da flora**

Segundo a resolução CONAMA nº7 (BRASIL, 1996) as vegetações de restinga se encontram em diferentes estágios sucessionais.

Entende-se por vegetação de restinga o conjunto das comunidades vegetais, fisionomicamente distintas, sob influência marinha e fluviomarinha. Essas comunidades, distribuídas em mosaico, ocorrem em áreas de grande diversidade ecológica, sendo consideradas comunidades edáficas por dependerem mais da natureza do solo que do clima. Essas formações, para efeito desta Resolução, são divididas em: Vegetação de Praias e Dunas, Vegetação Sobre Cordões Arenosos e Vegetação Associada às Depressões. Na restinga os estágios sucessionais diferem das formações ombrófilas e estacionais, ocorrendo notadamente de forma mais lenta, em função do substrato que não favorece o estabelecimento inicial da vegetação, principalmente por dissecação e ausência de nutrientes. O corte da vegetação ocasiona uma reposição lenta, geralmente de porte e diversidade menores, onde algumas espécies passam a predominar. Dada a fragilidade desse ecossistema a vegetação exerce papel fundamental para a estabilização de dunas e mangues, assim como para a manutenção da drenagem natural. (BRASIL, 1997 Anexo res. CONAMA 07/96 Art. 2)

A proposta do nosso trabalho traz também uma sugestão de recomposição da flora com a listagem de potenciais espécies de vegetação de restinga, que estão em conformidade com listagem de espécies já encontrada pela literatura especificamente em Ilha Comprida-SP e, em concordância com as espécies listadas

oficialmente pelo anexo da resolução CONAMA 07/96 (BRASIL, 1996) para reconhecimento de estágio de sucessão de áreas de restinga. A escolha das espécies também apresenta o critério de escolha mais simples quanto a facilidade de identificação das mesmas, reconhecimento de seus habitats e facilidade para a obtenção de mudas e sementes através do reconhecimento fotográfico.

Estudos demonstram que algumas espécies da vegetação de restinga da Ilha Comprida-SP são muito sensíveis aos impactos urbanos. Segundo Rollo et al. (2013) um levantamento florístico da vegetação de praia e escrube na parte Sul da Ilha Comprida-SP resultou em 75 espécies de plantas vasculares, distribuídas em 61 gêneros e 31 famílias. Poaceae apresentou o maior número de espécies no levantamento (18,67%). Nesta área da ilha onde há ainda um bom nível de preservação encontrou-se uma espécie citada na lista de espécies ameaçadas de São Paulo *Plantago Catharinea*. A área mais preservada apresentou um número maior de plantas nativas - 74,07% e apenas 25,93% de plantas invasoras, enquanto a área sob forte pressão antrópica localizada na área Norte da ilha, mais urbanizada, apresentou maior número de plantas invasoras do que na área Sul - 51,22% de plantas nativas e 48,78% de invasoras (ROLLO et al. 2013).

No Quadro 2 (extraído de ROLLO et al. 2013), estão apresentadas as principais espécies vegetais de praia e escrube de Ilha Comprida-SP que vem sofrendo com a expansão imobiliária, a partir do qual foram selecionadas as espécies sugeridas (e apresentadas nos quadros 3 e 4) como sendo as mais indicadas para utilização em futuros replantios de recomposição da flora da vegetação de praia e escrube.

A sugestão das espécies dos quadros 3 e 4 se deve ao fato de muitas delas serem plantas de início de sucessão ecológica e, por este motivo, serem mais resistentes a alta insolação e a maior exposição do solo que passa a existir nas áreas em que a restinga original foi removida pelas obras urbanas, principalmente de terraplanagem no processo de abertura de ruas em loteamentos, que hoje estão embargados ou abandonados em situação irregular. As espécies escolhidas são de diferentes famílias que observamos frequentemente em flor e com frutos e com maior potencialidade de confecção de mudas.

**Quadro 2 – Listagem de espécies levantadas por Rollo et al. (2013) em Ilha Comprida que ocorrem na parte Sul e que estão correndo risco de diminuição em suas ocorrências, caso a expansão imobiliária não seja contida ou mesmo caso o asfalto avance para as áreas do Sul, assim como ocorreu na porção Central e Norte da ilha.**

Família/espécie	Família/espécie	Família/espécie
<b>PTERIDOPHYTES</b>	<b>DILLENACEAE</b>	<i>Paspalum maritimum</i> Trin.
<b>BLECHNACEAE</b>	<i>Davilla rugosa</i> Poir.	<i>Paspalum vaginatum</i> Sw.
<i>Blechnum serrulatum</i> Rich.	<b>EUPHORBIACEAE</b>	<i>Paspalum virgatum</i> L.
<b>DRYOPTERIDACEAE</b>	<i>Microstachys corniculata</i> (Vahl) Griseb.	<i>Spartina ciliata</i> Brongn.
<i>Rumohra adiantiformis</i> (G. Forst.) Ching	<b>FABACEAE</b>	<i>Stenotaphrum secundatum</i> (Walter) Kuntze
<b>ANGIOSPERMAE</b>	<i>Abarema brachystachya</i> (DC.) Barneby & J.W. Grimes	Poaceae sp.1
<b>AMARANTHACEAE</b>	<i>Chamaecrista flexuosa</i> (L.) Greene	Poaceae sp.2
<i>Blutaparon portulacoides</i> (A. St.-Hil.) Mears	<i>Dalbergia ecastaphyllum</i> (L.) Taub.	<b>PRIMULACEAE</b>
<b>ANACARDIACEAE</b>	<i>Desmodium adscendens</i> (Sw.) DC.	<i>Rapanea parvifolia</i> (A. DC.) Mez
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	<i>Desmodium</i> cf. <i>barbatum</i> (L.) Benth.	<b>POLYGALACEAE</b>
<i>Bromelia antiacantha</i> Bertol.	<i>Sophora tomentosa</i> L.	<i>Polygala cyparissias</i> A. St.-Hil. & Moq.
<i>Dyckia encholirioides</i> (Gaudich.) Mez	<b>LAMIACEAE</b>	<b>RUBIACEAE</b>
<i>Quesnelia arvensis</i> (Vell.) Mez	<i>Marsypianthes chamaedrys</i> (Vahl) Kuntze	<i>Spermacoce alata</i> Aubl.
<b>CACTACEAE</b>	<b>MELASTOMACEAE</b>	<i>Diodella radula</i> (Willd. & Hoffmanns. ex Roem. & Schult.) Delprete
<i>Cereus repandus</i> (L.) Mill.	<i>Tibouchina clavata</i> (Pers.) Wurdack	<b>SMILACACEAE</b>
<b>CALYCERACEAE</b>	<b>MYRTACEAE</b>	<i>Smilax rufescens</i> Griseb.
<i>Acicarpa spathulata</i> R. Br.	<i>Psidium cattleianum</i> Afzel ex Sabine	<b>VERBENACEAE</b>
<b>CLUSIACEAE</b>	<b>NYCTAGINACEAE</b>	<i>Lantana undulata</i> Schrank
<i>Clusia criuva</i> Cambess.	<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	
<b>CONVOLVULACEAE</b>	<b>ORCHIDACEAE</b>	
<i>Evolvulus pusillus</i> Choisy	<i>Cyrtopodium flavum</i> (Nees) Link & Otto ex Rchb.	
<i>Ipomoea cairica</i> (L.) Sweet	<i>Epidendrum fulgens</i> Brongn.	
<i>Ipomoea littoralis</i> (L.) Blume	<i>Vanilla chamissonis</i> Klotzsch	
<i>Ipomoea pes-caprae</i> Roth	<b>PLANTAGINACEAE</b>	
<b>CYPERACEAE</b>	<i>Plantago catharinae</i> Decne.	
<i>Androtrichum trigynum</i> (Spreng.) H.Pfeiff.	<b>POACEAE</b>	
<i>Cladium mariscus</i> (L.) Pohl	<i>Andropogon leucostachyus</i> Kunth	
<i>Pycnus lanceolatus</i> (Poir.) C.B.Clarke.	<i>Andropogon selloanus</i> (Hack.) Hack.	
<i>Pycnus polystachyos</i> (Rottb.) P.Beauv.	<i>Cenchrus echinatus</i> L.	
<i>Cyperus rotundus</i> L.	<i>Eustachys retusa</i> (Lag.) Kunth.	
<i>Eleocharis geniculata</i> (L.) Roem. & Schult.	<i>Eragrostis pilosa</i> (L.) P. Beauv.	
<i>Fimbristylis quinquangularis</i> (Vahl) Kunth.	<i>Imperata brasiliensis</i> Trin.	
<i>Rhynchospora</i> sp.	<i>Paspalum densum</i> Poir.	

Fonte: Rollo et al. 2013.

Quadro 3 – Listagem de espécies de angiospermas sugerida para futuras reposições da flora na parte norte da ilha. (vegetação de praia, dunas e escrube)

Família	Espécie recomendada	Figura da espécie
AMARANTHACEAE	<i>Blutaparon portulacoides</i> (A. St.-Hil.) Mears (vegetação de praia)	 <p data-bbox="927 645 1337 660">Fonte: <a href="https://www.flickr.com/photos/herbier/5178558046">https://www.flickr.com/photos/herbier/5178558046</a></p>
ANACARDIACEAE	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi (vegetação de escrube)	 <p data-bbox="890 972 1372 1010"><a href="http://www.smmflowers.org/bloom/species/Schinus_terebinthifolius.htm">http://www.smmflowers.org/bloom/species/Schinus_terebinthifolius.htm</a></p>
BROMELIACEAE	<i>Bromelia antiacantha</i> Bertol. (vegetação de escrube)	 <p data-bbox="890 1346 1372 1361">Fonte: <a href="http://www.colecionandofrutas.org/bromeliaantiacantha.htm">http://www.colecionandofrutas.org/bromeliaantiacantha.htm</a></p>
ARALIACEAE	<i>Hydrocotyle bonariensis</i> (vegetação de praia)	 <p data-bbox="890 1688 1372 1720">Fonte: <a href="https://sites.google.com/site/biodiversidadecatarinense/planta-e/magnoliophyta/araliaceae/hydrocotyle-bonariensis">https://sites.google.com/site/biodiversidadecatarinense/planta-e/magnoliophyta/araliaceae/hydrocotyle-bonariensis</a></p>
BROMELIACEAE	<i>Dyckia encholirioides</i> (vegetação de escrube)	 <p data-bbox="986 2033 1278 2049">Fonte: <a href="https://fr.wikipedia.org/wiki/Dyckia">https://fr.wikipedia.org/wiki/Dyckia</a></p>

Quadro 3 (cont.) – Listagem de espécies de angiospermas sugerida para futuras reposições da flora na parte norte da ilha. (vegetação de praia dunas e escrube)

<p><b>BROMELIACEAE</b></p>	<p><i>Quesnelia arvensis</i> (Vell.) Mez (vegetação de escrube)</p>	 <p>Fonte: <a href="https://www.flickr.com/photos/luizfilipevarella/7741987348">https://www.flickr.com/photos/luizfilipevarella/7741987348</a></p>
<p><b>CACTACEAE</b></p>	<p><i>Cereus repandus</i> (L.) Mill. (vegetação de escrube)</p>	 <p>Fonte: <a href="http://florakarnataka.ces.iisc.ac.in/hjcb2/herbsheet.php?id=960&amp;cat">http://florakarnataka.ces.iisc.ac.in/hjcb2/herbsheet.php?id=960&amp;cat</a></p>
<p><b>CLUSIACEAE</b></p>	<p><i>Clusia criuva</i> Cambess. (vegetação de escrube)</p>	 <p>Fonte: <a href="http://www.ufrgs.br/fitoecologia/florars/open_sp.php?img=4502">http://www.ufrgs.br/fitoecologia/florars/open_sp.php?img=4502</a></p>
<p><b>CONVOLVULACEAE</b></p>	<p><i>Ipomoea pes-caprae</i> Roth (vegetação de praia)</p>	 <p>Fonte: <a href="https://www.flickr.com/photos/78910190@N05/8931460502">https://www.flickr.com/photos/78910190@N05/8931460502</a></p>
<p><b>EUPHORBIACEAE</b></p>	<p><i>Microstachys corniculata</i> (Vahl) Griseb. (vegetação de praia)</p>	 <p>Fonte: <a href="https://sites.google.com/site/biodiversidadecatarinense/planta-e/magnoliophyta/euphorbiaceae/sebastiana-corniculata">https://sites.google.com/site/biodiversidadecatarinense/planta-e/magnoliophyta/euphorbiaceae/sebastiana-corniculata</a></p>

Quadro 3 (cont.) – Listagem de espécies de angiospermas sugerida para futuras reposições da flora na parte norte da ilha. (vegetação de praia, dunas e escrube)

<p><b>FABACEAE</b></p>	<p><i>Dalbergia ecastaphyllum</i> (L.) Taub. (vegetação de escrube)</p>	 <p>Fonte: <a href="http://www.ufrgs.br/fitoecologia/florars/open_sp.php?img=4400">http://www.ufrgs.br/fitoecologia/florars/open_sp.php?img=4400</a></p>
<p><b>MELASTOMATACEAE</b></p>	<p><i>Tibouchina clavata</i> (Pers.) Wurdack (vegetação de escrube)</p>	 <p>Fonte:<a href="https://br.pinterest.com/pin/215680269632450153/">https://br.pinterest.com/pin/215680269632450153/</a></p>
<p><b>MYRTACEAE</b></p>	<p><i>Psidium cattleianum</i> (vegetação de escrube)</p>	 <p>Fonte:<a href="https://sites.google.com/site/biodiversidadecatarinense/planta-e/magnoliophyta/myrtaceae/psidium-cattle">https://sites.google.com/site/biodiversidadecatarinense/planta-e/magnoliophyta/myrtaceae/psidium-cattle</a></p>
<p><b>POACEAE</b></p>	<p><i>Sophora tomentosa</i> (vegetação de praia)</p>	 <p>Fonte:<a href="https://sites.google.com/site/biodiversidadecatarinense/planta-e/magnoliophyta/fabaceae/sophora-tomentosa">https://sites.google.com/site/biodiversidadecatarinense/planta-e/magnoliophyta/fabaceae/sophora-tomentosa</a></p>
<p><b>POACEAE</b></p>	<p><i>Panicum spp,</i> (vegetação de praia)</p>	 <p><a href="https://sites.google.com/site/biodiversidadecatarinense/planta-e/magnoliophyta/poaceae/panicum-miliaceum">https://sites.google.com/site/biodiversidadecatarinense/planta-e/magnoliophyta/poaceae/panicum-miliaceum</a></p>

**Quadro 3 (cont.) – Listagem de espécies de angiospermas sugerida para futuras reposições da flora na parte norte da ilha. (vegetação de praia, dunas e escrube)**

<p><b>POACEAE</b></p>	<p><i>Spartina spp</i> (vegetação de praia)</p>	 <p>Fonte: <a href="https://pt.wikipedia.org/wiki/Spartina">https://pt.wikipedia.org/wiki/Spartina</a></p>
<p><b>POACEAE</b></p>	<p><i>Paspalum spp</i> (vegetação de praia)</p>	 <p>Fonte: <a href="https://pt.wikipedia.org/wiki/Paspalum">https://pt.wikipedia.org/wiki/Paspalum</a></p>
<p><b>POLYGALACEAE</b></p>	<p><i>Polygala cyparissias</i> A. St.-Hil. &amp; Moq. (vegetação de praia)</p>	 <p>Fonte: <a href="https://sites.google.com/site/biodiversidadecatarinense/planta-e/magnoliophyta/polygalaceae/polygala-cyparissias">https://sites.google.com/site/biodiversidadecatarinense/planta-e/magnoliophyta/polygalaceae/polygala-cyparissias</a></p>
<p><b>PRIMULACEAE</b></p>	<p><i>Rapanea parvifolia</i> (A. DC.) Mez sinônimo. <i>Myrcinea parviflora</i> (vegetação de escrube)</p>	 <p>Fonte: <a href="https://sites.google.com/site/biodiversidadecatarinense/planta-e/magnoliophyta/primulaceae/myrsine-parviflora">https://sites.google.com/site/biodiversidadecatarinense/planta-e/magnoliophyta/primulaceae/myrsine-parviflora</a></p>
<p><b>VERBENACEAE</b></p>	<p><i>Lantana undulata</i> Schrank (vegetação de escrube)</p>	 <p>Fonte: <a href="https://sites.google.com/site/biodiversidadecatarinense/planta-e/magnoliophyta/verbenaceae/lantana-undulata-schrank">https://sites.google.com/site/biodiversidadecatarinense/planta-e/magnoliophyta/verbenaceae/lantana-undulata-schrank</a></p>

No Quadro 4 são apresentadas espécies arbóreas indicadas para recomposição das áreas de vegetação de restinga (restinga baixa, restinga alta, “caxetal” e brejo de restinga). As propostas de espécies para replantio em outras fisionomias de vegetação de restinga que não o escrube e a vegetação de praia, estão sugeridas com base na lista de espécies disponível no Anexo I da Resolução CONAMA 07/96 (BRASIL, 1996).

**Quadro 4 – Listagem de espécies de angiospermas sugerida para futuras reposições da flora na parte Norte da ilha. (vegetação de restinga baixa, restinga alta, caxetal e brejo de restinga)**

Família	Espécie recomendada	
<b>ARACEAE</b>	<i>Monstera adansonii</i> (Vegetação Restinga alta)	 <p data-bbox="884 1010 1374 1048">Fonte: <a href="https://sites.google.com/site/biodiversidadecatarinense/planta-e/magnoliophyta/araceae/monstera-adansonii">https://sites.google.com/site/biodiversidadecatarinense/planta-e/magnoliophyta/araceae/monstera-adansonii</a></p>
<b>ARECACEAE</b>	<i>Bactris setosa</i> Mart. (Vegetação Restinga Baixa)	 <p data-bbox="903 1346 1358 1384">Fonte: <a href="http://www.ufrgs.br/fitoecologia/florars/open_sp.php?img=1113">http://www.ufrgs.br/fitoecologia/florars/open_sp.php?img=1113</a></p>
<b>ARECACEAE</b>	<i>Euterpe edulis</i> (Vegetação Restinga alta)	 <p data-bbox="884 1682 1374 1720">Fonte: <a href="https://sites.google.com/site/biodiversidadecatarinense/planta-e/magnoliophyta/arecaceae/euterpe-edulis">https://sites.google.com/site/biodiversidadecatarinense/planta-e/magnoliophyta/arecaceae/euterpe-edulis</a></p>
<b>ARECACEAE</b>	<i>Geonoma schottiana</i> (Vegetação Restinga baixa)	 <p data-bbox="884 2018 1374 2045">Fonte: <a href="https://sites.google.com/site/biodiversidadecatarinense/planta-e/magnoliophyta/arecaceae/geonoma-sp">https://sites.google.com/site/biodiversidadecatarinense/planta-e/magnoliophyta/arecaceae/geonoma-sp</a></p>

**Quadro 4 (cont.) – Listagem de espécies de angiospermas sugerida para futuras reposições da flora na parte Norte da ilha. (vegetação de restinga baixa, restinga alta, caxetal e brejo de restinga)**

Família	Espécie recomendada	
<b>ASPENIACEAE</b>	<i>Asplenium Brasiliense</i> Sw. (Vegetação Restinga alta)	 <p>Fonte: <a href="http://www.ufrgs.br/fitoecologia/florars/open_sp.php?img=5821">http://www.ufrgs.br/fitoecologia/florars/open_sp.php?img=5821</a></p>
<b>ASTERACEAE</b>	<i>Baccharis Aliena</i> (Vegetação Restinga baixa)	 <p>Fonte: <a href="http://www.ufrgs.br/fitoecologia/florars/open_sp.php?img=1577">http://www.ufrgs.br/fitoecologia/florars/open_sp.php?img=1577</a></p>
<b>ASTERACEAE</b>	<i>Mikania Glomerata</i> (Vegetação Restinga alta)	 <p>Fonte:<a href="https://sites.google.com/site/biodiversidadecatarinense/planta-e/magnoliophyta/asteraceae/asteraceae--mikania-sp-2">https://sites.google.com/site/biodiversidadecatarinense/planta-e/magnoliophyta/asteraceae/asteraceae--mikania-sp-2</a></p>
<b>BROMELIACEAE</b>	<i>Aechmea Nudicaulis</i> (Vegetação Restinga alta)	 <p>Fonte:<a href="https://sites.google.com/site/biodiversidadecatarinense/planta-e/magnoliophyta/bromeliaceae/aechmea-nudicaulis">https://sites.google.com/site/biodiversidadecatarinense/planta-e/magnoliophyta/bromeliaceae/aechmea-nudicaulis</a></p>
<b>BROMELIACEAE</b>	<i>Billbergia alfonsi-joannis</i> Reitz (Vegetação Restinga alta)	 <p>Fonte: <a href="http://www.ufrgs.br/fitoecologia/florars/open_sp.php?img=3149">http://www.ufrgs.br/fitoecologia/florars/open_sp.php?img=3149</a></p>

**Quadro 4 (cont.) – Listagem de espécies de angiospermas sugerida para futuras reposições da flora na parte Norte da ilha. (vegetação de restinga baixa, restinga alta, caxetal e brejo de restinga)**

Família	Espécie recomendada	
<b>BROMELIACEAE</b>	<i>Vriesea Erythrodactylon</i> (Vegetação Restinga alta)	 <p data-bbox="887 696 1374 748">Fonte: <a href="https://sites.google.com/site/biodiversidadecatarinense/planta-e/magnoliophyta/bromeliaceae/vriesea-erythrodactylon-e-morren-ex-morren-ex-mez">https://sites.google.com/site/biodiversidadecatarinense/planta-e/magnoliophyta/bromeliaceae/vriesea-erythrodactylon-e-morren-ex-morren-ex-mez</a></p>
<b>CLUSIACEAE</b>	<i>Clusia criuva</i> Cambess. (Vegetação Restinga Baixa)	 <p data-bbox="906 1043 1353 1081">Fonte: <a href="http://www.ufrgs.br/fitoecologia/florars/open_sp.php?img=534">http://www.ufrgs.br/fitoecologia/florars/open_sp.php?img=534</a></p>
<b>DILLENIACEAE</b>	<i>Davilla rugosa</i> (Vegetação Restinga alta)	 <p data-bbox="887 1384 1374 1424">Fonte: <a href="https://sites.google.com/site/biodiversidadecatarinense/planta-e/magnoliophyta/dilleniaceae/davilla-rugosa">https://sites.google.com/site/biodiversidadecatarinense/planta-e/magnoliophyta/dilleniaceae/davilla-rugosa</a></p>
<b>DIOSCOREACEAE</b>	<i>Dioscorea Piperifolia</i> (Vegetação Restinga baixa)	 <p data-bbox="887 1693 1374 1736">Fonte: <a href="https://sites.google.com/site/biodiversidadecatarinense/planta-e/magnoliophyta/dioscoreaceae/dioscoreaceae---dioscorea-sp">https://sites.google.com/site/biodiversidadecatarinense/planta-e/magnoliophyta/dioscoreaceae/dioscoreaceae---dioscorea-sp</a></p>
<b>LAURACEAE</b>	<i>Ocotea Teleiandra</i> (Vegetação Restinga alta)	 <p data-bbox="887 2033 1374 2078">Fonte: <a href="https://sites.google.com/site/biodiversidadecatarinense/planta-e/magnoliophyta/lauraceae/ocotea-teleiandra">https://sites.google.com/site/biodiversidadecatarinense/planta-e/magnoliophyta/lauraceae/ocotea-teleiandra</a></p>

Quadro 4 (cont.) – Listagem de espécies de angiospermas sugerida para futuras reposições da flora na parte Norte da ilha. (vegetação de restinga baixa, restinga alta, caxetal e brejo de restinga)

Família	<i>Espécie recomendada</i>	
<b>LYGODIACEAE</b>	<i>Lygodium volubile</i> (Vegetação Restinga baixa)	 <p>Fonte: <a href="https://sites.google.com/site/biodiversidadecatarinense/planta-e/monilophyta/lygodiaceae/lygodium-volubile">https://sites.google.com/site/biodiversidadecatarinense/planta-e/monilophyta/lygodiaceae/lygodium-volubile</a></p>
<b>MELASTOMATACEAE</b>	<i>Tibouchina Clinopodifolia</i> (Vegetação Restinga baixa)	 <p>Fonte: <a href="https://sites.google.com/site/biodiversidadecatarinense/planta-e/magnoliophyta/melastomataceae/tibouchina-clinopodifolia-cogn">https://sites.google.com/site/biodiversidadecatarinense/planta-e/magnoliophyta/melastomataceae/tibouchina-clinopodifolia-cogn</a></p>
<b>MYRSINACEAE</b>	<i>Rapanea parviflora</i> (Brejo de restinga - Caxetal)	 <p>Fonte: <a href="http://projetomaria-da-restinga.blogspot.com.br/2013/12/01_archive.html">http://projetomaria-da-restinga.blogspot.com.br/2013/12/01_archive.html</a></p>
<b>MYRTACEAE</b>	<i>Blepharocalyx Salicifolius</i> (Vegetação Restinga baixa)	 <p>Fonte: <a href="http://www.ufrgs.br/fitoecologia/florars/open_sp.php?img=312">http://www.ufrgs.br/fitoecologia/florars/open_sp.php?img=312</a></p>
<b>MYRTACEAE</b>	<i>Campomanesia spp.</i> (Vegetação Restinga baixa)	 <p>Fonte: <a href="https://sites.google.com/site/biodiversidadecatarinense/planta-e/magnoliophyta/myrtaceae/ca">https://sites.google.com/site/biodiversidadecatarinense/planta-e/magnoliophyta/myrtaceae/ca</a></p>

Quadro 4 (cont.) – Listagem de espécies de angiospermas sugerida para futuras reposições da flora na parte Norte da ilha. (vegetação de restinga baixa, restinga alta, caxetal e brejo de restinga)

Família	Espécie recomendada	
MYRTACEAE	<i>Myrcia</i> spp. (Vegetação Restinga Baixa)	 <p data-bbox="979 685 1278 703">Fonte: <a href="https://pt.wikipedia.org/wiki/Myrcia">https://pt.wikipedia.org/wiki/Myrcia</a></p>
MYRTACEAE	<i>Psidium cattleianum</i> (Vegetação Restinga baixa)	 <p data-bbox="884 987 1374 1023">Fonte: <a href="https://sites.google.com/site/biodiversidadecatarinense/planta-e/magnoliophyta/myrtaceae/psidium-cattle">https://sites.google.com/site/biodiversidadecatarinense/planta-e/magnoliophyta/myrtaceae/psidium-cattle</a></p>
ORCHIDACEAE	<i>Octomeria Crassifolia</i> Lindl (Vegetação Restinga alta)	 <p data-bbox="903 1335 1358 1375">Fonte: <a href="http://www.ufrgs.br/fitoecologia/florars/open_sp.php?img=1406">http://www.ufrgs.br/fitoecologia/florars/open_sp.php?img=1406</a></p>
ORCHIDACEAE	<i>Phymatidium Delicatum</i> (Vegetação Restinga alta)	 <p data-bbox="884 1682 1374 1718">Fonte: <a href="https://sites.google.com/site/biodiversidadecatarinense/planta-e/magnoliophyta/orchidaceae/phymatidium-delicatum-lindl">https://sites.google.com/site/biodiversidadecatarinense/planta-e/magnoliophyta/orchidaceae/phymatidium-delicatum-lindl</a></p>
ORCHIDACEAE	<i>Vanilla chamissonis</i> (Vegetação Restinga baixa)	 <p data-bbox="932 2063 1331 2085">Fonte: <a href="https://pt.wikipedia.org/wiki/Vanilla_chamissonis">https://pt.wikipedia.org/wiki/Vanilla_chamissonis</a></p>

Quadro 4 (cont.) – Listagem de espécies de angiospermas sugerida para futuras reposições da flora na parte Norte da ilha. (vegetação de restinga baixa, restinga alta, caxetal e brejo de restinga)

Família	Espécie recomendada	
PENTAPHYLACACEAE	<i>Ternstroemia brasiliensis</i> (Vegetação Restinga baixa)	 <p>Fonte: <a href="http://www.ufrgs.br/fitoecologia/florars/open_sp.php?img=8641">http://www.ufrgs.br/fitoecologia/florars/open_sp.php?img=8641</a></p>
PERACEAE	<i>Pera glabrata</i> (Vegetação Restinga alta)	 <p>Fonte: <a href="https://sites.google.com/site/biodiversidadecatarinense/planta/magnoliophyta/peraceae/pera-glabrata">https://sites.google.com/site/biodiversidadecatarinense/planta/magnoliophyta/peraceae/pera-glabrata</a></p>
PTERIDACEAE	<i>Vittaria Lineata</i> (Vegetação Restinga alta)	 <p>Fonte: <a href="https://sites.google.com/site/biodiversidadecatarinense/planta/monilophyta/pteridaceae/vittaria-lineata">https://sites.google.com/site/biodiversidadecatarinense/planta/monilophyta/pteridaceae/vittaria-lineata</a></p>
RUBIACEAE	<i>Amaioua Intermedia</i> Mart. (Vegetação Restinga alta)	 <p>Fonte: <a href="http://www.ufrgs.br/fitoecologia/florars/open_sp.php?img=2692">http://www.ufrgs.br/fitoecologia/florars/open_sp.php?img=2692</a></p>
SMILACACEAE	<i>Smilax spp.</i> (Vegetação Restinga baixa)	 <p>Fonte: <a href="https://en.wikipedia.org/wiki/Smilax">https://en.wikipedia.org/wiki/Smilax</a></p>

**Quadro 4 (cont.) – Listagem de espécies de angiospermas sugerida para futuras reposições da flora na parte Norte da ilha. (vegetação de restinga baixa, restinga alta, caxetal e brejo de restinga)**

Família	Espécie recomendada	
SOLANACEAE	<i>Solanum Aculeatissimum</i> (Vegetação Restinga baixa)	 <p data-bbox="1106 680 1153 696">Fonte:</p> <p data-bbox="906 696 1353 710"><a href="http://www.ufrgs.br/fitoecologia/florars/open_sp.php?img=6330">http://www.ufrgs.br/fitoecologia/florars/open_sp.php?img=6330</a></p>

Assim, as espécies aqui apresentadas nos Quadros 3 e 4 são sugeridas, pois são espécies indicadas pela legislação sem que haja o risco de se introduzir espécies exóticas ao ecossistema e também são sugestões com base em observações pessoais ocorridas nas saídas a campo, em que notou-se serem estas espécies abundantes e recorrentemente na Ilha Comprida-SP muitas das vezes floridas e notoriamente com frutos e sementes, sendo portanto vegetais de mais fácil obtenção para um projeto de recomposição da flora.

A introdução e flora exótica também é outra ameaça que chega com o aumento da urbanização e de projetos paisagísticos e de jardinagem, sem levar em consideração o tipo de ecossistema em que os loteamentos se inserem. Uma ameaça a vegetação de restinga vem sendo substituída por espécies arbóreas invasoras (Figura 17) utilizadas para diminuir o vento sempre constante na ilha junto às residências.



Fonte: <http://www.naturalista.mx/taxa/62890-Casuarinaceae>

**Figura 17 – Planta conhecida popularmente como pinheiro da praia *Casuarina equisetifolia*, (Família Casuarinaceae) de ocorrência generalizada na Ilha Comprida-SP.**

A diminuição qualitativa de espécies nativas foi também detectada por Gandra et al. (2015) devido ao plantio de *Casuarina equisetifolia*, localmente denominado como pinheiro de praia (figura 17), mas que não é propriamente um pinheiro (Gimnosperma) e se trata de uma Angiosperma exótica da Ordem Fagales, Família Casuarinaceae, nativa do Sudeste da Ásia que possui grande poder invasor devido ao seu forte efeito alelopático sobre a flora local.

A espécie é recorrente nas localidades, próximo às residências desses novos loteamentos e na faixa de praia e agravam o problema da diminuição da vegetação local da restinga.

Portanto, especial atenção nesta proposta está na determinação de se evitar ao máximo as espécies exóticas e invasoras que habitualmente são sugeridas nos contextos de arborização urbana, uma vez que Ilha Comprida-SP é uma APA.

#### 4.4 Áreas prioritárias para replantio de plantas de restinga

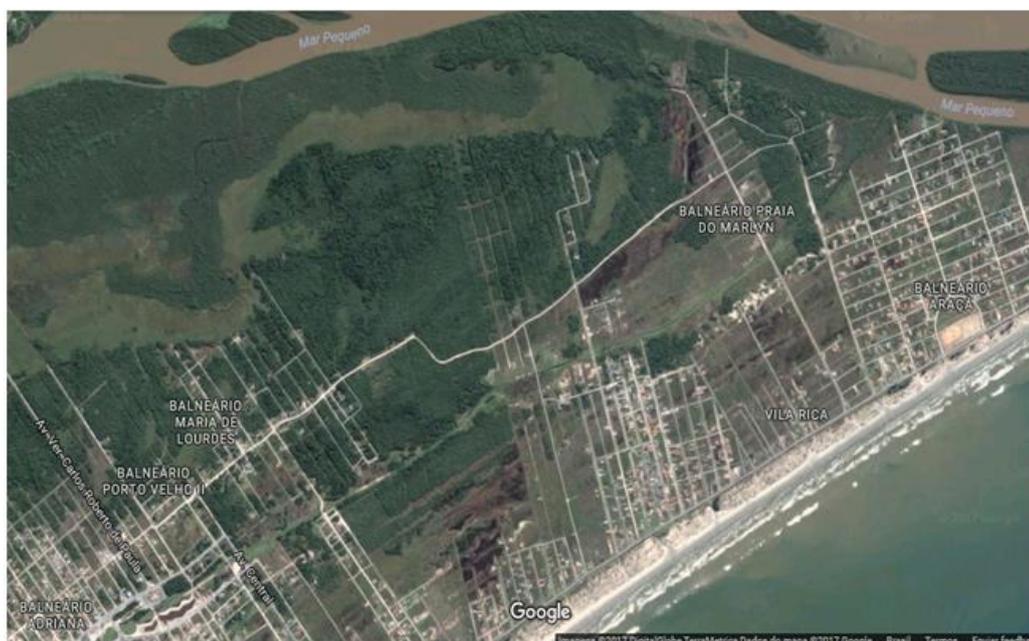
Dentre as áreas em Ilha Comprida-SP, que sofreram forte especulação de crescimento imobiliário no período estudado, destacam-se nas figuras 18 e 19 a seguir, loteamentos arruados abandonados e áreas desmatadas e que tiveram seu princípio de ampliação não consolidado pelo estabelecimento efetivo de residências.



Figura 18 – Três áreas a Oeste da ponte de ligação com o continente, sugeridas como prioritárias para o replantio do recorte Norte de Ilha Comprida-SP (Balneários Vila Real, Balneário Ancarpé, Balneário Atlântico). Fonte: Google 2017

Tomando-se por base a rodovia que estabelece a ligação do centro da cidade com a ponte como um marco de irradiação decrescente de loteamentos para ambas as extremidades Norte e Sul da ilha, destacam-se áreas de ruas abandonadas que poderiam ser priorizadas para a recomposição da APA.

Ao Sul (Figura 18) as grandes áreas de loteamentos “abandonados” concentram-se no Balneário Vila Real, Balneário Ancarpe e o Balneário Atlântico.



**Figura 19 – Três áreas a Leste da ponte de ligação como continente sugeridas como prioritárias para o replantio do recorte Norte de Ilha Comprida-SP (Balneário Maria de Lourdes, Balneário Praia do Marlyn, Vila Rica). Fonte: Google 2017**

Ao Norte (Figura 19) sugerem-se as áreas de loteamentos abandonados do Balneário Maria de Lourdes, Balneário Praia do Marlyn e Vila Rica.

Um destaque deve ser dado também a recomposição e a preservação da vegetação de praia e escrube que ocorre em toda a Ilha Comprida-SP. Medidas de fiscalização da proibição de circulação de veículos pela praia e da proibição de estacionamento em áreas vegetadas junto às praias precisam ser urgentemente tomadas, uma vez que estas práticas estão em total desacordo com as medidas protetivas estabelecidas para a ilha, considerada APA.

Comparamos os resultados obtidos na análise do *NDVI*, (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) do nosso estudo no período de 1993 a 2010 e percebemos que houve uma acentuada queda no índice de vegetação com uma redução média de 10,16% referente ao território total do município de Ilha Comprida,

e esta redução mostrou-se mais crítica na parte Norte do município, onde estão a maior parte da população e residências, sendo nessa área 11,29% de perda da cobertura vegetal. Por ser uma área de preservação ambiental (APA) comparamos com trabalhos semelhantes que obtiveram outros resultados.

Segundo Toebe, (2009) em uma análise comparativa da cobertura florestal utilizando técnicas de sensoriamento remoto na bacia sanga sabiá nos anos de 1985 e 2008, no Estado do Paraná, nos municípios de Medianeira e Matelândia onde foram utilizadas para o sensoriamento remoto as imagens do *Landsat-5/TM*, observou-se que houve um aumento de 858,15 hectares (25,54%) de cobertura florestal, passando de 1.065,24 hectares (31,71%) no ano de 1985, para 1.923,39 hectares (57,25%) no ano de 2008. Diferente do nosso estudo em questão, onde houve a perda do índice de vegetação mesmo sendo uma APA (Área de Preservação Ambiental), o trabalho da Toebe (2009) mostrou que ocorreu um aumento das áreas de cobertura florestal na Bacia, com ocorrência de aplicabilidade da legislação ambiental e áreas de reflorestamento, sendo este um aspecto positivo para a conservação do solo e dos recursos hídricos na área estudada.

Já para Marascalki et al., (2011) o seu estudo teve como objetivo, avaliar o comportamento da biomassa fotossinteticamente ativa da vegetação do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba RJ, com base na análise do *NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)* utilizando imagens do mesmo satélite, o *Landsat-5/TM* que foram obtidas em três diferentes décadas. O autor descreve o período de 1987 a 1999, onde faz referência a um marco histórico importante, a pré-fundação do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba RJ. Nesse contexto foi observada uma redução significativa no valor do *NDVI*, com posterior aumento (de 1999 a 2006) houve uma redução de 0,2571 para 0,2470, no valor do *NDVI* (Kruskal-Wallis,  $p < 0,01$ ), um decréscimo de aproximadamente 4%. Após 1999, o *NDVI* aumentou significativamente de 0,2470 para 0,2941 (Kruskal-Wallis,  $p < 0,01$ ), o que representou aumento de 16%. Este fato é um indicativo de que, com base nos resultados obtidos de *NDVI* e da classificação das imagens, a criação do parque possibilitou a recuperação da vegetação nativa da área ao suprimir ou impedir a atividade antrópica na região. Esse fato reforça a necessidade de criação de um Novo Plano Diretor para Ilha Comprida, tendo como meta a preservação ambiental onde foram feitos os nossos estudos.

## 5. CONCLUSÃO

Através da análise das imagens de satélite usando-se como parâmetro de medida o *Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI)*, podemos concluir que houve uma queda significativa na cobertura vegetal de Ilha Comprida no período de 1993 até 2010, com uma redução média estimada de 10,16%.

Esta redução da vegetação mostrou-se mais acentuada na parte Norte e Central da ilha do que na parte Sul, com uma redução média da vegetação neste recorte da ilha de 11,29%.

A construção da ponte ligando o continente até a ilha facilitou a chegada da especulação imobiliária até a mesma, fato que trouxe um modelo pouco sustentável de ocupação do solo, uma vez que a redução da cobertura da vegetação em menos de 20 anos foi muito grande para uma APA.

Políticas para a preservação de Ilha Comprida e um Novo Plano Diretor para o Município devem ser implantados com urgência, sobretudo para a recuperação ambiental da ilha:

- Na parte Centro e Norte, onde manchas de devastação de restinga podem ser facilmente localizadas pelas imagens de satélite deste estudo devem ser consideradas áreas com prioridade máxima para a recuperação;
- Na parte Sul deve-se evitar o avanço do calçamento de asfalto e deve-se fomentar a preservação da vegetação e das comunidades tradicionais ali já existentes.

**REFERÊNCIAS:**

ARARIPE, C.; FIGUEIREDO, P.; DEUS, A. Zoneamento de APA. Preocupação com a capacidade de suporte ou garantia da ação antrópica capitalista? O caso de Ilha Comprida, Litoral Sul de São Paulo. IV Encontro Nacional da ANPPAS, Brasília – DF, jun. 2008.

BECEGATO, J. L. Impacto ambiental antrópico na APA (Área de Proteção Ambiental) da Ilha Comprida (SP), da pré-história à atualidade. 2007.

BORGES, L. A. Estimativa de NDVI no estado de Minas Gerais utilizando imagens dos satélites CBERS\_2B/CCD e MSG/SEVIRI.

BRASIL - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA, Portaria nº 1 de 31 de agosto de 1981.

BRASIL, 1996 CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 07/96 disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res96/res0796.html> acesso em 14/07/2017.

CÂMARA MUNICIPAL DE ILHA COMPRIDA, História do município. Disponível em: <<http://www.camarailhacomprida.sp.gov.br/>> Acesso em 20 de Setembro 2017.

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. 2 ed. São Paulo: Edgar Blücher, 1979.

DELTARES, Mapas integridade das bordas continentais no mundo disponíveis em <http://aqua-monitor.appspot.com/> acesso em 01 junho 2017.

ELVIDGE, C. D.; LYON, R. J. P. Influence of rock-soil spectral variation on the assessment of green biomass. Remote Sensing of Environment, 17 p. 265-279, 1985.

GANDRA, C. V.; MAGENTA, M. A. G.; GIORDANO, F. Chrono-quantitative analysis of Casuarina equisetifolia rise and dispersion in Ilha Comprida (São Paulo, Brazil). UNISANTA Bioscience, vol.4 nº 4. P. 197-201, 2015.

GOOGLE . Mapas disponível em <https://www.google.com.br/maps/@-24.7130062,-47.510346,3292m/data=!3m1!1e3> acesso em 18 de julho de 2017.

HOLBEN, B. N.; TUCKER, C. J.; FAN, C. J. Spectral assessment of soybean leaf area and leaf biomass. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 46 p. 651-656, 1980.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 2000 – Censo Município de Ilha Comprida disponível em <http://www.geografos.com.br/index.php> acesso em 01 de abril 2017.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 2010 – Censo Município de Ilha Comprida disponível em <http://www.geografos.com.br/index.php> acesso em 04 de abril 2017.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisa Aeroespacial – disponível em [www.inpe.gov.br](http://www.inpe.gov.br) acesso em 13 fevereiro de 2017.

ILHA COMPRIDA (Prefeitura Municipal). Ilha Comprida – Vale do Ribeira – São Paulo – Brasil. Ilha Comprida, Série - Folder da Prefeitura Municipal. 1996.

JENSEN, J. R. Introductory digital image processing: a remote sensing perspective. 2ª. ed. Upper Saddle River: Prentice-Hall, 1996.

QGIS Quantum GIS 2.18. Disponível em: <http://hub.qgis.org/projects/openlayers>. Acesso: 01 fevereiro 2017.

LEITE, Marcos Esdras et al. Sensoriamento remoto aplicado ao mapeamento da dinâmica do uso do solo na bacia do rio Pacuí, no norte de Minas Gerais, nos anos de 1989, 1999 e 2009. Revista do Departamento de Geografia, v. 23, p. 217-231, 2012.

LIMA, C. O. e OLIVEIRA, R. C. Os processos de erosão e progradação no município de Ilha Comprida-SP. Revista Geonorte, Edição Especial, V.1, N.4, p.902 – 915, 2012.

LIU, W. T. H. Aplicações de sensoriamento remoto. Oficina de Textos, 2015.

MARASCALKI, BRUNO; FURTADO, AL dos S.; JESUS, N. de. Análise temporal do NDVI da vegetação do Parna da restinga de Jurubatiba, RJ. In: Embrapa Monitoramento por Satélite-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA 5., 2011, Campinas. Anais... Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2011., 2011.

MELO RODRIGUES, Natalicio. A estrada como elemento fragmentador de ecossistemas: análise da estrutura da zona de amortecimento do Parque Nacional do Catimbau como contribuição ao estudo da ecologia da paisagem. 2011.

MELOS N. D. et al. Um Fragmento da Floresta Ombrófila Mista. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/300485715\\_Analise\\_Atraves\\_da\\_Geoestatistica\\_Aplicada\\_em\\_Dados\\_Obtidos\\_por\\_NDVI\\_de\\_Um\\_Fragmento\\_da\\_Floresta\\_Ombrofila\\_Mista](https://www.researchgate.net/publication/300485715_Analise_Atraves_da_Geoestatistica_Aplicada_em_Dados_Obtidos_por_NDVI_de_Um_Fragmento_da_Floresta_Ombrofila_Mista). Acesso em 22 de abril de 2017.

MODESTO, Francine; DO CARMO, Roberto Luiz. Riscos ambientais, percepção e adaptação em zonas costeiras: o caso de Ilha Comprida. Revista Espinhaço|UFVJM, p. 24-42, 2017.

MOREIRA E. B. M. e SILVA A. M. Avaliação espaço temporal do índice de vegetação (NDVI) no manguezal de Maracaípe – PE, através de imagens do satélite *Landsat-5/TM*. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, INPE, p. 1570-1575. 2011.

MUEHE, D. Erosão e Progradação no litoral brasileiro. Brasília, MMA, 2006.

NDVI - Análise Através da Geoestatística Aplicada em Dados Obtidos por NDVI de NOVO, E. L. M. Sensoriamento remoto: princípios e aplicações. Edgar Blucher, São

Paulo, 1989.

PIVELLO, Vânia Regina; METZGER, Jean Paul. Diagnóstico da pesquisa em ecologia de paisagens no Brasil (2000-2005). *Biota Neotropica*, v. 7, n. 3, 2007.

PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E.; KUPLICH, T. M. Sensoriamento remoto da vegetação. Oficina de Textos, 2013.

QUEIROZ, O. T. M. M.; PONTES, B.M.S. O (re) arranjo de Iguape e Ilha Comprida sob o advento do turismo e da exploração dos recursos naturais. In: LEMOS, A. I.G. (Org). Turismo: impactos socioambientais. 2.ed. São Paulo: Hucitec, 1999.

ROLLO T.C.; MAGENTA M. A. G.; NAKASATO M. V., GIORDANO F., LAPO C. A. Restinga Vegetation on Ilha Comprida: Conservation Conditions and a Comparative Study with other Environmental Protection Areas of São Paulo State – Brazil. *UNISANTA Bioscience*, Vol 2 nº 1 p. 52-65, 2013.

ROSADO, B. H. P.; MATTOS, E. A. Interspecific variation of functional traits in a CAM-tree dominated sandy coastal plain. *Journal of Vegetation Science*, 21:43-54. 2010.

SILVA, B. B.; Organizador - APLICAÇÕES AMBIENTAIS BRASILEIRA DE GEOPROCESSAMENTO E SENSORIAMENTO REMOTO – Campina Grande – PB: ED. Edufcg, p. 09 a 177. 2013.

SILVA, J. S.; DA SILVA, R. M.; SILVA, A. M. Mudanças do Uso e Ocupação do Solo e Degradação Eco-Ambiental Usando Imagens Orbitais: O Estudo de Caso da Bacia do Rio Bacanga, São Luís (MA)(Land Use/Cover Change and Environmental Degradation Based on Orbital Images: A Case Study of Bacanga River...). *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 9, n. 1, p. 265-279, 2016.

SITES - Análise florística das pteridófitas do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, Rio de Janeiro, Brasil disponível em [www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-33062004000200007](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-33062004000200007) acesso em 19 de fevereiro de 2017.

SITES - Aspectos da flora e da vegetação secundária da restinga de Santa Catarina, Sul do Brasil. disponível em <https://periodicos.ufsc.br/index.php/insula/article/download/21771/19743> acesso em 18 de fevereiro de 2017.

SITES – Dicionário Geographico do Brazil disponível em <https://archive.org/details/apontamentospara1899alfr> acesso em 07 de fevereiro de 2017.

SITES – Ecologia da paisagem e planejamento urbano: Estudo de caso da área de expansão urbana de Itanhaém - SP disponível em [http://unisanta.br/arquivos/mestrado/ecologia/dissertacoes/Dissertacao\\_Andre\\_Freitas.pdf](http://unisanta.br/arquivos/mestrado/ecologia/dissertacoes/Dissertacao_Andre_Freitas.pdf) acesso em 10 de março de 2017.

SITES para fontes de imagens – Flora catarinense disponível em <https://sites.google.com/site/biodiversidadecatarinense/> acesso em 10 de julho de 2017.

SITES para fontes de imagens – Flora Digital disponível em <http://www.ufrgs.br/fitoecologia/florars/> acesso em 21 de julho de 2017.

SITES para fontes de imagens – Herbário Virtual disponível em <http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/herbarioVirtual/ConsultaPublicoHVUC/ConsultaPublicoHVUC.do> acesso em 20 de julho de 2017.

SITES para fontes de imagens – Naturalista disponível em <http://www.naturalista.mx/taxa/62890-Casuarinaceae> acesso em 02 de agosto de 2017.

SITES - Novo Código Florestal (Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012) disponível em [http://www.abceonline.com.br/XVIIIsimposiojuridico/palestras/06-Paulo\\_de\\_Bessa\\_Antunes.pdf](http://www.abceonline.com.br/XVIIIsimposiojuridico/palestras/06-Paulo_de_Bessa_Antunes.pdf) acesso em 21 de fevereiro de 2017.

SITES para fontes de imagens – Whikipedia disponível em [https://pt.wikipedia.org/wiki/Wikip%C3%A9dia:P%C3%A1gina\\_principal](https://pt.wikipedia.org/wiki/Wikip%C3%A9dia:P%C3%A1gina_principal) acesso em 18 de julho de 2017.

SMALL, C. Estimation of urban vegetation abundance by spectral mixture analysis. *International Journal of Remote Sensing*, London, v.22, p.1305-34, 2001.

SOUZA, C. R. G. et. al – RESTINGA – Conceito e Emprego do Termo no Brasil e Aplicações na Legislação Ambiental – São Paulo: Instituto Geológico -Secretaria do Meio Ambiente Governo do Estado de São Paulo, 91p. 2008.

SUGIYAMA, M. Estudo de florestas da restinga da Ilha do Cardoso, Cananéia, São Paulo, Brasil. *Boletim do Instituto de Botânica*, São Paulo, n.11, p. 119-159, 1998.

SCHWARTZ, D. Some podzols on bateke sands and their origins, people's republic of Congo. *Geoderma*, 43:229-247, 1988.

TEIXEIRA, M. B. Vegetação: as regiões fitoecológicas, sua natureza e seus recursos econômicos estudo fitogeográfico. In: *Levantamento de recursos naturais*. Rio de Janeiro: IBGE, v. 33, p. 541-620. 1986.

TOEBE, DANIELLI. Análise comparativa da cobertura florestal utilizando técnicas de sensoriamento remoto na Bacia Sanga Sabiá nos anos de 1985 e 2008. *SPRING Publicações*, 2009.

TUCKER, C. J. Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. *Remote sensing of Everinonment*, v.8, p.325-348, apr. 1985.

**APÊNDICE I**

**Figura A1 - Foto aérea do município e da ponte.**



**Figura A2 – Foto aérea obtida durante a visita de campo a região de Dunas na parte Sul da ilha.**



**Figura A3 – Fotos ao longo da Ilha Comprida apresentando as “cicatrices” deixadas pelos loteamentos propostos e não ocupados nas últimas décadas.**



**Figura A4 – Foto da comunidade Tradicional de Pedrinhas.**



**Figura A5 – Foto da ocupação indevida da faixa de praia.**

## APÊNDICE 2

Figura A6 – Mapa de pontos para conferencia de cobertura do solo e aos valores classificados ao mapa de NDVI.

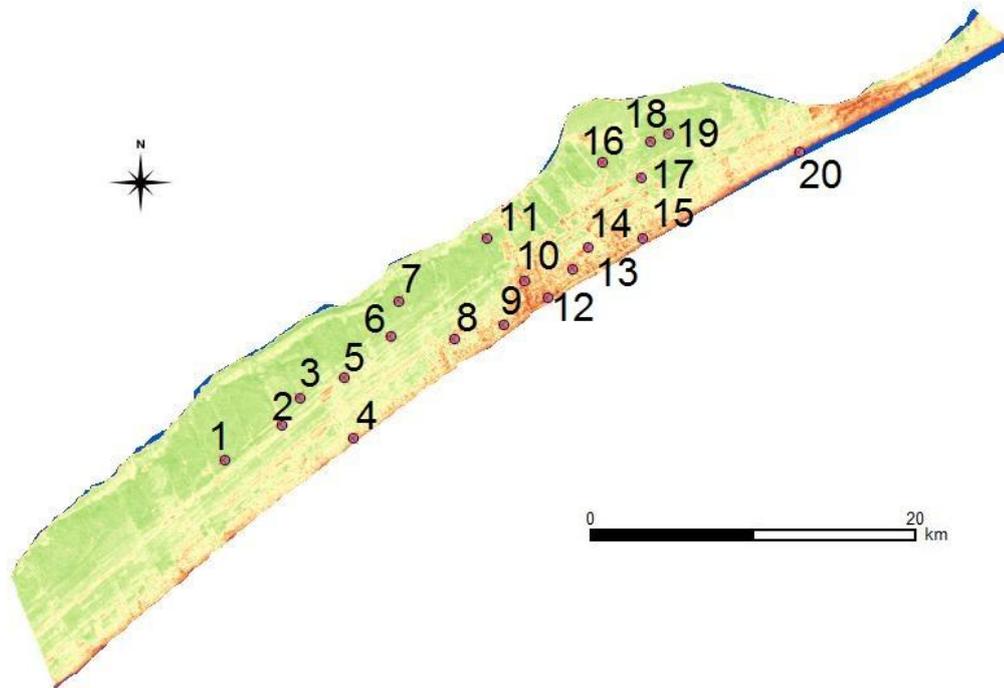


Tabela A1 - Valores de coordenada UTM e classificação de vegetação conferida

Ponto Georeferencial	Coordenadas UTM	Verificação de classificação	Tabela de códigos	
1	234573, -2743190	VA	SV	Sem vegetação/urbanizado
2	235910, -2743319	VR	VR	Vegetação rasteira
3	236346, -2741666	VA	VA	Vegetação adensada
4	237621, -2742630	SV		
5	237434, -2741199	VR		
6	238554, -2740204	VA		
7	238741, -2739364	VA		
8	240047, -2740235	SV		
9	241260, -2739893	SV		
10	241789, -2738783	SV		
11	240825, -2737840	VA		
12	242255, -2739240	SV		
13	242909, -2738586	SV		
14	243251, -2738058	SV		
15	244588, -2737840	SV		
16	243593, -2736005	VA		
17	244526, -2736347	VA		
18	244806, -2735476	VA		
19	245179, -2735289	VA		
20	248321, -2735756	SV		

## ANEXO I

### Anexo da Resolução CONAMA nº 07/96

#### I - INTRODUÇÃO

Entende-se por vegetação de restinga o conjunto das comunidades vegetais, fisionomicamente distintas, sob influência marinha e fluvio-marinha. Essas comunidades, distribuídas em mosaico, ocorrem em áreas de grande diversidade ecológica, sendo consideradas comunidades edáficas por dependerem mais da natureza do solo que do clima. Essas formações, para efeito desta Resolução, são divididas em: Vegetação de Praias e Dunas, Vegetação Sobre Cordões Arenosos e Vegetação Associada às Depressões. Na restinga os estágios sucessionais diferem das formações ombrófilas e estacionais, ocorrendo notadamente de forma mais lenta, em função do substrato que não favorece o estabelecimento inicial da vegetação, principalmente por dissecação e ausência de nutrientes. O corte da vegetação ocasiona uma reposição lenta, geralmente de porte e diversidade menores, onde algumas espécies passam a predominar. Dada a fragilidade desse ecossistema a vegetação exerce papel fundamental para a estabilização de dunas e mangues, assim como para a manutenção da drenagem natural. A dinâmica sucessional da restinga passa a ser caracterizada a seguir:

#### II - VEGETAÇÃO DE PRAIAS E DUNAS

Por serem áreas em contínua modificação pela ação dos ventos, chuvas e ondas, caracterizam-se como vegetação em constante e rápido dinamismo, mantendo-se sempre como vegetação pioneira de primeira ocupação (climax edáfico) também determinado por marés, não sendo considerados estágios sucessionais.

a) Na zona entremarés (estirâncio) existe criptógamas representadas por microalgas e fungos não observáveis a olho nu. Na área posterior surgem plantas herbáceas providas de estolões ou de rizomas, em alguns casos formando touceiras, com distribuição esparsa ou recobrimo totalmente a areia, podendo ocorrer a presença de arbustos, chegando em alguns locais a formar maciços; b) estrato herbáceo predominante apenas nas dunas; c) no estrato herbáceo não se consideram parâmetros como altura e diâmetro. No estrato arbustivo a altura varia entre 1,0 e 1,5 metros e o diâmetro raramente ultrapassa 3 centímetros; d) as epífitas, quando presentes, no estrato arbustivo, podem ser briófitas, líquens, bromélias e orquídeas (*Epidendrum* spp); e) espécies que em outras formações ocorrem como trepadeiras, nesta formação recobrem o solo tais como: *Oxypetalum tomentosum*, *Vigna luteola*, *Canavalia obtusifolia*, *Stigmaphyllon* spp, *Smilax* spp, abraço-de-rei (*Mikania* sp), cipó-caboclo (*Davilla rugosa*); f) serapilheira não considerada; g) subosque ausente; h) nas praias é comum a ocorrência de grande diversidade de fungos: *Ceriosporopsis halina*, *Corollospora* spp, *Halosphaeria* spp, *Cirrenalia macrocephala*, *Clavariosporopsis bulbosa*, *Halosarphaea fibrosa*, *Didymosphaeria enalia*, *Pestalotia* spp, *Lulworthia fucicola*, *Lentescospora* spp, *Trichocladium achrasporum*, *Humicola alopallonella*, com a dominância de *Halosphaeria* spp, *Ceriosporopsis halina* e *Corollospora maritima*. Nas dunas normalmente não ocorre dominância e a diversidade de espécies é baixa; i) espécies indicadoras: *Blutaparon portulacoides*, *Ipomoea* spp, timutu ou pinheirinho-de-praia (*Polygala cyparissias*), carrapicho-de-praia (*Acicarpa spathulata*); gramíneas (*Panicum* spp, *Spartina* spp, *Paspalum* spp), grama-de-praia (*Stenotaphrum secundatum*), carrapicho (*Cenchrus* spp), ciperáceas (*Androtrichum polycephalum*, *Fimbristylis* spp, *Cladium mariscus*), acariçoba (*Hydrocotyle bonariensis*), cairussu (*Centella asiatica*) e as cactáceas (*Cereus peruvianus*, *Opuntia monoacantha*). Se houver ocorrência de arbustos, as espécies geralmente são: camarinha (*Gaylussacia brasiliensis*), canelinha-do-brejo (*Ocotea pulchella*), caúna ou congonhinha (*Ilex theezans*), *Dodonaea viscosa*, feijão-de-praia (*Sophora tomentosa*), *Erythroxylum amplifolium*, pitanga (*Eugenia uniflora*), araçá-de-praia (*Psidium cattleianum*), maçazinha-de-praia (*Chrysobalanus icaco*); j) nas praias, o substrato é composto por areia de origem marinha e conchas, periodicamente inundado pela maré. Nas dunas o substrato é arenoso e seco, retrabalhado pelo vento, podendo ser atingido pelos borrifos da água do mar. l) endemismos não conhecidos; m) as áreas entremarés (estirâncio) constituem-se em pontos de descanso, alimentação e rota migratória de aves provenientes dos hemisférios boreal e austral, como o maçarico (*Caladris* sp e *Tringa* sp), batuiria (*Charadrius* sp); pinguim (*Spheniscus megalanicus*) e gaivotão (*Larus dominicensis*); ponto de reprodução de tartarugas marinhas (*Caretta caretta* e *Chelonia mydas*) e ponto de descanso,

alimentação e rota migratória de mamíferos marinhos: elefante-marinho (*Mirouga* sp), lobo-marinho (*Arctocephalus* sp) e leão-marinho (*Otaria* sp), e criptofauna característica não observável a olho nu; As áreas de dunas caracterizam-se como zona de descanso, alimentação e rota migratória de Charadriiformes e Falconiformes - falcão-peregrino (*Falco peregrinus*), águia-pescadora (*Pandion haliaetus*); batuíra (*Charadrius collaris*); maçarico (*Gallinago gallinago*); migratória: piru-piru (*Haematopus palliatus*); batuíruçus (*Pluvialis squatarola* e *Pluvialis dominica*); batuíra (*Charadrius* spp); maçaricos (*Tringa* spp, *Calidris* spp, *Arenaria interpres*, *Numerius phaeopus*, *Limosa haemastica*) e Passeriforme - caminheiro (*Anthus* sp). Nas áreas abertas ou alteradas desaparecem as espécies migratórias e ocorre a colonização por espécies oportunistas como: chopim (*Molothrus bonariensis*), coruja-buraqueira (*Speotyto cunicularis*); anu-branco (*Guira guira*); gavião-carrapateiro (*Milvago chimachima*).

### III - VEGETAÇÃO SOBRE CORDÕES ARENOSOS

#### III.1. - ESCRUBE

##### III.1.1.- PRIMÁRIA/ORIGINAL

a) fisionomia arbustiva com predominância de arbustos de ramos retorcidos formando moitas intercaladas com espaços desnudos ou aglomerados contínuos que dificultam a passagem; b) estratos predominantes arbustivo e herbáceo; c) altura das plantas: cerca de 3 metros, diâmetro da base do caule das lenhosas em torno de 3 centímetros; d) poucas epífitas, representadas por líquens (*Usnea barbata*, *Parmelia* spp), briófitas, pteridófitas (*Microgramma vacciniifolia*), bromeliáceas (*Tillandsia* spp, *Vriesea* spp), orquídeas *Epidendrum* spp, chuva-de-ouro (*Oncidium flexuosum*) e *Encyclia* spp; e) quantidade e diversidade significativa de trepadeiras, podendo ocorrer *Stigmaphyllon* spp, *Oxypetalum* sp, *Mandevilla* spp, *Smilax* spp, *Mikania* spp, *Cassitha* spp, *Davilla rugosa*; f) camada fina de serapilheira, podendo em alguns locais acumular-se sob as moitas; g) subosque ausente; h) no estrato herbáceo pode haver predominância de gramíneas ou ciperáceas; no herbáceo-arbustivo, qualquer uma das espécies ocorrentes pode predominar; nas áreas abertas e secas ocorrem líquens terrestres (*Cladonia* spp) e briófitas; i) espécies indicadoras: *Dalbergia ecastaphylla*; *Dodonaea viscosa*; monjoleiro (*Abarema* spp), canelinha-do-brejo (*Ocotea pulchella*), aroeirinha (*Schinus terebinthifolius*); orelha-de-onça (*Tibouchina holosericea*), maria-mole (*Guapira opposita*); feijão-de-praia (*Sophora tomentosa*); erva-baleeira (*Cordia verbenacea*), araçá (*Psidium cattleianum*), camarinha (*Gaylussacia brasiliensis*), caúna ou congonhinha (*Ilex* spp), maçã-de-praia (*Chrysobalanus icaco*); *Erythroxylum* spp, *Pera glabrata*, pinta-noiva (*Ternstroemia brasiliensis*), pitanga (*Eugenia uniflora*); orquídeas terrestres (*Epidendrum fulgens*, *Catasetum trulla*, *Cleistes libonii*, *sumaré* ou *sumbaré* (*Cyrtopodium polyphyllum*)); bromeliáceas terrestres (*Nidularium innocentii*; *Quesnelia arvensis*; *Dyckia encholirioides*; *Aechmea nudicaulis*), pteridófitas: samambaia-de-buquê (*Rumohra adiantiforme*); *Blechnum* spp, *Schizaea pennula*; j) substrato arenoso de origem marinha, seco. Em alguns trechos pode acumular água na época chuvosa, dependendo da altura do lençol freático; l) endemismos não conhecidos; m) ocorrência de aves migratórias e residentes como: saíras (*Tangara* spp); gaturamos (*Euphonia* spp); tucanos e araçaris (*Ramphastos* spp, *Selenidera maculirostris* e *Bailloni* *bailloni*); arapongas (*Procnias nidicollis*); bem-te-vis (*Pitangus sulphuratus*); macucos (*Tinamus solitarius*); jaós (*Crypturellus* sp); jacús (*Penelope obscura*).

##### III.1.2.- ESTÁGIO INICIAL DE REGENERAÇÃO DO ESCRUBE

a) fisionomia predominantemente herbácea podendo haver testemunhos lenhosos da vegetação original; b) estrato predominante herbáceo; c) se ocorrerem espécies lenhosas, são de pequeno porte, altura de até 1 metro, com diâmetros pequenos; d) epífitas, se ocorrerem, representadas principalmente por líquens; e) trepadeiras, quando presentes, ocorrem como reptantes, sendo as mesmas espécies da vegetação original; f) pouca ou nenhuma serapilheira; g) subosque ausente; h) diversidade menor em relação à vegetação original, com predominância de algumas espécies (dependendo do local). Podem ocorrer espécies ruderais como picão-preto (*Bidens pilosa*), *Gleichenia* spp., samambaia-das-taperas (*Pteridium aquilinum*) e sapé (*Imperata brasiliensis*); i) as espécies indicadoras vão depender do tipo de alteração ocorrida no substrato e na drenagem; j) substrato arenoso, de origem marinha, seco; l) endemismos não conhecidos; m) fauna com espécies menos exigentes e oportunistas.

### III.1.3. - ESTÁGIO MÉDIO DE REGENERAÇÃO DO ESCRUBE

a) fisionomia herbáceo-subarbusativa; b) estrato predominante herbáceo e sub-arbustivo; c) vegetação sub-arbustiva, com até 2 metros de altura e diâmetro caulinar com cerca de 2 centímetros; d) maior diversidade e quantidade de epífitas que no estágio inicial: *Tillandsia* spp, barba-de-velho (*Usnea barbata*), *Vriesea* spp, *Epidendrum fulgens*; e) trepadeiras, são as mesmas do estágio anterior porém em maior quantidade; f) pouca serapilheira; g) subosque ausente; h) maior diversidade em relação ao estágio inicial podendo haver dominância de uma ou mais espécies, sendo comum invasão por vassourais: (*Vernonia* spp), carqueja (*Baccharis trimera*) e *Dodonaea viscosa*; i) espécies indicadoras: as mesmas da vegetação original, podendo haver predominância de uma ou mais espécies; j) substrato arenoso, seco, de origem marinha; l) endemismos não conhecidos; m) espécies da fauna mais exigentes, endêmicas ou restritas desaparecem, ocorrendo somente espécies menos exigentes;

### III.1.4- ESTÁGIO AVANÇADO DE REGENERAÇÃO DO ESCRUBE

a) fisionomia herbáceo-arbustiva mais aberta que a original; b) estratos predominantes, herbáceo e arbustivo; c) altura das plantas podendo chegar a 3 metros e diâmetro caulinar cerca de 3 centímetros; d) maior diversidade e quantidade de epífitas em relação ao estágio médio; e) maior diversidade e quantidade de trepadeiras que no estágio médio havendo, entretanto, predominância de algumas espécies como *Davilla rugosa* e *Smilax* spp; f) pouca serapilheira, podendo haver acúmulo sob as moitas; g) subosque ausente; h) grande diversidade de espécies. Nas áreas com areia desnuda podem ocorrer líquens (*Cladonia* spp) e briófitas (musgos e hepáticas). Ocorre dominância de uma ou mais espécies, variando conforme o local; i) as espécies indicadoras são: *Dalbergia ecastaphylla*, *Dodonaea viscosa* aroeirinha (*Schinus terebinthifolius*); *Sophora tomentosa*; orelha-de-onça (*Tibouchina holosericea*), araçá-de-praia (*Psidium cattleianum*); *Gaylussacia brasiliensis*, *Eugenia* spp; j) substrato arenoso, seco, de origem marinha; l) endemismos não conhecidos; m) fauna semelhante a original variando a quantidade e diversidade;

## III.2. FLORESTA BAIXA DE RESTINGA

### III.2.1 - PRIMÁRIA/ORIGINAL

a) fisionomia arbórea com dossel aberto, estrato inferior aberto e árvores emergentes; b) estratos predominantes arbustivo e arbóreo; c) árvores em geral de 3 a 10 metros de altura, sendo que as emergentes chegam a 15 metros, com grande número de plantas com caules ramificados desde a base. Pequena amplitude diamétrica (5 a 10 cm), dificilmente ultrapassando 15 centímetros; d) grande quantidade e diversidade de epífitas com destaque para as bromeliáceas, orquídeas, aráceas, piperáceas, gesneriáceas, pteridófitas, briófitas e líquens; e) pequena quantidade e diversidade de trepadeiras, ocorrendo a presença de baunilha (*Vanilla chamissonis*), *Smilax* spp, abre-caminho (*Lygodium* spp), cará (*Dioscorea* spp); f) camada fina de serapilheira (entre 4 e 5 cm), com grande quantidade de folhas não decompostas; podendo ocorrer acúmulo em alguns locais; g) subosque dificilmente visualizado; h) grande diversidade de espécies, podendo haver predominância de mirtáceas: guamirim (*Myrcia* spp), araçá-da-praia (*Psidium cattleianum*), guabiroba-de-praia (*Campomanesia* spp), murta (*Blepharocalyx* spp), guamirim (*Gomidesia* spp), pitanga (*Eugenia* spp). Presença de palmáceas: guaricangas (*Geonoma* spp), tucum (*Bactris setosa*), brejaúva (*Astrocaryum aculeatissimum*); gerivá (*Arecastrum romanzoffianum*); grande quantidade de bromeliáceas terrestres, principalmente *Quesnelia arvensis*; i) espécies indicadoras: mirtáceas, *Geonoma schottiana*, *Clusia criuva* e pinta-noiva (*Ternstroemia brasiliensis*); j) substrato arenoso de origem predominantemente marinha, seco, com as raízes formando trama superficial; l) endemismo conhecido: cambuí (*Siphoneugena guilfoyleiana*), na Ilha do Cardoso - Município de Cananéia/SP; m) é importante zona de pouso, alimentação, reprodução, dormitório e rota migratória de aves florestais, passeriformes e não passeriformes, muitos endêmicos como saíra peruviana (*Tangara peruviana*) e papa moscas de restinga (*Phylloscartes kronei*).

### III.2.2 - ESTÁGIO INICIAL DE REGENERAÇÃO DA FLORESTA BAIXA DE RESTINGA

a) fisionomia herbácea, podendo ocorrer remanescentes da vegetação original; b) estratos predominantes herbáceo e arbustivo; c) altura das plantas até 2 metros e diâmetro de até 2

centímetros; d) pequena quantidade e diversidade de epífitas, briófitas e líquens na base das plantas; e) pequena quantidade e diversidade de trepadeiras: *Smilax* spp, *Mandevilla* spp, *Davilla rugosa*; f) pouca serapilheira; g) subosque ausente; h) mediana diversidade de espécies, apresentando muitas espécies da formação original, porém no estágio de plântulas; apresenta invasoras ruderais como *Solanum* spp, *Baccharis* spp. No substrato desnudo, inicia-se a recolonização, com espécies das dunas e ruderais; i) espécies indicadoras: mirtáceas, *Tibouchina holosericea* e *Clusia criuva*; j) substrato seco, arenoso, de origem predominantemente marinha; l) endemismos não conhecidos; m) ocorre o desaparecimento da fauna existente na vegetação original, com ocupação por espécies oportunistas.

### III.2.3 - ESTÁGIO MÉDIO DE REGENERAÇÃO DA FLORESTA BAIXA DE RESTINGA

a) fisionomia arbustivo-arbórea; b) estratos predominantes: herbáceo e arbustivo-arbóreo; c) árvores com até 6 metros de altura, pequena amplitude diamétrica, diâmetros de até 10 centímetros; d) epífitas representadas por líquens, briófitas, pteridófitas e bromeliáceas de pequeno porte, com média diversidade e pequena quantidade; e) trepadeiras herbáceas, baixa diversidade e pequena quantidade; f) camada fina de serapilheira, pouco decomposta; g) subosque (estrato herbáceo) representado por bromeliáceas, pteridófitas, briófitas e líquens terrestres; h) média diversidade, apresentando muitas espécies da formação original, podendo haver predominância de mirtáceas; i) espécies indicadoras: mirtáceas, lauráceas e guaricangas; j) substrato arenoso de origem predominantemente marinha, seco, com pouco húmus; l) endemismos não conhecidos; m) fauna apresentando aumento da diversidade;

### III.2.4 - ESTÁGIO AVANÇADO DE REGENERAÇÃO DA FLORESTA BAIXA DE RESTINGA

a) fisionomia arbórea aberta, podendo apresentar árvores emergentes; b) estrato predominante arbustivo-arbóreo; c) árvores com até 8 metros de altura, pequena amplitude diamétrica, dificilmente ultrapassando 10 centímetros de diâmetro; d) média diversidade de epífitas, representadas por líquens, briófitas, pteridófitas, bromeliáceas em grande quantidade, orquídeas, gesneriáceas e piperáceas; e) pequena quantidade e diversidade de trepadeiras, em geral herbáceas; f) camada fina de serapilheira, podendo ocorrer acúmulo em alguns locais, com grande quantidade de folhas não decompostas; g) subosque (estrato herbáceo) formado principalmente por bromeliáceas e pteridófitas terrestres, com média diversidade e grande quantidade; h) grande diversidade de espécies, podendo ocorrer predominância de mirtáceas, lauráceas, *Ternstroemia brasiliensis*, *Ilex* spp, *Clusia criuva*; i) espécies indicadoras: guaricangas (*Geonoma* spp) *Ternstroemia brasiliensis*, *Ilex* spp, *Clusia criuva* e espécies de mirtáceas; j) substrato arenoso de origem predominantemente marinha, seco, com as raízes formando trama superficial; l) endemismos não conhecidos; m) fauna semelhante à das formações originais.

## III.3. - FLORESTA ALTA DE RESTINGA

### III.3.1 - PRIMÁRIA/ORIGINAL

a) fisionomia arbórea com dossel fechado; b) estrato predominante arbóreo; c) altura variando entre 10 e 15 metros, sendo que as emergentes podem atingir 20 metros. Amplitude diamétrica mediana variando de 12 a 25 centímetros, com algumas plantas podendo ultrapassar 40 centímetros; d) alta diversidade e quantidade de epífitas. Possível ocorrência de *Clusia criuva* como hemi-epífita, aráceas (*Philodendron* spp, *Monstera* spp), bromeliáceas (*Vriesea* spp, *Aechmea* spp, *Billbergia* spp), orquídeas (*Epidendrum* spp, *Phymatidium* spp, *Octomeria* spp, *Pleurothallis* spp, *Maxillaria* spp), samambaias (*Asplenium* spp, *Vittaria* spp, *Polypodium* spp, *Microgramma vacciniifolia*), briófitas e líquens; e) significativa quantidade de trepadeiras: *Asplundia rivularis*; *Smilax* sp; f) espessa camada de húmus e serapilheira, sendo esta variável de acordo com a época do ano; g) subosque presente: plantas jovens do estrato arbóreo, arbustos como: *Weinmannia paulliniifolia*, pinta-noiva (*Ternstroemia brasiliensis*), *Erythroxylum* spp, *Amaioua intermedia*, fetos arborescentes (*Trichopteris atrovirens*), guaricangas (*Geonoma* spp) e tucum (*Bactris setosa*). poucas plantas no estrato herbáceo; h) grande diversidade de espécies, sendo que no estrato arbóreo há dominância de: mirtáceas, lauráceas (*Ocotea* spp), guanandi (*Calophyllum brasiliensis*), caúna (*Ilex* spp) mandioqueira (*Didymopanax* spp), *Pera glabrata*, palmito ou juçara (*Euterpe edulis*), indaiá (*Attalea dubia*); i) espécies indicadoras: *Clusia criuva*, canelinha-do-brejo (*Ocotea pulchella*), guanandi

(*Calophyllum brasiliensis*), *Psidium cattleianum*, guaricanga (*Geonoma schottiana*), palmito ou juçara (*Euterpe edulis*); j) substrato arenoso de origem predominantemente marinha, podendo haver deposição de areia e argila de origem continental, ocorrendo inundações ocasionais em determinadas áreas. pH ácido (em torno de 3); l) endemismos não conhecidos; m) fauna: - aves: guaxe (*Cacicus haemorrhous*) choquinha (*Myrmotherula unicolor*) jaó do litoral (*Crypturellus noctivagus*) cricrió (*Carponis melanocephalus*), papagaio-de-cara-roxa (*Amazona brasiliensis*), saracura-três-potes (*Aramides cajanea*); - mamíferos: mico-leão-caiçara (*Leontopithecus caissara*), queixada (*Tayassu pecari*), bugio (*Alouatta fusca*), mono-carvoeiro (*Brachyteles arachnoides*).

### III.3.2 - ESTÁGIO INICIAL DE REGENERAÇÃO DA FLORESTA ALTA DE RESTINGA

a) fisionomia herbáceo-arbustiva podendo ocorrer remanescentes arbóreos; b) estratos predominantes herbáceo e arbustivo; c) arbustos e arvoretas com até 3 metros de altura, pequena amplitude diamétrica, com diâmetros menores que 5 centímetros; d) epífitas, se presentes, representadas por líquens, briófitas e bromeliáceas pequenas, com baixa diversidade e pequena quantidade; e) trepadeiras, se presentes, representadas por *Smilax* spp, *Mikania* spp, *Davilla rugosa* e *Mandevilla* spp; f) camada fina de serapilheira, quando presente; g) subosque constituído por herbáceas; h) baixa diversidade de espécies, podendo haver predominância de uma ou algumas espécies; i) espécies indicadoras: gramíneas (*Chusquea* spp), ciperáceas, capororoca (*Rapanea ferruginea*), embaúba (*Cecropia pachystachia*), congonha (*Ilex* spp), podendo ocorrer espécies ruderais; j) substrato arenoso de origem predominantemente marinha, podendo ocorrer deposição de areia e argila de origem continental. Ocasionalmente pode haver inundação; l) endemismos não conhecidos; m) fauna com predominância de indivíduos de áreas abertas, pouca diversidade.

### III.3.3 - ESTÁGIO MÉDIO DE REGENERAÇÃO DA FLORESTA ALTA DE RESTINGA

a) fisionomia arbustivo-arbórea; b) estrato predominante arbóreo-arbustivo; c) árvores com até 8 metros de altura, pequena amplitude diamétrica, com diâmetros de até 12 centímetros; d) epífitas representadas por líquens, briófitas, pteridófitas e bromeliáceas pequenas; diversidade e quantidade maior em relação ao estágio anterior; e) trepadeiras herbáceas; f) camada fina de serapilheira; g) subosque representado por bromeliáceas, pteridófitas e aráceas terrestres, plantas jovens de arbustos e árvores; h) baixa diversidade, com predominância de algumas espécies; i) espécies indicadoras: pinta-noiva (*Ternstroemia brasiliensis*), canelinha-do-brejo (*Ocotea pulchella*), *Clusia criuva*, *Chusquea* spp; j) substrato arenoso, de origem predominantemente marinha, podendo ocorrer deposição de areia e argila de origem continental. Ocasionalmente pode haver inundação; l) endemismos não conhecidos; m) fauna com aumento da diversidade e quantidade em relação ao estágio anterior.

### III.3.4 - ESTÁGIO AVANÇADO DE REGENERAÇÃO DA FLORESTA ALTA DE RESTINGA

a) fisionomia arbórea; b) estrato predominante arbóreo; c) árvores de até 12 metros de altura, com as emergentes podendo ultrapassar 15 metros, média amplitude diamétrica, com diâmetros variando de 10 a 15 centímetros, com algumas plantas podendo ultrapassar 25 centímetros; d) epífitas representadas por líquens, briófitas, pteridófitas, bromeliáceas, orquídeas, piperáceas e aráceas; e) trepadeiras, representadas por leguminosas e sapindáceas; f) camada espessa de serapilheira, com as folhas em avançado grau de decomposição; g) presença de subosque, com características semelhantes ao original; h) média diversidade, com dominância de algumas espécies; i) espécies indicadoras, representadas principalmente pelas: mirtáceas, lauráceas, palmáceas e rubiáceas; j) substrato arenoso de origem predominantemente marinha, podendo ocorrer deposição de areia e argila de origem continental. Ocasionalmente pode ocorrer inundação. Raízes formando trama superficial; l) endemismos não conhecidos; m) fauna semelhante à da formação original;

## IV - VEGETAÇÃO ASSOCIADA ÀS DEPRESSÕES

Ocorrem entre cordões arenosos e em áreas originadas pelo assoreamento de antigas lagoas, lagunas e braços de rio, ou mesmo pelo afloramento do lençol freático. A vegetação entre cordões arenosos e a dos brejos de restinga, por estarem localizadas em áreas em contínuas modificações, em função das variações do teor de umidade e dinamismo (altura e extensão) dos cordões, caracterizam-se como vegetação de primeira ocupação (Clímax Edáfico) e portanto não são

considerados estágios sucessionais. Alterações nessas formações podem levar ao desaparecimento das mesmas e/ou a substituição por outro tipo de formação.

#### IV.1 ENTRE CORDÕES ARENOSOS

a) fisionomia herbáceo-arbustiva; b) estrato predominante herbáceo-arbustivo; c) altura das plantas entre 1 e 1,5 metros; d) epífitas ausentes; e) trepadeiras ausentes; f) serapilheira ausente; g) subosque ausente; h) pequena diversidade de espécies, podendo ocorrer pteridófitas (*Lycopodium* spp, *Ophioglossum* sp), gramíneas, ciperáceas, saprófitas (*Utricularia nervosa*), além de botão-de-ouro (*Xyris* spp), *Triglochin striata* e *Drosera villosa*; i) espécies indicadoras: *Tibouchina holosericea*, *Drosera villosa* e *Lycopodium* spp e espécies da família das ciperáceas; j) substrato arenoso de origem marinha, encharcado, com grande quantidade de matéria orgânica incorporada; l) endemismos não conhecidos; m) são importantes sítios de reprodução de aves aquáticas: guará (*Endocimus ruber*), narceja (*Gallinago gallinago*); quero-quero (*Vanellus chilensis*); irerê (*Dendrocygna viduata*); pato-do-mato (*Cairina moschata*); saracura-três-potes (*Aramides cajanea*); - mamíferos: lontra (*Lutra longicaudis*) e répteis como o jacaré-do-papo-amarelo (*Caiman latirostris*);

#### IV.2 - BREJO DE RESTINGA

a) fisionomia herbácea; b) unicamente estrato herbáceo; c) pequena altura podendo chegar até a 2 metros no caso da taboa (*Typha* spp) e *Scirpus* sp; d) epífitas ausentes; e) trepadeiras ausentes; f) serapilheira ausente; g) subosque ausente; h) nos brejos onde há maior influência de água salobra ocorrem gramíneas (*Paspalum maritimum*, *Spartina* spp), ciperáceas (*Scirpus* sp, *Cyperus* spp, *Scleria* spp) e taboa (*Thypha domingensis*). Nos brejos com menor ou nenhuma influência de água salobra a diversidade é maior: ciperáceas (*Eleocharis* spp, *Cyperus* spp, *Scleria* spp, *Fuirena* spp), taboa (*Thypha* spp), a exótica lírio-do-brejo (*Hedychium coronarium*), onagráceas: cruz-de-malta (*Ludwigia* spp); melastomatáceas (*Pterolepis glomerata*), chapéu-de-couro (*Echinodorus* spp), cebolana (*Crinum erubescens*), orelha-de-burro (*Pontederia lanceolata*); gramíneas (*Panicum* spp), aguapé (*Eichhornia crassipes*), lentilha-d'água (*Lemna* spp), *Nymphaea* spp, erva-de-Santa-Luzia (*Pistia stratiotes*), murerê (*Salvinia* spp), samambaia-mosquito (*Azolla* spp) e briófitas - veludo (*Sphagnum* spp); i) espécies indicadoras de brejo salobra - *Scirpus* sp, *Paspalum maritimum*; de brejo doce - taboa (*Thypha* spp), lírio-do-brejo (*Hedychium coronarium*), chapéu-de-couro (*Echinodorus* spp), cruz-de-malta (*Ludwigia* spp); j) substrato arenoso de origem marinha, permanentemente inundado; l) endemismos não conhecidos; m) importante zona de pouso, alimentação, reprodução, dormitório e rota migratória de aves florestais passeriformes e não passeriformes; narceja (*Gallinago gallinago*); saracura-três-potes (*Aramides cajanea*).

#### IV.3 FLORESTA PALUDOSA

a) fisionomia arbórea em geral aberta; b) estrato predominante arbóreo; c) no estrato arbóreo a altura das árvores é de 8 a 10 metros, com média amplitude diamétrica, com diâmetro das plantas em torno de 15 centímetros; d) grande quantidade e diversidade de epífitas: bromeliáceas, orquídeas, gesneriáceas, aráceas e pteridófitas; e) ocorrência esporádica de trepadeiras; f) serapilheira ausente; g) nas bordas da floresta paludosa, nos locais mais secos, pode ocorrer *Trichipteris atrovirens*, *Bactris setosa* e garapuruna ou guapuruva (*Marliera tomentosa*); h) a dominância pode ser de caxeta (*Tabebuia cassinoides*) ou guanandi (*Calophyllum brasiliensis*), há baixa diversidade de espécies, podendo ocorrer arbustos heliófilos: *Tibouchina* spp, *Marlierea tomentosa*; i) espécies indicadoras: caxeta (*Tabebuia cassinoides*) e guanandi (*Calophyllum brasiliensis*); j) substrato arenoso de origem marinha, permanentemente inundado, com deposição de matéria orgânica, a água apresenta coloração castanho-ferrugínea; l) endemismos não conhecidos; m) florestas paludosas com predomínio de caxeta são importantes para reprodução, alimentação, pouso e dormitório de passeriformes e não passeriformes (*Anatidae*, *Falconidae*, *Psittacidae*, *Tyrannidae*), destacando-se: papagaio-de-cara-roxa (*Amazona brasiliense*), pássaro preto (*Agelaius cyanopus* e pato-do-mato (*Cairina moschata*), alguns mamíferos como lontra (*Lutra longicaudis*), peixes cíclicos e pererecas. A dispersão do guanandi é feita por morcegos, grandes aves e mamíferos.

#### IV.4 - FLORESTA PALUDOSA SOBRE SUBSTRATO TURFOSO

##### IV.4.1 - PRIMÁRIA/ORIGINAL

a) fisionomia arbórea com dossel aberto; b) estrato predominante arbóreo; c) altura em torno de 15 metros, podendo haver emergentes de até 20 metros. Grande distribuição diamétrica com os maiores diâmetros ao redor de 20 a 30 centímetros; sapopemas comuns; d) grande quantidade e diversidade de epífitas: bromeliáceas (*Aechmea* spp, *Billbergia* spp, *Tillandsia* spp, *Vriesea* spp), orquídeas (*Anacheilon* spp, *Cattleya forbesii*, *Promenaea rolissonii*, *Epidendrum* spp, *Maxillaria* spp, *Oncidium trulla*, *O. flexuosum*, *Pleurothallis* spp, *Octomeria* spp., *Stelis* spp), aráceas (*Philodendron* spp, *Anthurium* spp, *Monstera adansonii*); *Microgramma vaccinifolia*, *Polypodium* spp, *Asplenium* spp, *Trichomanes* spp; piperáceas, cactáceas e gesneriáceas; e) pequena diversidade e quantidade de trepadeiras: *Mikania cordifolia*, *Davilla rugosa*, *Mandevilla* spp, *Dioscorea* spp, *Quamoclit coccinea* e trepadeiras lenhosas, representadas por leguminosas, sapindáceas e bignoniáceas; f) camada espessa de serapilheira; g) subosque formado por espécies jovens do estrato arbóreo, com predomínio de rubiáceas (*Psychotria* spp); h) alta diversidade de espécies, notadamente em relação às epífitas, menor número de espécies arbóreas do que nas florestas ombrófilas, podendo haver dominância por algumas espécies; i) espécies indicadoras: peito-de-pomba (*Tapirira guianensis*), cuvata (*Matayba elaeagnoides*), canela-amarela, (*Nectandra mollis*), guanandi (*Callophylum brasiliensis*), maçaranduba (*Manilkara subsericea*), juçara (*Euterpe edulis*), muitas mirtáceas e lauráceas, poucas leguminosas, fruta-de-cavalo (*Andira flaxinifolia*); j) substrato turfoso, pH ácido (em torno de 2-3), trama de raízes superficial, com grande quantidade de material orgânico, com pequena ou nenhuma quantidade de material mineral. Presença de restos vegetais semidecompostos; l) endemismos não conhecidos; m) fauna: guaxinim (*Procion cancrivorus*); cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*) que se alimenta de frutos de gerivá (*Arecastum romanzoffianum*); papagaio-de-cara-roxa (*Amazona brasiliensis*) se alimenta de *Arecastum romanzoffianum*, *Psidium cattleyanum* e guanandi (*Callophylum brasiliensis*); jacú-guaçú (*Penolope obscura*), anú-branco (*Guira guira*); saíras (*Tangara* spp); gaturamos (*Euphonia* spp) e pererecas: *Aparasphenodon bruno*i (associada às bromélias), *Osteocephalus langsdorffii* e *Phyllomedusa rhodei*;

#### IV.4.2 - ESTÁGIO INICIAL DE REGENERAÇÃO DA FLORESTA PALUDOSA SOBRE SUBSTRATO TURFOSO

a) fisionomia herbáceo-arbustiva e arbórea-baixa; b) estrato predominante herbáceo e arbustivo ou arbustivo e arbóreo; c) árvores de até 8 metros de altura, pequena amplitude diamétrica, com menos de 10 centímetros de diâmetro; d) epífitas, se presentes, representadas por líquens e briófitas; e) trepadeiras herbáceas, representadas por *Ipomoea* spp, *Quamoclit* spp e *Mandevilla* spp; f) serapilheira ausente ou pouco desenvolvida; g) subosque, quando presente, representado por bromeliáceas; h) baixa diversidade, sendo comum a dominância de uma única espécie; i) espécies indicadoras: taboa (*Typha* spp), ciperáceas (*Cyperus* spp), capororoca (*Rapanea* spp) e quaresmeira-anã (*Tibouchina glazioviana*); j) substrato turfoso, com grande quantidade de material orgânico e pequena ou nenhuma quantidade de material mineral. Presença de restos vegetais semidecompostos; l) endemismos não conhecidos; m) fauna descaracteriza-se, diminuindo a diversidade.

#### IV.4.3 - ESTÁGIO MÉDIO DE REGENERAÇÃO DA FLORESTA PALUDOSA SOBRE SUBSTRATO TURFOSO

a) fisionomia arbórea; b) estrato predominante arbóreo-arbustivo; c) árvores com até 10 metros de altura, podendo ocorrer plantas com altura maior (*Rapanea* spp), maior amplitude diamétrica, com diâmetros em torno de 12-15 centímetros; d) epífitas presentes, representadas principalmente por bromeliáceas de pequeno porte; e) trepadeiras presentes, as mesmas do estágio anterior; f) camada fina de serapilheira, se presente; g) subosque pouco expressivo, representado por bromeliáceas e aráceas; h) baixa diversidade, com predominância de algumas espécies; i) espécies indicadoras: *Cecropia pachystachia*, *Rapanea* spp e *Clethra scabra*; j) substrato turfoso, com grande quantidade de material orgânico e pequena ou nenhuma quantidade de material mineral. Presença de restos de vegetais semidecompostos; l) endemismos não conhecidos; m) fauna com pouca diversidade

#### IV.4.4 - ESTÁGIO AVANÇADO DE REGENERAÇÃO DA FLORESTA PALUDOSA SOBRE SUBSTRATO TURFOSO

a) fisionomia arbórea com dossel aberto; b) estrato predominante arbóreo; c) árvores com 10 a 12 metros de altura, as emergentes chegando a 15 metros; maior amplitude diamétrica, com diâmetros

de até 20 centímetros; d) grande quantidade de epífitas, representadas por bromeliáceas, orquidáceas, cactáceas, piperáceas, gesneriáceas, pteridófitas e aráceas; e) trepadeiras lenhosas, representadas principalmente por leguminosas, sapindáceas e bignoniáceas, além de compostas e aráceas; f) camada espessa de serapilheira; g) presença de subosque com espécies jovens do estrato arbóreo; h) alta diversidade de espécies, principalmente em epífitas. Pode haver dominância por algumas das espécies arbóreas; i) espécies indicadoras: mirtáceas, lauráceas, *Tapirira guianensis*, *Matayba elaeagnoides* e *Calophyllum brasiliensis*; j) substrato turfoso, com grande quantidade de material orgânico, com pequena ou nenhuma quantidade de material mineral. Presença de restos vegetais semidecompostos; l) endemismos não conhecidos; m) fauna semelhante à da formação original

## V - FLORESTA DE TRANSIÇÃO RESTINGA-ENCOSTA

Estas formações ocorrem ainda na planície, em íntimo contato com as formações citadas anteriormente, desenvolvendo-se sobre substratos mais secos, avançando sobre substratos de origem continental ou indiferenciados, mais ou menos argilosos, podendo estar em contato e apresentar grande similaridade com a Floresta Ombrófila Densa de Encosta, porém com padrão de regeneração diferente. Para efeito desta regulamentação serão consideradas como pertencentes ao complexo de vegetação de restinga.

### V.1 - PRIMÁRIA /ORIGINAL

a) fisionomia arbórea com dossel fechado; b) estrato predominante arbóreo; c) altura variando entre 12 e 18 metros, com as emergentes podendo ultrapassar 20 metros. Grande amplitude diamétrica com diâmetros variando de 15 a 30 centímetros, alguns diâmetros podendo ultrapassar 40 centímetros; d) alta diversidade e quantidade de epífitas: aráceas (*Phyllodendron* spp, *Monstera* spp), bromeliáceas (*Vriesea* spp, *Aechmea* spp, *Billbergia* spp), orquidáceas (*Epidendrum* spp, *Phymatidium* spp, *Octomeria* spp, *Pleurothallis* spp), gesneriáceas, pteridófitas (*Asplenium* spp, *Vittaria* spp, *Polypodium* spp, *Hymenophyllum* spp), briófitas e líquens; e) pequena quantidade e média diversidade de trepadeiras: *Asplundia rivularis*; *Smilax* spp, cará (*Dioscorea* spp), leguminosas e sapindáceas; f) espessa camada de húmus e serapilheira, sendo esta variável de acordo com a época dos anos; g) subosque presente, com plantas jovens do estrato arbóreo e arbustos como: *Psychotria nuda*, *Laplacea fruticosa*, *Amaioua intermedia*, guaricangas (*Geonoma* spp) e tucum (*Bactris setosa*); samambaia-açú (*Trichipteris corcovadensis*). Estrato herbáceo pouco desenvolvido; h) grande diversidade de espécies, sendo que no estrato arbóreo há dominância de: mirtáceas, lauráceas (*Ocotea* spp e *Nectandra* spp), *Didymopanax* sp, *Pera glabrata*, palmito (*Euterpe edulis*), jequitibá-rosa (*Cariniana estrelensis*), *Pouteria psammophila*; i) espécies indicadoras: *Euterpe edulis*, carne-de-vaca (*Roupala* spp), bico-de-pato (*Machaerium* spp), *Didymopanax* spp; j) substrato arenoso, com deposição variável de areia e argila de origem continental; l) endemismos não conhecidos; m) fauna: - aves: guaxe (*Cacicus haemorrhous*), papagaio-de-cara-roxa (*Amazona brasiliensis*), saracura-três-potes (*Aramides cajanea*); - mamíferos: mico-leão-caiçara (*Leontopithecus caissara*), queixada (*Tayassu pecari*), bugio (*Alouatta fusca*), mono-carvoeiro (*Brachyteles arachnoides*), grandes felinos como jaguatirica (*Felis pardalis*), onça parda (*Felis concolor*) e a onça pintada (*Panthera onca*), assim como os felinos de menor porte como gato do mato (*Felis tigrina*) e gato maracajá (*Felis wiedii*).

### V.2 - ESTÁGIO INICIAL DE REGENERAÇÃO DA FLORESTA DE TRANSIÇÃO RESTINGA-ENCOSTA

a) fisionomia arbustivo-herbácea, podendo ocorrer remanescentes arbóreos; b) estrato predominante arbustivo-herbáceo; c) arbustos e arvoretas com até 5 metros de altura, pequena amplitude diamétrica, com diâmetros menores que 8 centímetros; d) epífitas, se presentes, representadas por líquens, briófitas e bromeliáceas pequenas, com baixa diversidade e pequena quantidade; e) trepadeiras, se presentes, representadas por *Smilax* spp, *Mikania* spp, *Davilla rugosa* e *Mandevilla* spp; f) camada fina de serapilheira, quando presente; g) subosque constituído por herbáceas; h) baixa diversidade de espécies, podendo haver predominância de uma ou algumas espécies; i) espécies indicadoras: gramíneas e ciperáceas, *Rapanea ferruginea*, *Cecropia pachystachia*, *Solanum* spp, *Tibouchina glazioviana*, podendo ocorrer ruderais; j) substrato arenoso, com deposição variável

de areia e argila de origem continental; l) endemismos não conhecidos; m) fauna com predominância de indivíduos de áreas abertas, com baixa diversidade.

### V.3 - ESTÁGIO MÉDIO DE REGENERAÇÃO DA FLORESTA DE TRANSIÇÃO RESTINGA-ENCOSTA

a) fisionomia arbustivo-arbórea; b) estrato predominante arbustivo-arbóreo; c) árvores com até 10 metros de altura, média amplitude diamétrica, com diâmetros de até 15 centímetros; d) epífitas representadas por líquens, briófitas, pteridófitas e bromeliáceas; e) trepadeiras herbáceas: *Smilax* spp, *Mikania* spp, *Mandevilla* spp, *Dioscorea* spp e *Davilla rugosa*; f) camada fina de serapilheira; g) subosque representando por bromeliáceas, pteridófitas e aráceas terrestres, plantas jovens de arbustos e árvores; h) baixa diversidade, com predominância de algumas espécies; i) espécies indicadoras: chá-de-bugre (*Hedyosmum brasiliense*), *Guarea macrophylla*, fruto-de-cavalo (*Andira fraxinifolia*), tapiá (*Alchornea* spp), *Solanum* spp, além das já citadas no estágio inicial; j) substrato arenoso, com deposição variável de areia e argila de origem continental; l) endemismos não conhecidos; m) fauna com aumento de diversidade e quantidade em relação ao estágio inicial.

### V.4 - ESTÁGIO AVANÇADO DE REGENERAÇÃO DA FLORESTA DE TRANSIÇÃO RESTINGA-ENCOSTA

a) fisionomia arbórea; b) estrato predominante arbóreo; c) árvores com até 13 metros de altura, com as emergentes ultrapassando 15 metros, maior amplitude diamétrica, com diâmetros variando de 12 a 20 centímetros, com algumas plantas podendo ultrapassar 30 centímetros; d) epífitas representadas por líquens, briófitas, pteridófitas, bromeliáceas, orquidáceas, piperáceas, aráceas e gesneriáceas; e) trepadeiras representadas por leguminosas e sapindáceas, *Smilax* spp e *Dioscorea* spp; f) camada espessa de serapilheira, com as folhas em avançado grau de decomposição; g) presença de subosque, com as mesmas características do estágio médio, com espécies de mirtáceas e rubiáceas; h) média diversidade, com dominância de algumas espécies; i) espécies indicadoras representadas principalmente pelas mirtáceas, laureáceas, palmáceas e rubiáceas; j) substrato arenoso, com deposição variável de areia e argila de origem continental; l) endemismos não conhecidos; m) fauna semelhante à da formação original.