



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
C.D.S

VARIAÇÕES NAS COBERTURAS DE RECIFES DO PARQUE NACIONAL
NATURAL “Mc BEAN LAGOON” DA ILHA DE PROVIDÊNCIA (COLÔMBIA) E SUAS
IMPLICAÇÕES SOBRE AS ATIVIDADES TURÍSTICAS DO PARQUE

ALEJANDRO MARTINEZ CARVAJAL

ORIENTADOR: SENHOR PROFESSOR
DOUTOR CARLOS HIROO SAITO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

PUBLICAÇÃO

BRASILIA DF/ JULHO 2013

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

VARIAÇÕES NAS COBERTURAS DE RECIFES DO PARQUE NACIONAL NATURAL “Mc BEAN LAGOON” DA ILHA DE PROVIDÊNCIA (COLÔMBIA) E SUAS IMPLICAÇÕES SOBRE AS ATIVIDADES TURÍSTICAS DO PARQUE

ALEJANDRO MARTINEZ CARVAJAL

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA AO CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE.

APROVADA POR:

CARLOS HIROO SAITO, PhD. (UnB)
(ORIENTADOR)

SAULO RODRIGUES PERERIA FILHO, PhD (UnB).
(EXAMINADOR INTERNO)

ANA PAULA LEITE PRATES, PhD (Ministério do Meio Ambiente).
(EXAMINADOR EXTERNO)

FICHA CATALOGRÁFICA

MARTINEZ, ALEJANDRO

Variações nas coberturas de recifes do parque nacional natural “Mc Bean Lagoon” da ilha de providência (Colômbia) e suas implicações sobre as atividades turísticas do parque 198p [Distrito Federal] 2013.

XXIII, p., (CDS/UnB, Mestre, Desenvolvimento Sustentável, 2013).

Dissertação de Mestrado - Universidade de Brasília.

Centro de Desenvolvimento Sustentável

1. Turismo

3. Mudanças Climáticas

2. Corais

4. Geoprocessamento

I. CDS/UnB

II. Título série ()

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

MARTÍNEZ, A. (2013). Variações nas coberturas de recifes do parque nacional natural “Mc Bean Lagoon” da ilha de providência (Colômbia) e suas implicações sobre as atividades turísticas do parque. Dissertação de Mestrado, Publicação (Maio 2013), Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 198 p.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Alejandro Martínez Carvajal

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO: Variações nas coberturas de recifes do parque nacional natural “Mc Bean Lagoon” da ilha de Providência (Colômbia) e suas implicações sobre as atividades turísticas do parque.

GRAU / ANO: Mestre / 2013

É concedida à Universidade de Brasília a permissão para reproduzir cópias dessa dissertação de mestrado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. Ao autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte dessa dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do mesmo.

Alejandro Martínez Carvajal
SCLN413 bloco C apto 215
CEP: 70876-530 Brasília/DF - Brasil

FINANCIAMENTO



APOIO



“A EDUCAÇÃO É UMA COISA ADMIRÁVEL, MAS É BOM RECORDAR QUE
NADA DO QUE VALE A PENA SABER PODE SER ENSINADO”

Óscar Wilde

A minha irmã Gloria Patrícia,
teu espírito batalhador é sempre um
referente diante qualquer desafio.

AGRADECIMENTOS

Desde o início do mestrado, contei com a confiança e o apoio de inúmeras pessoas e instituições. Sem aqueles contributos, esta investigação não teria sido possível:

Aos meus pais Hernán y Myriam, aos meus dois irmãos, Hernán Eduardo e Gloria Patrícia, meus sobrinhos Laura, Juan José, Camila e Eduardo; pelo apoio e incentivo ao longo da vida, por me ensinar que os diplomas não nos fazem mais sábios e que a experiência não se mede pelo tempo de anos vividos.

À minha companheira Julieta, pela paciência, compreensão e amor que me dedicou ao longo deste trabalho. (um velho veleiro precisa de velas novas para ir mais longe).

Ao pessoal do Parque Nacional Natural Mc Bean Lagoon: Santiago, Vanburem, Marcela pela cumplicidade na construção deste trabalho. (A pesar do clima embaixo da água sempre brilhou o sol).

A toda família Tibana: Matilde, Sandra, Camilo Luiz e Paulino, pela amizade, o apoio constante nos momentos mais difíceis e pela incondicionalidade da sua companhia.

Ao meu orientador, Professor Carlos Hiroo Saito por ter aceitado orientar esta dissertação e pelo seu espírito crítico que contribuíram significativamente para a qualidade deste trabalho.

Ao todo o pessoal do Laboratório de Ecologia Aplicada (ECO A) do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília, especialmente ao professor Carlos Henke de Oliveira pelas suas “brincadeiras estatísticas” que me ajudaram a ver além dos fatos.

Ao Professor Marcos Fábio Ribeiro do Laboratório de Sistemas de Informações Espaciais (LSIE) do Departamento de Geografia pela sua disponibilidade para compartilhar sua amizade e seu conhecimento e me ensinar que “qualquer realidade cabe num Pixel”.

A todos os alunos, professores e funcionários do Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília, especialmente a meus colegas de “trilha”; aos professores Fabiano Toni, Thomas Ludwig e Dóris Sayago que, com ensinamentos e orientações, me ajudaram ativa ou passivamente neste projeto.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico CNPq pelo apoio financeiro.

Ao povo Brasileiro, que me acolheu nesse maravilhoso país.

RESUMO

Este projeto, composto por vários subprojetos, todos eles associados com as dinâmicas que acontecem ao redor dos ecossistemas de corais no contexto das pequenas Ilhas, faz parte do grupo de iniciativas que no âmbito do Desenvolvimento Sustentável usam ferramentas de varias disciplinas com a finalidade de responder dúvidas, associadas com a dinâmica existente entre os ecossistemas e as sociedades que dependem deles.

Desde a perspectiva do sensoriamento remoto, o projeto analisa prováveis aplicações das imagens de satélite na procura de melhorar a eficácia nas avaliações dos recifes de coral, tarefa que em muitos países, como é o caso da Colômbia, é realizada por instituições com orçamentos reduzidos, e escasso número de funcionários mesmo assim eles velam pelo bem estar dos ecossistemas, que no caso dos recifes de coral são o embasamento do suporte vital de milhões de pessoas no mundo.

Sendo o turismo uma atividade da qual dependem milhões de famílias no mundo, o projeto usa uma metodologia simples para tentar quantificar uma série de indicadores que normalmente são usados qualitativamente. Quando viram cifras, entretanto, permitem vislumbrar algumas situações interessantes que no caso da vulnerabilidade das atividades turísticas frente às mudanças climáticas, ressaltam a importância da capacidade adaptativa como conjunto de estratégias fundamentais para preservar modos de vida que são a essência cultural de um grande número de sociedades.

Com um futuro cada vez mais próximo de elevadas temperaturas e condições climáticas extremas, é importante usar as ferramentas oferecidas pelo conhecimento acadêmico para chamar a atenção do cidadão comum sobre os problemas que atingirão a todos. Este projeto busca chamar a atenção sobre valores ambientais que, nós, como cidadãos do mundo, temos a responsabilidade de cuidar.

Tentar projetar de maneira simples a quantidade de recife de corais que uma pequena Ilha do Caribe estaria perdendo nos próximos anos, é um alerta de que todos nós moramos numa “Ilha”, um pouco maior, mas tão vulnerável como a nossa incapacidade para mudar.

RESUMEN

Este proyecto conformado por varios frentes de trabajo, está asociado con las dinámicas alrededor de los arrecifes de coral desde la perspectiva de las pequeñas islas. Hace parte del grupo de iniciativas que en el ámbito del desarrollo sostenible usan herramientas de varias disciplinas con la finalidad de dar respuesta a interrogantes que son parte importante de la dinámica existente entre los ecosistemas y las sociedades que dependen de ellos.

Desde la perspectiva de los sensores remotos, el proyecto analiza probables aplicaciones de las imágenes de satélite buscando mejorar la eficacia de los sistemas de monitoreo de arrecifes de coral los cuales en muchos países como es el caso de Colombia, es realizado por entidades con presupuesto escaso y poco personal y aun así, deben de cuidar y velar por el bien estar de ecosistemas que como los arrecifes de coral son la base fundamental para el soporte de vida de millones de personas en el mundo.

Siendo el turismo una actividad de la cual depende millares de familia en el mundo, el proyecto mediante el uso de una metodología simple intenta cuantificar una serie de indicadores que normalmente son usados cualitativamente pero que cuando son cuantificados permiten observar comportamientos especiales que para el caso de las mudanzas climáticas globales, resaltan la importancia de la adaptación como estrategia fundamental para preservar modelos de vida que son la esencia cultural de un gran número de sociedades.

Con un futuro cada vez más próximo de elevadas temperaturas y eventos atmosféricos extremos, es importante usar las herramientas que brinda el conocimiento académico para llamar la atención del ciudadano común sobre problemas que van a tener incidencia en todos nosotros; este proyecto busca llamar la atención sobre los recursos ambientales que nosotros como ciudadanos del mundo tenemos la responsabilidad de cuidar.

Al visualizar la cantidad de arrecifes de coral que una pequeña isla en el Caribe estaría perdiendo en los próximos años, recordamos que todos nosotros vivimos en una isla un poco mayor pero tan vulnerable como nuestra incapacidad de cambiar.

ABSTRACT

This project sets out several activities associated with the existing dynamics in the small islands that depends on coral reefs. From the perspective of sustainable development are used several tools to answer questions that are important to understand the dynamics between coral reef ecosystems and societies that depend on them for their welfare.

From the perspective of remote sensing, the project review some applications of satellite imagery in order to improve the efficiency of coral reef monitoring which in many countries as is the case of Colombia, is conducted by organizations with limited budget and understaffed and still must conserve ecosystems like coral reefs, which are the basis for the support of life for millions of people worldwide

Taking as a basis the importance of tourism as a major economic activity for thousands of families in the world, this project uses a simple methodology to quantify a number of qualitative indicators that when expressed numerically allow the emergence of interesting facts; which for the case of global climate changes, highlight the importance of adaptation as a key strategy to maintain lifestyles that are the cultural essence of a large number of human communities.

With a future in which it is likely the rising temperatures and extreme weather events, it is important to use the tools provided by academic knowledge to capture the attention of ordinary citizens on issues that will have an impact on all of us. This project seeks to draw the attention on environmental resources that we as a society have a responsibility to conserve.

By quantifying the amount of coral reefs that a small island in the Caribbean would be lost in the coming years, we note that all of us live in a bigger island but as vulnerable as our inability to change

SUMÁRIO

1	CAPÍTULO 1 – JUSTIFICATIVO E CONTEXTO DA RELEVÂNCIA DA PESQUISA – REVISÃO DE LITERATURA	6
1.1	RECIFES DE CORAL	6
1.2	OS RECIFES DE CORAL E AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS	14
1.2.1	Avaliação e Monitoramento de Corais.	20
1.3	MUDANÇAS CLIMÁTICAS E SUSTENTABILIDADE	24
1.3.1	Vulnerabilidade no contexto das mudanças climáticas.	30
1.3.2	Turismo e Mudanças Climáticas.....	35
2	CARACTERIZAÇÃO DA AREA DE ESTUDO	39
2.1	Localização da Ilha de Providência.	39
2.2	Breve história da ocupação da Ilha.	40
2.3	Atividades Culturais e Econômicas da Ilha de Providência.	40
2.4	O clima da Ilha.	42
2.5	O Parque Nacional Natural Mc Bean Lagoon.	42
2.5.1	Historia da Criação do Parque.	42
2.5.2	Os Corais do Parque.....	45
2.5.3	Atividades Turísticas Desenvolvidas no Parque associadas com os recifes de coral. 48	
2.5.4	Os Prestadores do Parque associados com as atividades turísticas.....	50
3	MATERIAS E MÉTODOS	52
3.1	AVALIAÇÃO DO ESTADO DAS COBERTURAS RECIFAIS DAS ÁGUAS RASAS E ESTIMATIVA DAS PROVAVEIS PERDAS NAS PORCENTAGENS DE CORAIS HERMATÍPICOS PARA UM HORIZONTE DO ANO 2050.....	52
3.2	AVALIAR A VULNERABILIDADE ANTE AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS DAS ATIVIDADES TURÍSTICAS ASSOCIADAS AO BEM ESTAR	

DAS COBERTURAS DE CORAL NO PARQUE NACIONAL NATURAL MC BEAN LAGOON. 57

3.2.1	Indicadores Associados com Exposição:	58
3.2.1.1	Frequência de Furacões.....	58
3.2.1.2	Furacões Intensidade:.....	59
3.2.1.3	Temperatura média da água do mar e Concentração de CO ₂ Atmosférico. 60	
3.2.2	Indicadores de Sensibilidade Estrutural S1.....	60
3.2.2.1	Extensão das áreas:	60
3.2.2.2	Estado da Cobertura Recifal:	61
3.2.2.3	Preferência de recifes:	61
	Índice Preferencia de Recifes = 1 - PI	62
3.2.3	Indicadores de Sensibilidade Não Estrutural S2.....	62
3.2.3.1	Porcentagem de Proteção do recife:.....	62
3.2.3.2	Dependência do Tipo de turistas:.....	63
3.2.4	Indicadores de Capacidade Adaptativa.	64
3.2.4.1	Nível Educativo:.....	64
3.2.4.2	Programas de Apoio a Gestão:.....	65
3.2.4.3	Diversidade de Atividades:	65
3.2.4.4	Projetos de Avaliação:.....	65
3.2.4.5	Projetos de Conservação:	66
3.3	VIABILIDADE DO USO DE IMAGENS DE SATÉLITE PARA AVALIAR O ESTADO DAS COBERTURAS RECIFAIS LOCALIZADAS NÁS ÁGUAS RASAS DO PARQUE NACIONAL NATURAL MC BEAN LAGOON.	66
4	RESULTADOS E ANALISE DE RESULTADOS.....	68
4.1	AVALIAÇÃO DO ESTADO DAS COBERTURAS DE CORAIS DAS ÁGUAS RASAS DO PARQUE NACIONAL NATURAL Mc BEAN LAGOON DA ILHA DE PROVIDECIA.	68

4.2 AVALIAR A VULNERABILIDADE ANTE AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS DAS ATIVIDADES TURÍSTICAS ASSOCIADAS AO BEM ESTAR DAS COBERTURAS DE CORAIS NO PARQUE NACIONAL NATURAL MC BEAN LAGOON. 99

4.2.1	Indicadores Associados com Exposição:.....	99
4.2.1.1	Temperatura média da água do mar e Concentração de CO ₂ Atmosférico. 99	
4.2.2	Indicadores de Sensibilidade estrutural (S ₁)	100
4.2.3	Extensão das áreas:	100
4.2.4	Preferência de recifes:.....	103
4.2.5	Indicadores de Sensibilidade não estrutural (S ₂)	104
4.2.5.1	Tipo de turistas.....	104
4.2.6	Indicadores de Capacidade Adaptativa.....	106
4.2.7	Nível Educativo:	106
4.2.7.1	Programas de Apoio a Gestão:.....	106
4.2.7.2	Diversidade de Atividades.	107
4.2.7.3	Projetos de Monitoramento.....	108
4.2.7.3.1	Projetos de Conservação	108

4.3 ANALISAR A VIABILIDADE DE USAR IMAGENS DE SATÉLITE PARA AVALIAR O ESTADO DAS COBERTURAS RECIFAIS DAS ESTRUTURAS DE CORAIS DÁS ÁGUAS RASAS DO PARQUE NACIONAL NATURAL MC BEAN LAGOON. 112

5	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	123
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	126
7	ANEXOS.....	147
7.1	ANEXO I.....	147
7.1.1	Lista de Espécies reportadas pelo INVEMAR (2006).....	147
7.1.2	Lista de Espécies reportadas durante o trabalho de campo (2012).....	148
7.2	ANEXO II.....	148

7.2.1	Localização das estações monitoradas pelo INVEMAR (2006).....	148
7.3	ANEXO III	151
7.3.1	Enquete Aplicada a praticantes de Snorkeling e Mergulho.....	151
7.4	ANEXO IV Tabela de Dados Gerais para calculo do índice de estado das coberturas recifais.	152
7.4.1	Estação 44V.	152
7.4.2	Estação 45V	154
7.4.3	Estação 46V	157
7.4.4	Estação 47V	160
7.4.5	Estação 33V	163
7.4.6	Estação 19N	164
7.4.7	Estação 41V	165
7.4.8	Estação 42V	166
7.4.9	Estação 56N	167
7.4.10	Estação 57N	168
7.4.11	Estação 61N	169
7.5	ANEXO V	171
7.5.1	Tabela de Equivalência para Normalizar o Índice de Estado das Coberturas Recifais: 171	
7.5.2	Tabela de normalização índice de tamanho	172

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Abrangência geográfica e Probabilidade de Ocorrência dos Furacões no Caribe. Fonte (NOAA 2012).....	2
Figura 2: Recife de borda da Ilha de San Andrés (Colômbia) Fonte Google Earth	7
Figura 3: Recife de Barreira da Ilha de Providência (Colômbia) Fonte: Google Earth....	7
Figura 4: Recife Anelar Elíptico Atol das Rochas, RN (Brasil). Fonte: Google Earth	8
Figura 5: Anatomia simples do Pólipo de Corais. Fonte www.scubadivingplayadelcarmen.com.....	10
Figura 6: Esquerda Corais Duro Sp. Millepora Complanata (Corais de Fogo). Direita Corais Mole Sp Octocorais. Fonte: Trabalho de Campo Agosto 2012.....	11
Figura 7: Nível de Ameaça dos Recifes de coral no Caribe. Fonte World Resource Institute (WRI 2005)	16
Figura 8: Características dos Cenários do IPCC. Fonte IPCC (2000).....	28
Figura 9: Diagrama de Avaliação da Vulnerabilidade. Fonte. POLSKY et al (2007) ...	33
Figura 10: Diagrama de Avaliação da Vulnerabilidade para Atividades turísticas Snorkeling frente a branqueamento de corais segundo Moreno usando modelo proposto por Polsky. Fonte. MORENO et al(2009)	34
Figura 11: Localização das Ilhas de San Andrés e Providência. Fonte: Instituto Geográfico Agustin Codazzi	39
Figura 12: Detalhe do Píer da Ilhota de "Crab Key" do Parque Nacional Natural Mc Bean Lagoon de Ilha de Providência.....	44
Figura 13: Disposição Espacial das Estruturas de Corais do Parque Nacional Natural Mc Bean Lagoon. Fonte: Coral Reef Alliance 2009, INVEMAR 2006.....	46
Figura 14: Localização da grade de Avaliação sobre as coberturas a serem avaliadas. Fonte: Trabalho de Campo.....	54
Figura 15: Instalação de Boia de posicionamento	54
Figura 16: Tipo de Coberturas avaliadas segundo Metodologia de Correal (1986).....	55
Figura 17: Localização das áreas de corais avaliadas no Parque Nacional Natural Mc Bean Lagoon	68
Figura 18: Percurso Estações 44V, 45V e 46V	70
Figura 19: Percurso Estação 47V.....	71
Figura 20: Percurso Estação 33V.....	72
Figura 21: Percurso Estação 19N.....	73

Figura 22: Percurso Estação 41V e 42V	74
Figura 23: Percurso Estação 56N e 57N.....	75
Figura 24: Percurso Estação 61N.....	76
Figura 25 Comparação temporal (ano 2006 - ano 2012) dos índices de estado (IND) da cobertura recifal das áreas de corais das águas rasas do Parque Nacional natural Mc Bean Lagoon.....	79
Figura 26: Gráfico das Medias dos índices de estado da cobertura recifal para as formações de recifes avaliadas ano 2006 e ano 2012.....	79
Figura 27: Trajetórias de mudança nas coberturas de coral após impactos de furacão. Fonte: (GARDER et al 2005).....	81
Figura 28: Trajetórias de mudança nas coberturas de coral após impactos de furacão expressados em termos de Cobertura de Coral. Fonte: (GARDNER et al 2005)	81
Figura 29: Comparação das Proporções das Coberturas ano 2006 e ano 2012 as caixas permitem visualizar a “área de concentração” de 50% dos dados para cada tipo cobertura. Fonte: Dados de Campo INVEMAR (2006) Dado de campo (2012).....	82
Figura 30: Correlações Existentes entre as coberturas avaliadas segundo dados do ano 2012. Fonte; Software PAST	84
Figura 31: Trajetória da mudança nas coberturas de coral do Parque Nacional Natural Mc Bean Lagoon após impacto do furacão “Beta” expressado em termos de Cobertura de Coral. Fonte: (INVEMAR 2005,2006 e Trabalho de Campo 2012).....	85
Figura 32: Número de indivíduos e de espécies registrados nas estações monitoradas .	86
Figura 33: Numero de Indivíduos por espécie nas estações avaliadas	89
Figura 34: Sensibilidade específica das espécies de coral presentes no Parque Nacional Natural Mc Bean Lagoon	92
Figura 35: Gráfico de trajetória de mudança nas proporções de corais correspondente aos recifes das águas rasas do Parque Nacional Natural Mc Bean Lagoon (2012 - 2050) segundo Cenário B1	95
Figura 36 Gráfico de trajetória de mudança nas proporções de corais correspondente aos recifes das águas rasas do Parque Nacional Natural Mc Bean Lagoon (2012 - 2050) segundo Cenário A1F1	97
Figura 37: Áreas escolhidas para subtração de pixels, correspondentes a onze das estações monitoradas pelo INVEMAR (2006). Fonte: Elaboração própria.....	113
Figura 38: Imagem do "Shapefile" correspondente com a estação (44V).....	114
Figura 39Pontos e percurso da estação 44V	115

Figura 40: Figura da interface do ENVI 4.4 apresentando á imagem da área correspondente com à estação 44V	116
Figura 41: Percurso correspondente à estação 44V	116
Figura 42: Gráfico de comportamento espectral dos primeiros três pixels associados com a estação 44V.....	117
Figura 43: Gráfico da espectrografia da totalidade dos pixels associados com a estação 44V Fonte: ENVI 4.4	117
Figura 44: Gráfico índice de estado da cobertura recifal.....	121

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Serviços ambientais fornecidos pelos Recifes de coral	9
Tabela 2: Prováveis mudanças na intensidade e frequência dos furacões no Oceano Atlântico. Fonte: ZHAO (2009), MORRIS et al (2010)	29
Tabela 3: Condições de mudança do nível médio de maré, p.p.m de CO ₂ e temperatura da água dos oceanos para os cenários A1F1 e B1. Fonte IPCC 2007, Projeto INAP	29
Tabela 4: Estatística de Ingresso ao Parque Nacional Natural Mc Bean Lagoon 2004-2011. Fonte: Plano de Ordenamento das Atividades Turísticas da Ilha e Plano de Governo Departamental 2012-2015	49
Tabela 5: Categorias dos Furacões que tem atingido a Ilha de Providência desde o ano 1900. Fonte NOAA, CIOH	59
Tabela 6: Valores ótimos para a formação e conservação dos corais.....	60
Tabela 7: Valores de temperatura e acidez para o ano 2012 e ano 2050 segundo cenários A1F1 e B1 do IPCC (2007)	60
Tabela 8: Classificação dos grupos segundo nível de escolaridade para determinação do índice de sensibilidade educativo	64
Tabela 9: Localização das boias de demarcação dos percursos de avaliação, relação de área de cada estação e proporção de área avaliada.....	69
Tabela 10: Coberturas médias das Estações monitoradas valores ano 2006 (INVEMAR) e 2012. Fonte: Dados de campo e dados de avaliação INVEMAR, (2006).....	77
Tabela 11: Índice de Estado das coberturas de Coral Avaliadas ano 2006 e 2012.....	78
Tabela 12: Comparação temporal dos dados de Concorrência das áreas de corais do Parque anos (2006 vs 2012) Fonte: Dados INVEMAR, Dados trabalho de campo 2012	83
Tabela 13: Correlação linear Spearmans onze graus de liberdade das coberturas de corais do Parque nacional Natural Mc Bean Lagoon CM = Coral morto; CV = Coral Vivo; ALG = Algas; CRR = Concorrência Vegetal; IND = Índice estado da cobertura.....	84
Tabela 14: Número total de Espécies e de Indivíduos para cada uma das estações avaliadas. Fonte: Trabalho de campo	86
Tabela 15: Inventário de espécies de coral registradas no Parque Nacional Natural Mc Bean Lagoon segundo níveis de profundidade	87
Tabela 16: Inventário de espécies de coral registradas no Parque Nacional Natural Mc Bean Lagoon segundo níveis de profundidade	87

Tabela 17: Inventário de espécies de coral registradas no Parque Nacional Natural Mc Bean Lagoon segundo nível de profundidade	87
Tabela 18: Total de Indivíduos e de espécies registradas no Parque Nacional Natural Mc Bean Lagoon segundo faixas de profundidade	88
Tabela 19: Espécies de coral registradas (Número de pontos/grade associados com cada uma) para o conjunto de estações agrupadas segundo grupos de profundidade	88
Tabela 20: Estimativa de Sensibilidade Específica ante "stress" climático das espécies de corais do Parque	91
Tabela 21: Vulnerabilidade média das coberturas de coral do Parque Nacional Natural Mc Bean Lagoon segundo espécies registradas e Níveis de Profundidade.....	93
Tabela 22: Projeções de mudança nas proporções de coral vivo nas coberturas de recife do Parque Nacional Natural Mc Bean Lagoon segundo cenário B1	94
Tabela 23 Projeções de mudança nas proporções de coral vivo nas coberturas de recife do Parque Nacional Natural Mc Bean Lagoon segundo cenário A1F1	96
Tabela 24 Comparação das porcentagens atuais de cobertura de coral vivo (Ano 2012) com as prováveis porcentagens segundo projeções para o ano 2050 para os cenários A1F1 e B1 do IPCC	98
Tabela 25: Índice de exposição a furacões das atividades turísticas do Parque Nacional Natural Mc Bean Lagoon	99
Tabela 26 Índice de exposição às mudanças climáticas das atividades turísticas do Parque Nacional Natural Mc Bean Lagoon.....	100
Tabela 27: Índices dos critérios associados com exposição às mudanças climáticas das atividades turísticas do Parque Nacional Natural Mc Bean Lagoon.....	100
Tabela 28: Índice de Sensibilidade segundo tamanho das áreas (Snorkeling e Mergulho autônomo) anos 2012 e 2050 (Cenários A1F1 e B1).....	101
Tabela 29: Índices de Sensibilidade associados com os índices de estado das coberturas recifais das áreas de Snorkeling (Cor amarela) e Mergulho Autônomo (Cor azul) do Parque Nacional Natural Mc Bean Lagoon Ano 2012.....	101
Tabela 30 Mudança nas proporções de cobertura de coral vivo para as coberturas de corais das águas rasas do Parque Nacional Natural Mc Bean Lagoon. A cor amarela e usada para diferenciar às áreas de Snorkeling e, a cor azul para às áreas de mergulho autônomo...	102
Tabela 31: Mudança nos índices de Estado de coberturas recifais das áreas de Snorkeling para um horizonte do ano 2050 segundo cenário A1F1 e B1 do IPCC.....	103

Tabela 32: Mudança nos índices de Estado das áreas de Mergulho Autônomo para um horizonte do ano 2050 segundo cenário A1F1 e B1 do IPCC	103
Tabela 33: Índice associado com a preferencia dos turistas pelos recifes de coral	104
Tabela 34: Porcentagens de visitantes nacionais e estrangeiros associados com sua porcentagem de participação nas atividades turísticas desenvolvidas nas coberturas de coral do Parque Nacional Natural Mc Bean Lagoon.....	105
Tabela 35: Índice de escolaridade para os Prestadores de Serviços turísticos (Snorkeling e Mergulho Autônomo	106
Tabela 36Índice associado com a porcentagem de prestadores de serviços turísticos que tem participado de algum programa de capacitação	106
Tabela 37: Relação das atividades desenvolvidas pelos prestadores de Serviço Turístico	107
Tabela 38: Índice de Dependência de outras atividades dos prestadores de serviço turístico das atividades de mergulho e Snorkeling.....	108
Tabela 39: Indicadores associados com a Capacidade Adaptativa das atividades turísticas (Snorkeling e Mergulho).....	109
Tabela 40: Índices de Exposição, Sensibilidade estrutural, Sensibilidade não estrutural, e Capacidade adaptativa para às atividades de Mergulho autônomo e Snorkeling no Parque Nacional Natural Mc Bean anos 2012 e 2050 segundo cenários A1F1 e B1.....	110
Tabela 41: Vulnerabilidade das Atividades Turísticas no Parque Nacional Natural Mc Bean Lagoon ano 2012 e ano 2050 segundo cenários A1F1 e B1	111
Tabela 42 :Localização das estações, boias de marcação dos percursos, área total das áreas e % de área avaliada. Fonte: Trabalho de campo.....	114
Tabela 43: Tabela de dados associada com o arquivo "Localização das boias e pontos" do ArcGis 9.3	115
Tabela 44: Medidas estatísticas dos espectros dos pixels coletados na estação 44V ...	118
Tabela 45Medidas estatísticas dos espectros dos pixels coletados na estação 45V	118
Tabela 46: Medidas estatísticas dos espectros dos pixels coletados na estação 46V ...	119
Tabela 47: Medidas estatísticas dos espectros dos pixels coletados na estação 47V ...	119
Tabela 48 Medidas estatísticas dos espectros dos pixels coletados na estação 56N ...	119
Tabela 49:Medidas estatísticas dos espectros dos pixels coletados na estação 57N	119
Tabela 50: Medidas estatísticas dos espectros dos pixels coletados na estação 61N ...	119
Tabela 51Medidas estatísticas dos espectros dos pixels coletados na estação 33V	119
Tabela 52: Medidas estatísticas dos espectros dos pixels coletados na estação 19N ...	120

Tabela 53: Medidas estatísticas dos espectros dos pixels coletados na estação 41V ...	120
Tabela 54: Medidas estatísticas dos espectros dos pixels coletados na estação 42V	120
Tabela 55: Comparação do coeficiente de variação das bandas das estações avaliadas com o índice de estado das coberturas recifais segundo avaliação levantada com dados do INVEMAR (2006).....	120
Tabela 56: Correlação do Coeficiente de variação com relação as proporções de algas e os índices de estado das coberturas recifais Fonte: Correlação Spearman's software "PAST"	122
Tabela 57: Correlação do Coeficiente de variação com relação às proporções de algas e os índices de estado das coberturas recifais, excluídas as estações de maior profundidade. Fonte: Correlação Spearman's software "PAST"	122

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

AGRRA	Atlantic and Gulf Rapid Assessment
CORALINA	Corporação para o Desenvolvimento Sustentável das Ilhas de San Andrés Providencia e Santa Catalina.
CMAS	Confederação Mundial de Atividades Subaquáticas
DANE	Departamento Nacional das Estatísticas da Colômbia
ENSO	“El Niño” Southern Oscillation.
INAP	Projeto piloto de adaptação às Mudanças Climáticas na Colômbia
INDERENA	Instituto Nacional Dos Recursos Naturais da Colômbia
INVEMAR	Instituto de Investigações Marinhas e Costeiras da Colômbia
IPCC	Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas
NAUI	Associação Nacional de Instrutores de Atividades Subaquáticas
NOAA	National Oceanic Atmospheric Administration (U.S.A)
OCCRE	Organização para o Controle da Circulação e Residência do Departamento Arquipélago de San Andrés, Providência e Santa Catalina.
OMT	Organização Mundial do Turismo
PADI	Associação Profissional de Instrutores de Mergulho
P.N.N.C	Parques Nacionais Naturais de Colômbia
p.p.m	Partes por milhão
SENA	Serviço Nacional de Aprendizagem
S.E.S	Sistema Sócio- Ecológico
SIMAC	Sistema de Monitoramento de Recifes de Coral da Colômbia.
UICN	União Internacional Para a Conservação da Natureza
UNESCO	Organização das Nações Unidas Para a Educação Ciência e Cultura
WRI	World Resource Institute
WWF	World Wildlife Foundation

INTRODUÇÃO

As comunidades humanas que habitam nas Ilhas oceânicas são altamente vulneráveis às mudanças climáticas. O reduzido tamanho do seu território emergido, sua dependência dos recursos sensíveis ao clima, seu afastamento do litoral, a fragilidade dos seus ecossistemas, mercados limitados, os níveis de migração de população qualificada são fatores que acrescentam seus níveis de vulnerabilidade (PAINEL INTERGOVERNAMENTAL DE MUDANÇAS CLIMATICAS IPCC, b 2007).

Quando essas ilhas oceânicas apresentam recifes de coral e ainda grande dependência econômica em relação a esse ecossistema, sua vulnerabilidade ante as mudanças climáticas tende a ser mais significativa. Segundo os relatórios da União Internacional para a Conservação da Natureza (UICN, 2009) e baseados nos prognósticos do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC b, 2007) (BERNSTEIN et al, 2007), as coberturas de corais possuem um risco elevado frente às mudanças climáticas, o qual coloca as atividades turísticas associadas com estes ecossistemas em um nível de vulnerabilidade que precisa ser estabelecido.

A Ilha da Providência, na Colômbia, é um desses casos.

Pelo fato de ter uma economia assentada principalmente em atividades turísticas dependentes da sua base de recursos naturais (principalmente corais e manguezais) e estar localizada no corredor de trânsito dos furacões do Caribe (Ver Figura 1), distante 900 km do litoral norte da Colômbia, a Ilha de Providência possui uma elevada vulnerabilidade ante as mudanças climáticas (CAMPO, G & LONDOÑO, T. 2009).

O Parque Nacional Natural Mc Bean Lagoon da Ilha de Providência é a única Unidade de Conservação da Natureza do Sistema Nacional de Parques da Colômbia no território das Ilhas. O parque vem desenvolvendo conjuntamente com os programas de conservação de corais e manguezais atividades de ecoturismo sendo que algumas delas (*Snorkeling*, e mergulho autônomo) são desenvolvidas nas coberturas de corais das águas rasas.

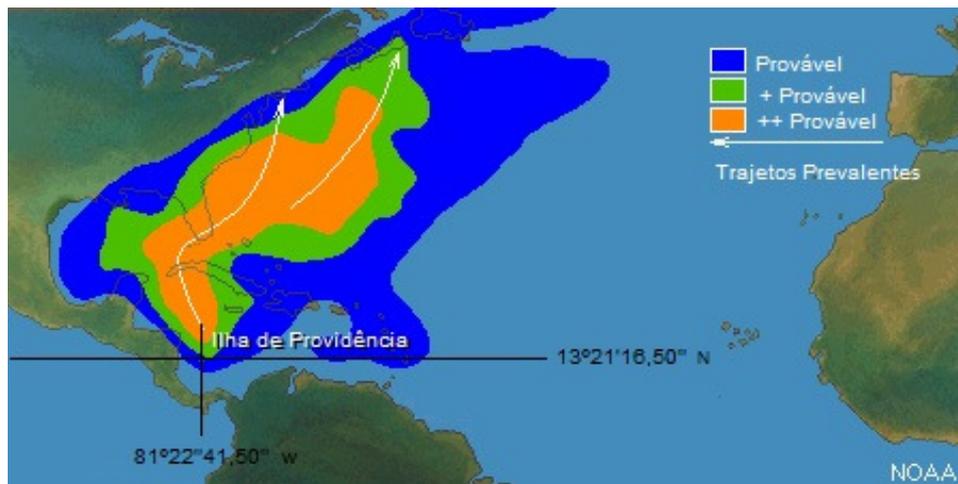


Figura 1. Abrangência geográfica e Probabilidade de Ocorrência dos Furacões no Caribe. Fonte (NOAA 2012)

Desde a criação do Parque, no ano 1995, até hoje, as coberturas de corais foram avaliadas de forma completa apenas uma vez. Essa avaliação foi feita no ano 2006 pelo Instituto de Investigações Marítimas e Costeiras da Colômbia (INVEMAR). As operações de avaliação demandam grandes investimentos em equipamentos e pessoal com treinamento apropriado. Portanto, uma das necessidades atuais do Parque é escolher uma metodologia de avaliação que possa ser feita sem depender de investimentos e cronogramas de outras instituições, e que possa ser desenvolvida pelo pessoal do Parque. Essas condições permitiriam ao Parque desenvolver uma série de dados temporais sobre as coberturas de corais apropriadas e atualizadas, as quais poderiam aperfeiçoar seus programas de gestão e conservação.

Este trabalho avaliou o nível de vulnerabilidade para as atividades turísticas, associadas com o bem estar dos recifes de coral (mergulho autônomo e *Snorkeling*). Para isso, foi feito um levantamento de espécies de coral presentes nos recifes da ilha avaliada a sensibilidade de cada espécie a variações de temperatura e concentração de CO₂ segundo cenários de mudanças climáticas do IPCC (2007).

O cruzamento desses resultados com o comportamento e interesse dos turistas de mergulho autônomo e *Snorkeling* face a variação da cobertura recifal permitiu realizar uma análise inicial da vulnerabilidade do turismo de natureza associado aos recifes de coral da ilha.

Adicionalmente, uma nova avaliação das coberturas recifais das águas rasas do Parque Nacional Natural Mc Bean Lagoon foi feita para comparação com o estado dessas coberturas segundo a avaliação feita no ano 2006 pelo INVEMAR, visando verificar alguma influência de possíveis mudanças climáticas atuais.

Além disso, essa avaliação do estado das coberturas recifais foi correlacionada com imagem de satélite Quickbird, de forma a estabelecer uma metodologia de avaliação por varredura do estado das coberturas recifais.

Desta forma, podem-se apresentar, pontualmente, os principais objetivos do trabalho.

OBJETIVO GERAL

Avaliar a vulnerabilidade das atividades turísticas associadas aos recifes de coral no Parque Nacional Natural “Mc Bean Lagoon” da Ilha de Providência, Colômbia, frente aos prognósticos de mudança climática (temperatura e nível médio da maré) do IPCC para o ano 2050.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Fazer um levantamento das principais espécies de corais presentes nas coberturas recifais do Parque Nacional Natural “Mc Bean Lagoon”;

Estimar prováveis variações nas porcentagens de corais hermatípicos do Parque Nacional Natural “McBean Lagoon” da Ilha de Providência para o ano 2050 tomando como referência os prognósticos de mudanças climáticas (temperatura e concentração de CO₂) do IPCC;

Avaliar as preferências dos turistas quanto ao tipo de cobertura recifal a ser observado em atividade de mergulho autônomo e *Snorkeling*;

Estimar a vulnerabilidade das atividades de turismo de contato com o ambiente recifal na Ilha de Providência ante aos cenários de mudanças climáticas do IPCC;

Avaliar o estado das coberturas recifais das águas rasas do Parque Nacional Natural Mc Bean Lagoon e comparar os resultados com a avaliação feita no ano 2006 pelo INVEMAR;

Analisar a viabilidade de usar imagens de satélite para avaliar o estado das coberturas recifais das águas rasas do parque Nacional Natural “McBean Lagoon” da Ilha Providência.

Isso exposto apresenta-se a seguir a estrutura do trabalho.

ESTRUTURA DO TRABALHO

A presente dissertação encontra-se dividida em sete capítulos conforme descrito a seguir:

Apresentada a introdução, contendo o escopo, a estrutura e os objetivos do trabalho, o primeiro capítulo traz a justificativa sobre a relevância do estudo, apresentando uma revisão de literatura sobre os recifes de coral e sua importância para a conservação da biodiversidade, e algumas considerações das mudanças climáticas no tocante aos cenários expostos pelo IPCC (2007) e sua relação com os recifes de coral e com a sustentabilidade das atividades turísticas. Complementa ainda a justificativa com a contextualização do estudo no que se refere aos eixos teóricos da adaptação das atividades turísticas ante as mudanças climáticas e discute os alcances das possibilidades que brindam as imagens de satélite no mapeamento dos recifes de coral.

O segundo capítulo descreve as características gerais da Ilha de Providência e do Parque Nacional Natural “Mc Bean Lagoon”, delinea as características mais relevantes dos recifes de coral ali presentes, suas principais ameaças como também a importância desse ecossistema no contexto ambiental, econômico e cultural da Ilha de Providência, e finalmente, apresenta as características das atividades turísticas desenvolvidas na área do Parque Nacional Natural Mc Bean Lagoon arredor dos recifes de coral.

O capítulo três apresenta a metodologia utilizada para a elaboração do estudo, e o capítulo quatro os resultados e discussão. Ambos os capítulos apresentam-se subdivididos em seções, tratando do levantamento de dados das espécies hermatípicas presentes nos recifes de coral como para avaliação do estado das coberturas recifais das águas rasas do Parque Nacional Natural “Mc Bean Lagoon”; metodologia para estimar as prováveis perdas de corais hermatípicos nas coberturas das águas rasas do Parque Nacional Natural “Mc Bean Lagoon”; avaliação da vulnerabilidade ante as mudanças climáticas das atividades turísticas associadas ao bem estar das coberturas de corais; e análise do potencial preditivo das imagens de satélite do sensor Quicbird para definir se existe uma correlação entre a reflectância de alguma das bandas em locais com profundidades similares e os índices de estado de cobertura recifal.

O trabalho se encerra com as conclusões gerais e recomendações finais do estudo.

1 CAPÍTULO 1 – JUSTIFICATIVO E CONTEXTO DA RELEVÂNCIA DA PESQUISA – REVISÃO DE LITERATURA

1.1 RECIFES DE CORAL

Os ambientes recifais são considerados, juntamente com as florestas tropicais, uma das comunidades naturais mais biodiversas do planeta e correspondem ao ecossistema com maior diversidade biológica no oceano (SMALL *et al.*, 1998). Essa enorme concentração de vida pode ser ainda mais valorizada quando constatamos que ocupam 0,1% da superfície da terra e 0,2% dos fundos oceânicos, mas contem 35% das espécies marinhas conhecidas e 5% da totalidade das espécies do mundo encontram-se concentradas nesse ecossistema (MARJORIEI & KUDLA, 2005).

Estima-se que pelo menos um milhão de espécies vivem dentro e ao redor dos recifes de coral (BUDDEMEIER *et al.*, 2004). Segundo DUBINSKY (1990) citado por GARZÓN, F *et al.* (2009) os recifes de coral possuem uma biodiversidade calculada em mais de nove milhões de espécies sem contar microrganismos.

Essa biodiversidade é fruto de um longo período de adaptação, reconhecendo-se os ambientes recifais como de datação muito antiga. Sua formação ao redor de Ilhas oceânicas é um processo de sucessão ecológica ligada à erupção de vulcões. O registro fóssil dos corais no Caribe pode ser datado desde a era terciária (100 milhões de anos) (BUDD, 2000). A barreira de coral da Ilha de Providência na Colômbia data do período holocênico (0,01 milhões de anos), sendo uma estrutura assentada sobre uma plataforma calcária do Mioceno (23,7 Milhões de anos) à qual era parte estrutural de um atol. (DIAZ, 2000) citando a (GEISTER, 1983).

Existem três tipos básicos de recifes de coral: recifes de franja, recifes barreira e atóis. Uma explicação de como um atol é formada, envolve o afundamento gradual de uma Ilha oceânica num processo que pode durar milhões ou milhares de anos (BUDD, 2000). A frente do recife ao redor da Ilha cresce ativamente enquanto a Ilha está afundando lentamente gerando um recife de franja ou de borda (Figura 2)

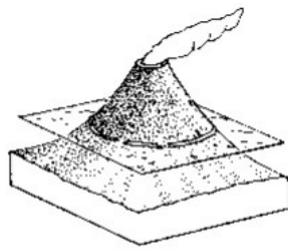


Figura 2: Recife de borda da Ilha de San Andrés (Colômbia) Fonte Google Earth

Eventualmente uma lagoa é formada entre a Ilha que afunda e os corais em crescimento, o qual vai se converter-se num recife de barreira (Figura 3),

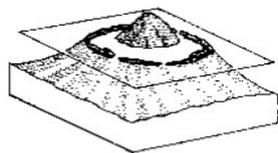


Figura 3: Recife de Barreira da Ilha de Providência (Colômbia) Fonte: Google Earth

Quando a Ilha afunda totalmente, o recife de barreira pode se converter num atol circular. (Figura 4).

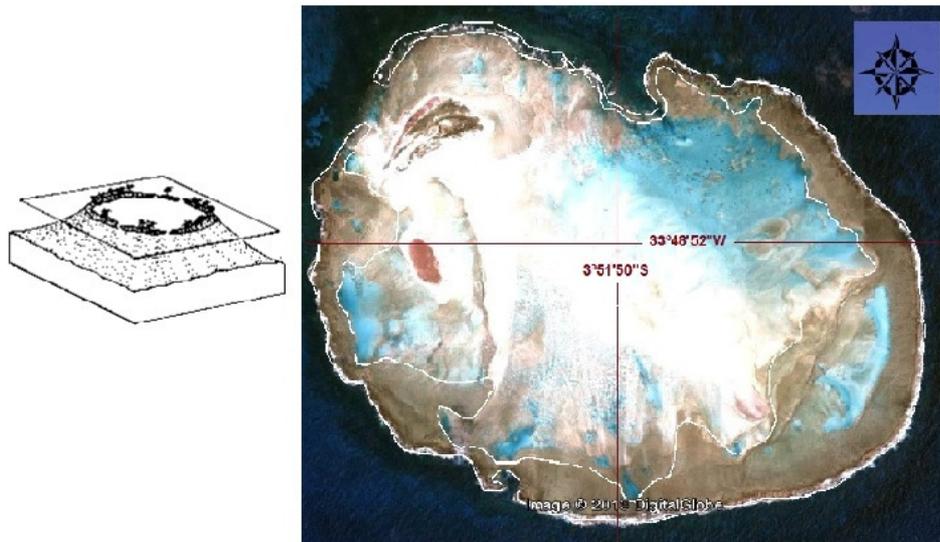


Figura 4: Recife Anelar Elíptico Atol das Rochas, RN (Brasil). Fonte: Google Earth

Os corais são os componentes principais do baseamento estrutural de uma grande quantidade de Ilhas. As Ilhas coralinas oceânicas estão entre os sistemas mais vulneráveis ante as ameaças associadas com as mudanças climáticas globais devido ao fato de que estão construídas sobre sedimentos finos e soltos procedentes dos corais ao seu redor, os quais são de fácil erosão pela ação das correntes e das ondas (BURKE *et al* 2005). Deve-se ressaltar que o aumento nas concentrações de CO₂ gera uma redução no pH da água dos oceanos reduzindo a diversidade de espécies de corais até em 40% (FABRICIUS 2011) e reduzindo drasticamente os processo de calcificação das estruturas coralinas (GLICK, P 1999), o qual acrescenta as taxas de erosão das estruturas coralinas (INVEMAR 2005).

No mês de setembro do ano 2012 os níveis de CO₂ encontrava-se em 391,05 p.p.m (NOAA 2012). Para o ano 2050 este nível poderia chegar a 550ppm (IPCC CENARIO B1, 2007). Alguns estudos estimam que entre os anos 1880 e 1990 a calcificação dos recifes de coral sofreu um decréscimo de 10% e que, entre os anos 1990 e 2100, este valor poderia atingir 22% (BUDDEMEIER & SMITH, 1999).

Toda essa riqueza de espécies nos recifes de coral tem grande importância para a vida econômica da humanidade. Segundo o WWF (2011) mais de um bilhão de pessoas no mundo dependem dos recifes de coral para sua sobrevivência. Uma grande quantidade de medicamentos para o combate do câncer vem sendo desenvolvida usando

espécies de corais, além do seu uso na descoberta de novas curas para artroses e antibióticos para novas cepas de vírus (NOAA, 2012). A tabela a seguir (Ver tabela 1) apresenta em quatro categorias os bens e serviços ambientais fornecidos pelos recifes de coral (WORLD RESOURE INSTITUTE, 2009); todos eles de grande importância para as populações assentadas em pequenas Ilhas.

Tabela 1: Serviços ambientais fornecidos pelos Recifes de coral

<p>Serviços de Provisionamento</p> <p>Produtos Obtidos nos Recifes de Coral:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Medicamentos - Peixe - Materiais de Construção - Recursos Genéticos 	<p>Serviços de Regulação e Benefícios obtidos a partir dos processos ecossistêmicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Controle da Erosão - Proteção contra furacões e Tormentas 	<p>Serviços Culturais, Benefícios não materiais obtidos dos ecossistemas coralinos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Valores Espirituais e Culturais - Sentido de pertença - Valores Estéticos - Turismo e Lazer
<p>Serviços de Apoio</p> <p>Processos Naturais que promovem a manutenção de outros serviços Ecossistêmicos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Formação de Areia - Produção Primária 		

Os recifes de coral são os ecossistemas marinhos mais complexos do planeta como também as coberturas mais relevantes do caribe ocupando aproximadamente 26.000 km² (BURKE L, MAIDENS, 2005,a). Os recifes de coral são o fundamento das cadeias tróficas existentes nos oceanos das áreas tropicais e subtropicais do mundo; estes ecossistemas são o nicho ecológico de mais de 25% das espécies de peixes de valor comercial do mundo e provem proteção a mais de dois milhões de espécies marinhas. (CASTRO & HUBER, 2010).

Segundo (HUGHES *et al*, 2003) a pesca excessiva como também, o escoamento de poluentes provenientes da atividade agrícola tem sido os principais fatores causante do deterioro dos recifes de coral nos últimos vinte anos.

A distribuição espacial de peixes herbívoros e erizos de mar nas comunidades bentônicas, a taxa de recrutamento das espécies de coral que compõem o recife, a porcentagem de algas em relação à quantidade de cobertura viva de coral, são fatores que condicionam a estabilidade ecológica dos ecossistemas de coral (SANDIN & McNAMARA, 2012). Estas condições podem ser modificadas pelas diferentes atividades antrópicas desenvolvidas nos recifes e que em muitos casos tem mudado drasticamente a estabilidade deste ecossistema: o lançamento em áreas litorâneas de esgotos sem tratamento origina nos recifes de coral, um aumento na proporção de algas filamentosas de tipo relva, que ocasiona reduções drásticas nas coberturas vivas de coral o qual é ainda mais perturbador para o ecossistema quando existe a sobre pesca de espécies de peixes herbívoros (CASTRO & HUBER, 2010 Pág. 324).

Os formadores principais dos recifes são os corais; organismos invertebrados marinhos pertencentes à classe dos antozoários, com presença de esqueleto interno ou externo de consistência pétreo. O corpo de um coral consiste num pólipos (estrutura oca e cilíndrica que adere a uma superfície pela extremidade inferior). Na extremidade livre situa-se a boca, em volta da qual existem tentáculos, cuja função é capturar alimento (Plâncton) (Figura 5). Os pólipos apresentam comprimentos diversos e secretam um líquido urticante capaz de paralisar a presa.



Figura 5: Anatomia simples do Pólipos de Corais. Fonte www.scubadivingplayadelcarmen.com

Os corais têm desenvolvido uma simbiose com as algas do gênero *symbodium* chamada *zooxantela*. Nessa relação simbiótica, as algas fornecem aos corais nutrientes derivados da fotossíntese, recebendo em troca compostos nitrogenados, fosfato e CO₂, além de um ambiente estável e seguro. A simbiose entre corais e *zooxantela* é tão bem

sucedida que os corais conseguem precipitar grandes quantidades de carbonato de cálcio (CaCO_3). O carbonato de cálcio é um material calcário que se acumula ao longo do tempo formando os recifes de coral (DIAZ, 1995).

Os corais formadores de recifes são também conhecidos como corais *hermatípicos* (Figura 6). Existem também os corais *ahermatípicos*, alguns deles, conhecidos como *octocorais* (Ver Figura 6 direita) são corais que não precipitam cálcio como resultado da sua simbiose com as algas (BURKE *et al*, 2005).



Figura 6: Esquerda Corais Duro Sp. Millepora Complanata (Corais de Fogo). Direita Corais Mole Sp Octocorais. Fonte: Trabalho de Campo Agosto 2012

Embora a existência de recifes de coral seja possível em condições extremas (até 6000 m. de profundidade) os corais hermatípicos são comumente encontrados em profundidades máximas de até 70m, em águas com temperaturas que oscilam entre 20°C e 28°C sendo igualmente vulneráveis a mudanças drásticas de temperatura (aumento ou decrescimento) (BUDDEMEIER & SMITH, 1999). Sendo que segundo SILVERMAN *et al* (2009) a temperatura ideal para o desenvolvimento dos corais é de 26 °C a uma concentração de CO₂ atmosférico de 280ppm.

A principal diferença entre os corais das águas frias e profundas e os corais das águas tropicais é que os tecidos dos corais hermatípicos possuem algas Zooxantelas (pequenas algas unicelulares) do gênero *Symbiodinium*, com as quais estabelecem a relação de simbiose (BURKE, L *et al*, 2005).

Outro fator que restringe o desenvolvimento dos recifes é a salinidade. Os corais hermatípicos não conseguem tolerar salinidades inferiores a 25‰ e superiores a 32‰. A maioria dos corais não tolera uma elevada concentração de sedimentos devido a que estes se depositam sobre os pólipos reduzindo sua capacidade de se alimentar como também dificultando a fotossíntese efetuada pelas *Zooxantelas*. Em geral, o desenvolvimento dos recifes de coral é maior em áreas com um elevado fornecimento de oxigênio e correntes. (LEÃO *et al* , 2005).

Em vista destas características, o turismo em ambientes recifais pode representar riscos à saúde destes ambientes. Existe um consenso geral entre pesquisadores e gestores das áreas marinhas: “O turismo mal planejado pode causar sérios danos aos ambientes de recifes” (CORAL REEF ALLIANCE 2009). Esta constatação é preocupante se considerarmos que no Caribe, o turismo depende dos ambientes de recifes para geração de divisas (WORLD RESOURCE INSTITUTE, 2009), e há uma previsão de que o número de usuários das atividades turísticas nas áreas de corais tenderá a aumentar (NOAA, 2009).

Os impactos do turismo nos recifes de coral podem ser diretos e indiretos. Os impactos diretos referem-se principalmente à prática do *Mergulho Autônomo* e do *Snorkeling*.

O *Snorkeling* para ser praticado com segurança, em ótimas condições, requer o uso de nadadeiras, máscara, tubo respirador (*Snorkel*) e colete de apoio para a flutuabilidade. Essa atividade pode ser praticada por crianças e adultos tendo restrições para mulheres a partir do sétimo mês de gravidez. Sua prática requer da presença de um guia ou (*divemaster*) que, além de conhecer bem a área quanto à sua biodiversidade e aspectos físicos (correntes, visibilidade, tipo de fundo), deve estar capacitado em primeiros socorros (ASSOCIAÇÃO PROFISSIONAL DE INSTRUTORES DE MERGULHO; PADI, 2012). As áreas de corais ótimas para o desenvolvimento dessa atividade são aquelas com até no máximo quatro metros de profundidade, pois quanto maior a profundidade, maior a dificuldade dos praticantes na observação dos detalhes das coberturas de corais.

No Mergulho Autônomo, além do equipamento usado para a prática do *Snorkeling*, é necessário um regulador de demanda de ar; um medidor de profundidade com bússola; um tanque de ar e cinto de lastro, o qual significa que os investimentos de instalação e manutenção de uma loja de mergulho são bem maiores do que os requeridos para uma loja de *Snorkeling*.

Em ambos os casos, há que se criar uma consciência dos turistas sobre os impactos que a atividade de *Snorkeling* ou de mergulho autônomo, especialmente no que se refere a problemas de fluutuabilidade dos mergulhadores e praticantes de *Snorkeling*, decorrentes de treinamento inadequado, que geram danos físicos aos recifes por contato direto sobre as coberturas.

Segundo PADI (2012) e outras agências de mergulho e atividades subaquáticas (NAUI), (CMAS), as atividades subaquáticas não podem ser realizadas individualmente sendo sempre preciso o acompanhamento de algum outro mergulhador. No caso de não ter conhecimento da área é importante contar com a companhia de um guia (*Divemaster*). Os manuais profissionais de mergulho recomendam que, antes de começar qualquer uma dessas atividades que o guia ou *divemaster* efetue uma palestra introdutória (*Briefing*) com os participantes para lhes informar sobre as características biofísicas do local (tipo de coberturas, profundidade, corrente), apontando os procedimentos de segurança como também a duração da atividade. Ao término da mesma, deve-se fazer uma retrospectiva para falar sobre o que foi visto e resolver dúvidas, melhorando o conhecimento e destrezas dos praticantes. PADI (2012).

Mas é fundamental que se incluam nas palestras, conteúdos sobre a conduta consciente do turista, à semelhança da campanha de conduta consciente em ambientes recifais promovida pelo Ministério do Meio Ambiente do Brasil. Isso porque, além dos problemas de causados pelas nadadeiras (pés-de-pato) utilizadas pelos turistas durante o mergulho autônomo e *Snorkeling*, presencia-se com bastante frequência, a falta de consciência dos turistas que leva também à coleta de organismos vivos extraídos como “souvenires” (GALLO & MARTINEZ 2001).

Já os impactos indiretos estão associados com a construção de portos e resorts os quais, segundo VAN'T HOF (2001), contribuem com a degradação dos recifes de coral pelo despejo de esgotos sem tratamento.

Apesar destes aspectos negativos levantados, o turismo porta uma potencialidade positiva, pois pode também aumentar a consciência do valor dos ativos ambientais, contribuir para a criação de áreas protegidas e contribuir na melhora de infraestrutura de proteção para o meio ambiente (WORLD WILDLIFE FOUNDATION-WWF, 2001). Ou seja, ele pode ser um aliado da sustentabilidade, se for planejado de forma que busque alcançar esses resultados, além de trazer benefícios para a comunidade local. Segundo a ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DO TURISMO (1994), o turismo sustentável satisfaz as necessidades dos turistas e das regiões de acolhida, protegendo e promovendo oportunidades para o futuro. Ele é concebido como uma forma de gerenciar todos os recursos para que eles possam satisfazer os sistemas de apoio econômico, social e estético, respeitando a integridade cultural, os processos ecológicos essenciais, diversidade biológica e vida.

1.2 OS RECIFES DE CORAL E AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

As mudanças climáticas são consideradas por muitos como uma das mais preocupantes ameaças devido à especial vulnerabilidade dos corais ante as variações de temperatura e das condições físico-químicas do mar (INVEMAR, 2008). No ano 2011 o “World Resource Institute” com sede na Cidade de “Washington” nos EEUU publicou o informe “recifes em Risco”, o qual traz uma avaliação geral da vulnerabilidade dos recifes de coral frente às mudanças climáticas, sendo este recurso fundamental para chamar a atenção sobre a necessidade de empreender estudos destinados a avaliar a vulnerabilidade de atividades que dependem dos corais para seu desenvolvimento o qual faz parte dos objetivos deste projeto.

Segundo o GLOBAL CORAL REEF MONITORING NETWORK (2008) a ameaça das mudanças climáticas aos recifes de coral é uma situação pouco alentadora e suas maiores consequências são:

- Incremento do branqueamento dos corais causado pelo aquecimento das águas.
- Redução das taxas de calcificação das estruturas dos corais causada pelo aumento na acidez das águas do oceano.
- Aumento da mortalidade de algumas espécies de corais hermatípicos causada pelo aumento nos níveis médios das marés.

No entanto, a mudança climática global é uma ameaça que se une à longa lista de pressão que atentam contra o bem-estar dos recifes coralinos. As estruturas de corais do mundo estão sofrendo processos de degradação em grande escala, devido também a outras diferentes classes de pressão antrópica, tais como: pesca excessiva, lançamento de águas de esgotos, circulação de embarcações etc. (HUGHES *et al.*, 2003).

Em vista dessa situação, o centro para investigações de recifes de coral e bosques tropicais, integrante da rede mundial de monitoramento de recifes de coral GLOBAL CORAL MONITORING NETWORK (2008), definiu como parte dos critérios de alta prioridade para a preservação dos recifes de coral: “O incremento nas avaliações para prover a melhor informação sobre os impactos iminentes dos efeitos da mudança climática aos operários e gestores de recursos naturais e tomadores de decisões e para reduzir as ameaças aos recifes de coral e comunidades costeiras” (citação literal).

Segundo o WORD RESOURCE INSTITUTE – WRI (2005) o nível de ameaça ante os tensores climáticos associados às mudanças climáticas dos recifes de coral das Ilhas de San Andrés e Providência pode ser catalogado como Alto (Figura 7).

Segundo o INVEMAR (2010) as avaliações feitas em algumas áreas do Caribe da Colômbia tem registrado uma porcentagem de até 9% de deterioração devido aos processos de branqueamento.

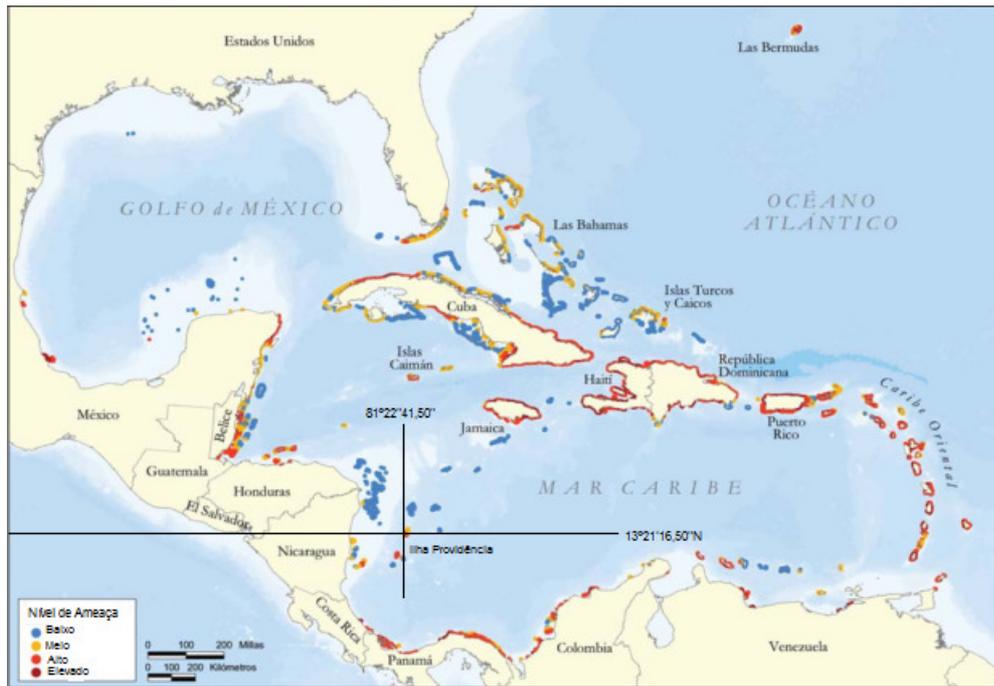


Figura 7: Nível de Ameaça dos Recifes de coral no Caribe. Fonte World Resource Institute (WRI 2005)

Apesar destas evidências, nos últimos anos têm surgido discrepâncias sobre a capacidade dos recifes de coral de se adaptarem às alterações geradas pelas mudanças climáticas. Alguns pesquisadores baseados em registros fósseis, afirmam que os ecossistemas de corais possuem um elevado potencial adaptativo devido a seu grande número de espécies e seu nível de resposta ante os aumentos de temperatura, assim como pela elevada resiliência das algas unicelulares com as quais os corais tem uma relação simbiótica (PANDOLFI *et al.*, 2011; BUDDEMEIER *et al.*, 2004) mas, segundo GULDBERG & ORTIZ (2011) o modelo proposto por PANDOLFI *et al.* (2011) não leva em consideração a redução, amplamente documentada da calcificação dos corais que abrigam as espécies de Zooxantelas e que possuem uma elevada resiliência. No entanto todos os autores confirmam a ameaça das mudanças climáticas sobre os ecossistemas de corais num cenário de agravamento dessas mudanças.

Os recifes de coral são percebidos como ecossistemas com um equilíbrio associado a uma rede complexa de interações ambientais formadas por: temperatura, nutrientes, salinidade; correntes e nível de maré, sendo que qualquer alteração em algum dos componentes do sistema pode pôr em risco a integridade do ecossistema (BUDDEMEIER *et al.*, 2004). O branqueamento dos corais é um efeito relacionado com mudanças drásticas em algum dos componentes de estabilidade do sistema,

principalmente temperatura e/o salinidade, o qual consiste na perda (expulsão por estresse) das zooxantelas simbióticas do pólipó de coral que age como hospedeiro (KAPLAN, 1982). Ainda é desconhecido qual é o fator predominante que ativa a expulsão da zooxantela, mas, segundo BROWN (1997), qualquer um dos fatores associados com as mudanças climáticas globais (temperatura ou acidez) poderia ativar o fator “gatilho” que gera a perda, pelos corais, do Symbiodinium.

Os recifes de coral são extremamente sensíveis às variações da temperatura das águas oceânicas (HOEGH-GULDBERG, 2007). Um aumento pequeno da temperatura das águas superficiais pode gerar um processo de perda das zooxantelas presentes no tecido dos corais e que participam de uma relação simbiótica com eles (BUDDEMEIER & FAUTIN, 1993). Distúrbios ambientais podem interromper esta delicada simbiose, causando separação entre as algas e os corais (BUDDEMEIER & KLEYPASS, 2004). Nesse caso os corais perdem a sua cor, expondo o esqueleto calcário branco, pelo qual este fenômeno é conhecido como branqueamento. A frequência e o rigor do fenômeno de branqueamento dos corais podem provocar mudanças drásticas na estrutura das comunidades do ecossistema de recife, tanto na sua biodiversidade como também reduzindo a taxa de calcificação do esqueleto calcário e, por conseguinte, afetando o desenvolvimento da estrutura do recife (EAKIN *et al*, 2008). Segundo MIGOTTO (1995) os estímulos indutivos do branqueamento podem ser: temperaturas anormalmente altas ou baixas (4 a 5 °C embaixo ou acima da média por 1 a 2 dias); sendo que altos níveis de sedimentação podem “sufocar” as colônias diminuindo seu crescimento; e poluição. Os corais precisam de poucos nutrientes externos. Recifes sujeitos a altos níveis de nutrientes se deterioram devido ao crescimento excessivo de algas filamentosas que nessas condições são competitivamente superiores aos corais.

Estudos de campo tem posto em evidencia a existência de diferenças taxonômicas na vulnerabilidade ao stress induzido pelo branqueamento e na mortalidade associada a um local em particular (BUDDEMEIER & FAUTIN, 1993).

O branqueamento é mais evidente em espécies de corais que apresentam altas taxas de recrutamento e de crescimento do que noutras espécies existentes na mesma área, sendo que a mortalidade, após o fenômeno, é maior em determinadas espécies, por exemplo, *Acropora sp* (BUDDEMEIER & FAUTIN, 1993). Esses parâmetros têm

servido para formular a hipótese do Branqueamento adaptativo segundo a qual algumas espécies de corais hospedeiros e de zooxantelas possam formar diferentes tipos de associações, aumentando a resiliência do ecossistema, mas as condições de formação destas associações ainda não estão esclarecidas (BUDDEMEIER & FAUTIN, 1993).

São variados os fatores físicos e biológicos que podem afetar a variabilidade espacial das espécies de coral (MUMBY *et al* 2000) sendo difícil prever o comportamento dos habitats de corais devido à elevada complexidade desse sistema (BUDDEMEIER & FAUTIN, 1993). Não obstante alguns fatores tais como: distribuição vertical, distribuição espacial, estratégias reprodutivas, susceptibilidade ao branqueamento permitiriam estabelecer níveis de vulnerabilidade específica para cada espécie (NOAA, 2012) (DONNER *et al*, 2005). Deve se ainda considerar que espécies de coral com uma maior distribuição espacial poderiam apresentar melhores níveis de adaptação ante as mudanças ambientais; espécies tais como *Agaricia agaricities* possuem uma distribuição ampla sendo tolerantes a uma maior variabilidade de condições ambientais (GUZMAN & GUEVARA, 1998). Observa-se também que as espécies com estratégias de reprodução sexual apresentam maior tolerância diante das mudanças de salinidade, concentrações elevadas de sedimentos e temperaturas altas, do que espécies com outros tipos de estratégias (SOROKIN, 1993, citado por GUZMAN & GUEVARA, 1998).

Segundo ESCOBAR (1999) a maioria das espécies de corais do Caribe encontram-se perto do seu nível máximo de tolerância térmica, e, portanto, pequenos aumentos na temperatura média do mar poderiam gerar processos de branqueamento em grande escala. Mesmo que os processos de branqueamento estejam acontecendo e aumentando nos últimos anos, a negação e a interpretação errada dos dados sobre o aquecimento global têm dificultado a compreensão dos reais impactos da mudança climática sobre os corais (GOREAU & HAYES, 2004). Segundo estes autores, hoje em dia tornou-se cada vez mais difícil negar que as altas temperaturas são a principal causa da perda de cobertura de corais. Estes autores ainda chamam a atenção para a importância de não caracterizar as mudanças na temperatura dos oceanos como parte de um ciclo natural (El Niño, por exemplo), pois isto poderia sugerir erroneamente que a morte dos corais seja um evento raro.

“El Niño” é um padrão periódico de oscilações alternadas de alta e baixa pressão, que se manifesta por um aquecimento anormal da superfície e camadas superiores das águas do oceano Pacífico equatorial, produzindo mudanças no clima global (SAMPAIO DE OLIVEIRA, 2001). Segundo GOREAU & HAYES (2004) "El Niño" vem acontecendo há milhares de anos, mas a mortalidade em grande escala dos corais é um acontecimento que surgiu nos últimos vinte anos. Estes autores chamam a atenção para o fato de que os maiores processos de branqueamento reportados para o Caribe aconteceram no ano de 1998, que foi um ano, com a presença do "El Niño" como também no ano 2002 que foi um ano sem a presença de "El Niño", parecendo, portanto mais ser um comportamento padrão do aquecimento global no espaço e no tempo do que um padrão de “El Niño”. Segundo RODRIGUEZ *et al* (2011) estudos feitos na grande barreira de recife da Austrália, tem concluído que durante o “El Niño”, as temperaturas de verão em toda a superfície das águas com presença de corais são diferentes, o que significa que não é possível generalizar quando se fala sobre a influência deste fenômeno no recife como um todo.

Segundo HOEGH *et al.* (2007) as projeções de mudança nas percentagens de dióxido de carbono atmosférico (500 p.p.m) e aumentos de temperatura (ao menos 2 °C) nos próximos 100 anos, excedem as condições sob as quais os recifes de coral evoluíram durante os últimos milhões de anos. A análise dos registros de concentração de dióxido de carbono atmosférico preservados em núcleos de perfuração obtidos nas calotas polares mostra que nos últimos 400.000 anos as oscilações na concentração atmosférica desse gás na atmosfera situa-se num intervalo que varia entre 180 p.p.m até 310 p.p.m (BUDDEMEIER & KLEYPAS, 2004). Tais dados são confirmados nos relatórios do IPCC – AR4 os quais alertam para um aumento médio global das temperaturas entre 1,8°C (Cenário B1) e 4,0 °C (Cenário A1F1). Até o ano 2100 o aumento poderia ser ainda maior (6,4 °C) se a população e a economia continuarem crescendo rapidamente e se for mantido o consumo intenso dos combustíveis fósseis (ALLEY *et al.*, 2007).

“Os estudos de vulnerabilidade indicam que um incremento em meio metro no nível médio do mar, alagaria mais de 50% das praias no Caribe insular nos próximos 50 a 100 anos, causando erosão severa, aumentando o potencial de enchentes nas comunidades costeiras e incrementando a intrusão salina nos aquíferos de água doce”

(PNUMA, 2006). Segundo KENNETH & JEFREY (2011) o aumento no nível médio de maré assim como o aumento de acidez das águas dos oceanos, devido ao aumento na concentração de dióxido de carbono atmosférico, comprometeria o crescimento calcário nos recifes, produzindo comunidades de recifes menos diversas e estruturas com menor capacidade de recuperação (resiliência). A menor capacidade de recuperação pode comprometer as populações de peixes associadas aos recifes. Além disso, poderá haver impacto na estabilidade do litoral emergido, aumentando a erosão sobre as praias, e impactando negativamente a estabilidade econômica, social e cultural das populações humanas assentadas em ditas zonas (RIES, 2006).

1.2.1 Avaliação e Monitoramento de Corais.

Os programas de monitoramento dos recifes de coral são ferramentas fundamentais para estruturar iniciativas de conservação dos ecossistemas. Esses programas demandam de avaliações periódicas dos diferentes fatores associados com o bem-estar dos recifes de coral principalmente; dos níveis de biodiversidade das espécies que o compõem (peixes, algas, corais); do estado de saúde das coberturas de coral como também da sustentabilidade ambiental das de atividades antrópicas que são desenvolvidas no recife. Segundo ROGER *et al* (1994), um programa de monitoramento apropriado para os recifes de coral consegue definir mudanças no ecossistema, determinando as prováveis causas de dano das coberturas sendo um insumo de grande valor para definir estratégias de desenvolvimento associadas ao bem estar das populações que fazem uso do recurso.

As metodologias de avaliação apropriadas para definir o estado das coberturas de coral devem facilitar o desenvolvimento de bancos de dados históricos para brindar informação sobre:

- Parâmetros ambientais (Temperatura, salinidade, acidez, turbidez).
- Abundância de corais hermatípicos, octocorais, algas e peixes.

Recomenda-se estabelecer uma periodicidade nas avaliações como também o uso de técnicas de avaliação que sejam facilmente replicáveis por outras pessoas, associando os locais de amostragem com uma base de dados georreferenciados. (NOAA, 2010).

No caso das ilhas os mecanismos de gestão são desenhados desde a premissa da relação direta de dependência entre o bem estar do recurso é o bem estar da população, que o utiliza, tendo como fundamento preservar as condições de vida da população como também o uso sustentável do recurso que fornece os bens e serviços para a população (CORALINA 2003).

A maior parte das áreas de coral existentes no Departamento Arquipélago de San Andrés e Providencia vem sendo avaliadas com a Metodologia da organização “*Reef Check*” a qual vem é aplicada com uma periodicidade aproximada de dois anos desde o ano 1998 (REEF CHECK, 2012); sendo que a metodologia AGRRA é usada para alguns estudos e projetos acadêmicos com demandas de informação mais específica (INAP, 2011).

Algumas características geomorfológicas dos recifes de coral que são produto de processos de interação entre o recife e o meio físico marinho (correntes, salinidade, temperatura da água, sólidos dissolvidos), tem a possibilidade de ser avaliados mediante o uso de sensores remotos (RUDORFF *et al.*, 2009).

O Sensoriamento remoto é uma medida da interação da radiação eletromagnética com a superfície dos objetos (MENESES & DE ALMEIDA, 2012). No sensoriamento remoto o objeto imageado é registrado pelo sensor por meio de medições da radiação eletromagnética (MENESES & DE ALMEIDA 2012). Já na avaliação de feições localizadas embaixo da água, a totalidade do sinal recebida pelo satélite sofre alterações devidas à radiação associada aos processos de dispersão atmosférica. O reflexo do brilho da luz solar sobre a superfície do mar mais uma atenuação pela camada da água existente acima da superfície avaliada (INVEMAR 2008).

De acordo com BENFIELD *et al* (2007), imagens de satélite e instrumentos remotos orbitais com elevada resolução espectral podem ser usados para monitorar mudanças qualitativas dos ambientes recifais. Segundo MISHRA *et al* (2006) citando a

MUMBY *et al* (2002), as imagens Quickbird possuem uma resolução espacial apropriada para avaliar os habitats que constituem os recifes de coral, visto que as colônias de recifes de coral estão localizadas normalmente em locais com águas claras. Justamente nesses ambientes o uso de sensores remotos permite obter informação ecológica com uma precisão que oscila entre o 50% e 70% (MUMBY & GREEN, 1997).

Os sensores remotos têm sido usados satisfatoriamente no litoral caribenho do Panamá para mapeamento de corais das águas rasas (FONSECA *et al.*, 2010). Segundo MUMBY *et al* (1997), o uso das imagens de satélite para obter informação dos recifes de coral (localização, tamanho, coberturas) vem sendo aplicada há vários anos. O lançamento do sensor de alta resolução “Ikonos” no ano 1999, e do Quickbird no ano 2004 gera uma nova disponibilidade de recursos técnicos para a avaliação de recifes de coral em áreas remotas, pois ambos os sistemas provêm dados multiespectrais em três bandas visíveis (azul, verde e vermelho), as quais podem simular as fotografias aéreas. Além disso, utilizam também uma banda de infravermelho próximo, que melhora a apreciação das características de fundo marinho, permitindo a distinção e exclusão de informação não relevante como nuvens e coberturas terrestres (STUMPF & KRISTINE, 2003). Segundo CAPOLSINI *et al.* (2003), a elevada resolução espacial do sensor Quickbird é apropriado para realizar mapeamentos complexos de feições naturais. Alguns estudos têm conseguido mapear várias classes de coberturas bentônicas (algas, corais, macro algas), sendo possível obter uma assinatura espectral para cada conjunto (HOCHBERG *et al.*, 2003)

Os ambientes de recifes de coral são ambientes opticamente, espacialmente e temporalmente complexos. Uma das chaves para avaliar o estado de cobertura dos recifes de coral por meio do sensoriamento remoto é o desenvolvimento de uma metodologia que relaciona o sinal de satélite com o conjunto de sinais (Bio-óptica) gerado pelo recife (DOBSON & DUSTAN, 2000). Considera-se que, nesse contexto, uma vez que os recifes de coral geralmente exibem padrões de zoneamento do habitat, a resposta geral da comunidade a perturbações de pequena escala pode ser detectável por meio de mudanças no padrão da assinatura espectral da comunidade como um todo (DOBSON & DUSTAN, 2000).

Segundo MEYERS (1999) citado por DOBSON *et al* (2000), a alta diversidade de espécies que compõem os recifes de coral se reflete na grande variedade de assinaturas espectrais que emanam do substrato de recife, sendo que as propriedades óticas de maior importância do recife estão maioritariamente associadas com os pigmentos fotossintéticos dos organismos bentônicos sendo que segundo KIKUCHI & LEÃO (1997) citado por PRATES (2003) em alguns recifes o crescimento das algas coralinas pode assumir uma relevância igual ou maior que o dos próprios corais . Portanto, alterações nos parâmetros ecológicos (ação das ondas, temperatura, disponibilidade de nutrientes etc.) podem gerar mudanças adicionais na composição da comunidade, como também nas propriedades espectrais do recife, fazendo com que os espectros dos componentes do recife se misturam para dar ao recife características espectrais que podem ser usadas para diagnosticar esses ecossistemas.

No entanto, mudanças no padrão do vento, correntes e variações na distribuição das espécies de corais em função da profundidade, são fatores que limitam o uso exclusivo das imagens de satélite para avaliar algumas características das coberturas de corais (HEDLEY *et al* 2010). Em vista disso, FONSECA *et al.* (2009) têm anotado que o uso de técnicas mistas de avaliação direta em campo juntamente com análise supervisionada de imagens de satélite são mais adequadas para avaliar apropriadamente coberturas de corais de águas rasas.

Segundo DOBSON & DUSTAN (2000), séries de imagens de satélite podem ser usadas como parte de um sistema de monitoramento em conjunto com avaliações de campo permitindo a redução dos custos e o aumento das áreas avaliadas. Imagens periódicas de áreas de corais selecionadas podem ser comparadas através da sua heterogeneidade espacial ou textura. Cabe dizer aqui que a textura pode ser calculada como função da reflectância o qual, em termos ecológicos, significa que a textura pode ser uma medida “proxy” da heterogeneidade de habitats na medida em que a reflectância dos pixels reflete diferenças no habitat (JENSEN, 1996, citado por DOBSON, 2000). Portanto, é possível a construção de um banco de imagens que permita o estabelecimento de séries temporais as quais, junto com as avaliações de campo, possam produzir melhores diagnósticos do estado das coberturas recifais.

1.3 MUDANÇAS CLIMÁTICAS E SUSTENTABILIDADE

Hoje em dia, o termo sustentabilidade, é citado em questões como fundamentos socioeconômicos, ambientais, políticos, assim como em muitas outras atividades e disciplinas. E há uma multiplicidade de definições para o termo.

Segundo a (UICN, 2000) o conceito de sustentabilidade refere-se, em primeiro lugar, à necessidade de manter as condições naturais favoráveis para o desenvolvimento da vida, de modo que os limites sejam mantidos para evitar a destruição dos sistemas naturais que suportam nossa sobrevivência. A definição do conceito afirma que as ações a serem tomadas, tendo em vista desafios sociais, econômicos, políticos e ambientais devem ser orientadas pelos critérios de sustentabilidade (BURGER & CHRISTEN, 2011), mas segundo estes autores “*O perigo por detrás dessa situação teórica é a de que, tudo vale devido à heterogeneidade das condições teóricas associadas com o conceito de sustentabilidade, sendo que o conceito é usado para cobrir qualquer coisa que se deseja cobrir*” (BURGER & CHRISTEN, 2011, pág. 787). Portanto é importante afirmar que além da sua definição, o desenvolvimento sustentável, deve ser tido como uma estratégia de resolução prática de problemas nos quais o nível de agregação da unidade de análise deve de ser bem estabelecida. (NORTON, 2005, citado por BURGER & CHRISTEN, 2010)

Segundo GALLOPÍN (2006) a unidade de análise para as pesquisas na área do desenvolvimento sustentável está integrada pelo sistema sócio ecológico (SES), o qual é um sistema definido pelo subsistema humano e o subsistema ecológico (biofísico), estando os dois, em interação mútua e constante. Para esta unidade, a escala de análise corresponderia à comunidade e seu ambiente circundante como parte de um sistema maior (o sistema planetário). Tanto a perspectiva do ambiente circundante como a unidade de análise encaixa nos princípios da perspectiva global e da ligação entre meio ambiente e desenvolvimento, definidos pelo relatório da comissão mundial sobre meio ambiente e desenvolvimento, o qual definiu desenvolvimento sustentável como "O desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir as suas" (WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT 1987). A comissão definiu também uma

série de ações para alcançar o desenvolvimento sustentável. O relatório “Nosso Futuro Comum”, publicado em 1987, expressava três princípios básicos:

1. A perspectiva global
2. A ligação entre meio ambiente e desenvolvimento
3. A responsabilidade social entre a geração atual e futura, e entre as diferentes sociedades que habitam o planeta.

A mudança no sistema sócio ecológico (SES) vai depender por tanto das mudanças nos subsistemas biofísicos e humanos, sendo que esses estão interligados pode se deduzir que o qualquer tipo de mudança num dos seus componentes vai gerar mudanças em todo o sistema.

Segundo COENEN *et al* (2000) citado por LEHTONEN (2004) a operacionalização dos vínculos entre meio ambiente (sistema biofísico) e meio social (sistema humano) está baseada em quatro conceitos chaves: qualidade ambiental (do sistema biofísico), qualidade social, política social e política ambiental. A qualidade social e a política social estão diretamente relacionadas com o bem estar da população. A qualidade do sistema biofísico demanda de programas para sua conservação os quais dependem das políticas ambientais que garantam sua continuidade; ressaltando-se o conhecimento científico como necessário na sustentação da base conceitual das políticas de conservação do (SES). Embora cada um dos componentes do (SES) tenham desenvolvimento independente (NORGAARD, 2009), o grande desafio no diagnóstico da sustentabilidade do (SES) baseia-se na análise das relações entre os diferentes níveis do sistema em diferentes escalas espaciais e temporais (NORBERG *et al*, 2008, citado por OSTROM, 2009). No caso das relações existentes entre os sistemas naturais e sociais da Ilha de Providencia no contexto do Parque Nacional Natural “Mc Bean Lagoon”, as atividades turísticas situam-se como fator de análise importante pela sua relevância no contexto social e ambiental da Ilha, sendo que mudanças nas características dos componentes ambientais dos ecossistemas naturais trazem consigo mudanças no sistema social associado com as atividades turísticas.

Um dos vínculos entre meio ambiente (sistema biofísico) e meio social (sistema humano) mais focados na atualidade diz respeito ao comportamento do clima global, e possíveis avaliações de mudanças no clima.

A pesquisa e elaboração de modelos climatológicos permite definir prováveis cenários ante as mudanças climáticas com os quais pode ser possível definir diferentes níveis de vulnerabilidade e, portanto, facilitam o desenho de estratégias de gestão apropriadas (MELBOURNE J *et al.*,2011).

Os diferentes cenários estabelecidos pelo Painel Intergovernamental para Estudo das Mudanças Climáticas (IPCC) foram baseados em critérios científicos estabelecidos por três grupos de trabalho e uma força-tarefa, tendo seu trabalho coordenado por uma unidade de apoio técnico (IPCC, 2007). O grupo de trabalho I avalia aspectos físicos e científicos do sistema climático, e suas conclusões estão baseadas numa grande série de modelos que avaliam o comportamento do sistema oceano-atmosfera. As condições iniciais dos cenários do grupo I são de simulações que começam no final do século 20 (Cenário 20CM3) e representa o clima atual e vão até o ano 2100 avaliando padrões de vento, temperatura do oceano, ciclo de carbono, nível do mar, concentrações de CO₂ na troposfera e sua relação com prováveis mudanças nas correntes marinhas (MARENGO *et al.*,2007). O grupo de trabalho II avalia vulnerabilidade dos sistemas naturais e socioeconômicos frente às mudanças climáticas, consequências negativas e positivas das mudanças e opções de adaptação (IPCC, 2007). O grupo de trabalho III avalia as opções para mitigar a mudança climática através da limitação das emissões de gases de efeito estufa. A força-tarefa desenvolve metodologias que sejam aceitas internacionalmente para o cálculo das emissões e remoções dos Gases de efeito estufa (IPCC, 2007).

O IPCC tem estabelecido quatro linhas evolutivas (A1, A2, B1, B2), do tipo qualitativo, às quais fornecem quatro conjuntos de cenários denominados famílias com a mesma denominação. O conjunto de cenários é composto por seis grupos provenientes das quatro famílias: um grupo de cada uma das famílias B1, B2 e A1 e três grupos da família A1. Os cenários resultantes estão classificados como ***A1F1 que se baseia em abordagens de uso intensivo de combustíveis fósseis***. A1T baseado na prevalência de não uso de combustíveis fósseis; A1B como aquele, com um equilíbrio entre todas as

fontes de energia, onde o equilíbrio é definido através da não dependência total de uma determinada fonte de energia. A família dos cenários A2 descreve um mundo muito heterogêneo no qual os padrões de fertilidade em todas as regiões convergem muito lentamente, o que resulta numa população mundial crescente. Tem como embasamento teórico a autoconfiança e a manutenção de identidades locais, um crescimento contínuo da população e um desenvolvimento econômico orientado para a região com um crescimento econômico per capita mais fragmentado e lento. ***Na linha da família B1 descreve-se um mundo convergente com a população mundial atingindo o seu nível máximo em meados do século XX e declinando imediatamente. Baseia-se numa economia de serviços e informação com introdução de tecnologias limpas e um uso eficiente dos recursos naturais.*** Os cenários da família B2 declaram um mundo no qual a ênfase está em soluções locais para o desenvolvimento econômico, social e ambiental, com um crescimento contínuo da população a uma taxa menor do que no cenário A2; nele prevalecem as soluções locais para responder aos problemas da sustentabilidade econômica e social. Estabelece níveis intermédios de desenvolvimento econômico com uma mudança tecnológica mais diversificada do que nos cenários B1 e A1 (IPCC, 2007). Cada família e grupo de cenários compartilham algumas suposições sobre população mundial e produto interno bruto. Esses grupos têm sido marcados com as letras HS. Com as letras OS, foram designados os cenários nos quais foram avaliadas as incertezas que não foram incluídas nos cenários harmonizados.

Para cada um dos grupos de cenários, foi desenvolvido um cenário ilustrativo, o qual foi sempre harmonizado (IPCC, 2000). A figura 8 apresenta um esquema explicativo dos grupos, famílias e cenários expostos.

Os cenários estabelecidos pelo IPCC são imagens alternativas do que poderia acontecer no futuro, sendo um instrumento apropriado para analisar como as forças motrizes da humanidade podem influenciar as emissões futuras. São uteis para analisar as alterações climáticas e principalmente para avaliar os prováveis impactos dessas alterações, a vulnerabilidade dos sistemas naturais e sociais e gerar iniciativas de adaptação e mitigação procurando a redução da vulnerabilidade (IPCC, 2000).

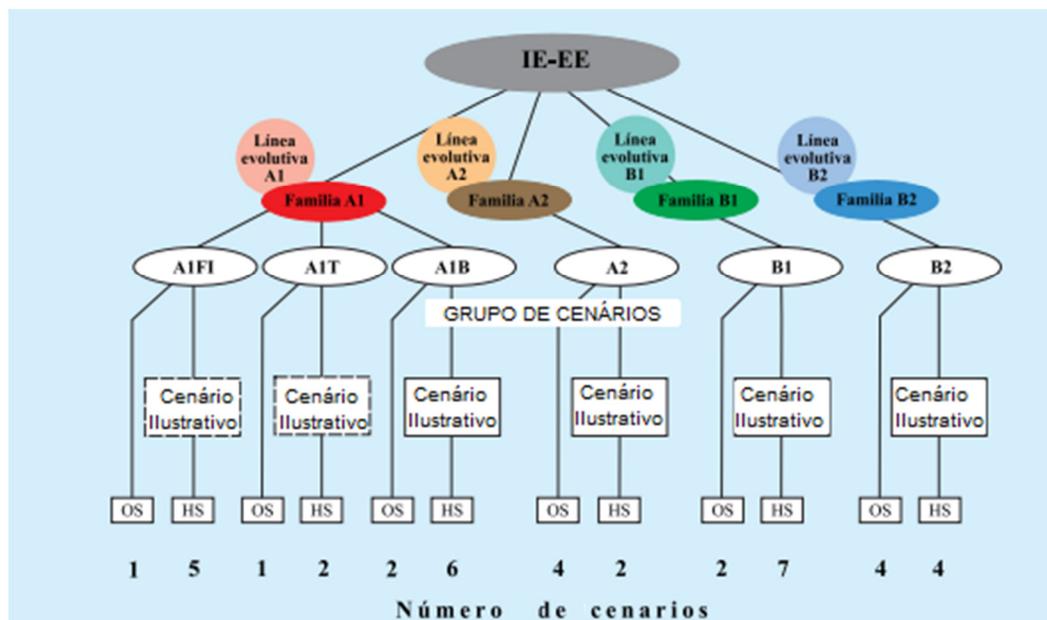


Figura 8: Características dos Cenários do IPCC. Fonte IPCC (2000)

Segundo o Programa Nacional de Adaptação às Mudanças Climáticas da Colômbia (INAP¹) espera-se que como consequência das mudanças climáticas até o ano 2050, o nível meio de marés, as temperaturas médias e à acidez da água de mar, como também à frequência e intensidade dos fenômenos climáticos (tormentas e furacões) aumentem consideravelmente.

Devido à complexidade e grande número de variáveis que compõem o sistema atmosfera – oceano é difícil ligar qualquer fenômeno atmosférico com mudanças futuras das variáveis que o promovem (AGENCIA NORTEAMERICANA PARA O ESTUDO DA ATMOSFERA E DOS OCEANOS; NOAA, 2012). Baseados em modelos climáticos e oceanográficos, alguns estudos têm prognosticado o início de uma fase de aquecimento nas águas do Caribe nos próximos vinte anos (NOAA, 2012), sendo que a temperatura junto com outras variáveis da interface oceano-atmosfera (umidade, velocidade do vento, intensidade das correntes marinhas) que promovem a formação dos furacões têm registrado desde o ano 1990 um aumento de 10% com o qual tem se estimado que a magnitude dos furacões vá aumentar, mas, provavelmente, sua frequência vai diminuir (KERRY *et al*, M.I.T 2008).

¹ As projeções do Projeto INAP para Colômbia foram geradas usando seis modelos climáticos globais segundo (HULME & SHEARD, 1999) e 16 modelos globais usando “Maggic” e segundo (PABON *et al* 2001)

Segundo o modelo climatológico desenvolvido por BENSTSON (2009) quando alimentado com uma concentração de CO₂ atmosférico de 700 ppm poderia-se esperar uma redução na frequência dos furacões no Oceano Atlântico, de 10%, mas a intensidade poderia aumentar em 30%. Para temperaturas próximas às do cenário B1 ano 2050, ZHAO *et al.*,(2009) notam uma provável redução da frequência dos furacões, de -2,8%, e um aumento provável da intensidade de 15 %. Mas é importante notar que na literatura consultada as discussões sobre o aumento ou redução da intensidade e da frequência desse fenômeno é muito maior do que as certezas.

A seguinte tabela (Tabela 2) apresenta os dados prováveis de mudança para a frequência e magnitude dos furacões no Caribe segundo os modelos consultados

Tabela 2: Prováveis mudanças na intensidade e frequência dos furacões no Oceano Atlântico. Fonte: ZHAO (2009), MORRIS et al (2010)

Cenário	Intensidade Furacões	Frequência Furacões
B1	0,15	-2,8%
A1F1	0,3	-0,1 (Furacões de categoria 1 e 2). -0,5 (para furacões de categoria 4 e 5)

Este projeto vai contemplar os prognósticos de mudança associados com um cenário pessimista (A1F1) e um cenário otimista (B1). Seus pressupostos foram ressaltados nos parágrafos e as condições de mudança da temperatura média do oceano, concentração de CO₂, e nível médio de maré são apresentados na tabela seguinte (Tabela 3):

Tabela 3: Condições de mudança do nível médio de maré, p.p.m de CO₂ e temperatura da água dos oceanos para os cenários A1F1 e B1. Fonte IPCC 2007, Projeto INAP

Cenário (Ano 2050)	Variações da Temperatura da Água do Mar	Variações do nível meio de maré (Sem incluir dinâmica das calotas polares)	[] Co₂ Atmosférico (ppm)
B1	1,8°C	(0,18 – 0,38 m)	550
A1F1	3,4°C	(0,23 -0,51m)	700

1.3.1 Vulnerabilidade no contexto das mudanças climáticas.

Um dos componentes principais associado com as mudanças climáticas é a vulnerabilidade. FUSSEL (2005) identificou vários níveis possíveis de análise da vulnerabilidade agrupados em quatro dimensões:

1. Escala (Biofísica, Social e Econômica)
2. Atributo avaliado.
3. Ameaças.
4. Temporal (Período de referência).

Segundo o IPCC (2001A) a vulnerabilidade está definida como; *“o grau pelo qual um sistema é susceptível ou incapaz de enfrentar efeitos adversos da mudança climática, incluindo a variabilidade e os extremos do clima é função do caráter, magnitude e rapidez da mudança climática como também da variação a qual o sistema está exposto, sua sensibilidade e sua capacidade de adaptação”*. A definição introduz os conceitos de capacidade adaptativa e sensibilidade, os quais vão além da exposição (CUEVAS, 2011). No entanto, é importante pontuar, conforme SMIT & WANDEL (2006), que a vulnerabilidade inclui exposição e sensibilidade de um sistema diante fatores externos como também a capacidade do sistema para se adaptar aos efeitos das mudanças.

Por exposição se entende a natureza e intensidade do evento que pode afetar determinadas atividades sendo um produto da interface (sistema avaliado – natureza).

A sensibilidade, pela sua vez, é definida como o grau em que um sistema é afetado a partir de um evento ou fenômeno. Pode ser traduzido como o grau de impacto em relação a um determinado elemento ou como o grau em que um sistema é afetado por um estímulo climático, seja negativa ou positivamente. (IPCC (b), 2001).

Segundo (CAVALCANTE *et al* 2010) há sensibilidades de natureza distinta. A sensibilidade estrutural (S_1) não seria, passíveis de transformação pela sociedade, como no caso da maior sensibilidade de algumas espécies de coral ante os fenômenos climáticos sendo que não há nada que se possa fazer com esse fenômeno. Há outras

sensibilidades passíveis de alteração pela sociedade (S_2) promovendo um esforço de adaptação mitigando aquela sensibilidade, de modo que possamos reduzir a vulnerabilidade. É o caso do tamanho da porcentagem de proteção dos recifes de coral: se a porcentagem de áreas de corais sem proteção eleva (mantidas inalteradas todas as outras coisas), a vulnerabilidade de uma determinada atividade turística aumenta pela fragilidade maior do sistema antes mesmo da exposição.

A capacidade adaptativa, entretanto, é a habilidade que possui um sistema para se ajustar à mudança climática tirando vantagem das oportunidades que elas podem gerar ou lidando com as consequências. (IPCC a, 2001), sendo que as forças que influenciam a capacidade adaptativa do sistema não são estáticas. Portanto, a capacidade adaptativa é um componente dinâmico que muda segundo o grupo social; o local e no tempo (CUEVAS, 2011).

Portanto, no exemplo anterior, a elevação do tamanho das áreas marinhas protegidas além de aumentar a capacidade adaptativa do sistema, também reduz a sensibilidade e, por conseguinte, a vulnerabilidade dessa atividade. Nesse caso há uma relação inversa entre sensibilidade de tipo dois e capacidade adaptativa. É essa relação inversa, entre S_2 e capacidade adaptativa, que explica na fórmula a presença da variável CA no denominador (a uma elevação da capacidade adaptativa deverá corresponder uma redução proporcional da sensibilidade de tipo 2).

Observando as definições do IPCC (2001 a), pode-se constatar que “sistema” e “estímulo” são categorias principais, no entanto “sensibilidade” “exposição” e “capacidade adaptativa” atuam como variáveis que modificam as categorias principais sendo que eles estão frequentemente interligados (SMIT & WANDELL, 2006).

As pesquisas sobre avaliação da vulnerabilidade vêm se desenvolvendo principalmente em duas frentes: tentando gerar um quadro universal para avaliar a vulnerabilidade ou desenvolvendo metodologias para medir a vulnerabilidade dos sistemas frente a fatores específicos (Mc CLANAHAN *et al* 2013).

Segundo LUERS *et al* (2005) quantificar a vulnerabilidade, demanda definir as variáveis que poderiam ser afetadas pelo fenômeno impactante, sendo possível usar os seguintes passos na sua avaliação:

1. Identificar as variáveis mais importantes do sistema.
2. Identificar os fatores de mudança do sistema
3. Identificar as relações existentes entre os fatores de mudança e as variáveis
4. Gerar indicadores com os quais seja possível quantificar as variáveis e sua relação com os fatores de mudança.

Usando os componentes da metodologia proposta por LUERS *et al* (2005) POLSKY *et al* (2007) desenvolveram uma metodologia para avaliar a vulnerabilidade de sistemas específicos ante diferentes tipos de eventos. Seu modelo, no entanto, precisa ser desenvolvido em várias etapas: definição da área de interesse, reconhecimento de campo, definir o que pode ser vulnerável, desenvolver um modelo causal de vulnerabilidade, definir indicadores para os elementos da vulnerabilidade e aplicar os indicadores.

Segundo POLSKY *et al* (2007), o seguinte esquema resultante, nomeado como diagrama de avaliação da vulnerabilidade (VSD), permite reconhecer espacialmente o modelo. Este esquema torna-se assim uma ferramenta que permite definir a vulnerabilidade partindo de variáveis que podem ser abstratas ou qualitativas facilitando a construção de indicadores apropriados (ver Figura 9).

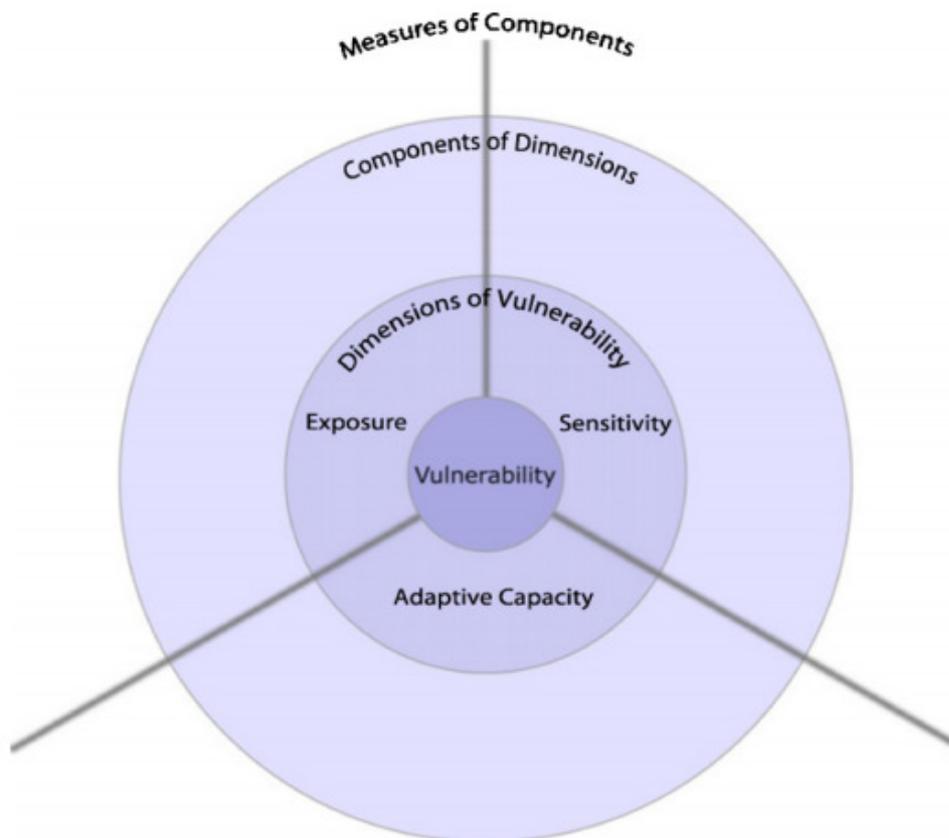


Figura 9: Diagrama de Avaliação da Vulnerabilidade. Fonte. POLSKY et al (2007)

:

MORENO *et al* (2009) durante sua avaliação dos impactos que as mudanças climáticas poderiam gerar no turismo dos ambientes costeiros e marinhos da Europa, usando os critérios de avaliação da vulnerabilidade propostos por POSLKI *et al* (2007), desenvolveu uma metodologia específica para avaliar a vulnerabilidade do turismo diante as mudanças climáticas. Assim, eles propuseram o seguinte esquema classificatório específico para as atividades de *Snorkeling* (ver figura 10), que, segundo MORENO *et al* (2009), deve de ser adaptado para as características do local.

É importante frisar que nesse modelo é mantida a interação entre exposição, sensibilidade e capacidade adaptativa, sendo este último elemento crucial para o desenvolvimento da maior sustentabilidade das atividades turísticas, pela redução de sua vulnerabilidade.



Figura 10: Diagrama de Avaliação da Vulnerabilidade para Atividades turísticas Snorkeling frente a branqueamento de corais segundo Moreno usando modelo proposto por Polsky. Fonte. MORENO et al(2009)

Segundo o IPCC (2001) as condições econômicas dos países ou grupos são consideradas um dos determinantes de sua capacidade de adaptação, reconhecendo que, pobreza está diretamente relacionada com vulnerabilidade. *Vários são os estudos que provam que as nações mais pobres e os grupos desfavorecidos são especialmente vulneráveis aos desastres e riscos* (IPCC, 2001a). Outro fator que condiciona a capacidade adaptativa é a existência ou ausência de programas de acesso a recursos econômicos e tecnológicos, portanto, um grande número de estratégias adaptativas está baseada na procura e aplicação de tecnologias, para lidar com fatores de estresse ambiental (barragens, novas matérias de construção, sistemas de alerta etc.) (SMIT & WANDELL, 2006).

Além dos aspectos anteriormente mencionados, o acesso à informação e instrução também influenciam no desenvolvimento da capacidade adaptativa. Um melhor

conhecimento sobre os riscos associados com as mudanças permite ao sistema planejar medidas de adaptação como também a existência de programas estatais

1.3.2 Turismo e Mudanças Climáticas

As mudanças climáticas geram um risco crescente para as atividades turísticas como também nas economias baseadas nessa indústria (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DO TURISMO; OMT 2010). No ano 2010 a indústria do turismo gerou U.S\$13 trilhões, sendo responsável pelo 10,6% do total de empregos mundiais (OMT 2011). Segundo FRANCESCO FRANGIALLI (2009) secretario da Organização Mundial do Turismo, as mudanças drásticas nos padrões da demanda turística poderiam afetar negativamente setores tais como o transporte, moradia, agricultura, artesanato os quais são peças fundamentais da infraestrutura social e econômica de muitos países. Segundo MENDELSON & MARKOWSK (1999) as mudanças no clima podem afetar o turismo de três formas distintas:

- 1) Mudanças na periodicidade das estações (Chuva e estiagem) podem afetar a disponibilidade para viajar das pessoas.
- 2) Mudanças no clima podem afetar a comodidade para efetuar atividades ao ar livre.
- 3) O clima pode impactar negativamente os sistemas ecológicos afetando a qualidade da experiência recreativa.

Segundo AMELUNG (2009) os destinos turísticos que se baseiam em seus recursos naturais para atrair visitantes, tais como os destinos de praia e montanha, possuem um risco maior ante as mudanças climáticas do que os destinos com atrativos históricos o culturais. Segundo MORENO & AVELUNG (2009) citando a PEÑUELAS & FILELLA (2001), evidências científicas sugerem que os fatores associados com as mudanças climáticas além de impactar nichos específicos de algumas espécies, têm conseguido mudar os seus padrões migratórios e reprodutivos o qual afetaria indiretamente as atividades turísticas baseadas na observação de tais espécies.

Outros estudos indicam que as áreas costeiras são altamente vulneráveis aos efeitos das mudanças climáticas (IPCC 2007b). Os impactos relacionados no relatório do painel intergovernamental das mudanças climáticas associados com o turismo nestas regiões são: perda de manguezais; intrusão salina em aquíferos de água doce; erosão de praias e provável dano em infraestrutura turística (todos eles associados ao aumento do nível médio de maré). Entre as indústrias mais vulneráveis o IPCC identifica aquelas localizadas nas zonas costeiras com economias dependentes dos recursos naturais e com elevada sensibilidade ante as mudanças do clima (IPCC, 2007b). Desta forma, todos esses alertas do IPCC sobre a maior vulnerabilidade às mudanças climáticas indicam que eles todos correspondem às condições associadas com a indústria do turismo nas áreas insulares.

Para as pequenas comunidades insulares, o turismo representa a principal fonte geradora de divisas e de bem estar social. Nas comunidades costeiras do Caribe o turismo responde por parcelas significativas das respectivas receitas nacionais concentrando-se no turismo baseado no desfrute dos recursos naturais (OMT, 2012).

A análise do projeto “Recifes em Risco” indica que os recifes de coral do Caribe fornecem bens e serviços em um valor estimado de \$310 bilhões de dólares norte-americanos por ano, receita derivada apenas pela pesca, turismo de mergulho e serviços de proteção do litoral. (BURKE *et al* 2005). Segundo o IPCC (2007) os ecossistemas insulares são especialmente sensíveis às mudanças climáticas as quais, segundo DOS SANTOS (2009) poderiam prejudicar as práticas de varias atividades turísticas. Por isso, será necessário modificar as estruturas turísticas e aumentar a oferta de atividades turísticas de forma a reduzir a vulnerabilidade dessas comunidades dependentes do turismo de contato com a natureza nesses ambientes insulares.

Ciente da necessidade de empreender pesquisas encaminhadas a reduzir a vulnerabilidade do turismo ante os riscos associados com as mudanças climáticas, a Organização Mundial do Turismo (OMT) declarou o ano 2008 como o ano dos estudos sobre impactos das alterações climáticas na operação e no desenvolvimento de destinos turísticos em todo o planeta (OMT 2008). Segundo a declaração de DAVOS (2007), a indústria do turismo deve assumir nos próximos anos várias responsabilidades, tais como: “Conservar a diversidade biológica dos ecossistemas naturais, de forma a

reforçar sua resistência à mudança climática para garantir o uso sustentável dos recursos ambientais, em particular, daqueles conhecidos como ‘pulmões da Terra’ (sumidouros de carbono), sequestrando os gases causadores do efeito estufa mediante programas de gestão florestal e outros programas de conservação dos ecossistemas que protegem a linha costeira (como os mangues e recifes de coral)”.

O relatório da Organização Mundial do Turismo “Mudanças Climáticas e Turismo” (2008), ressalta a importância de melhorar a gestão do risco nos locais que são inventariados como patrimônio da humanidade tais como a reserva da Biosfera “Sea Flower” da Ilha de Providência, a qual possui condições ambientais únicas e, segundo a UNESCO (2007), tem um risco elevado de sofrer alterações nas suas condições ambientais por causa das mudanças climáticas.

UYARRA *et al* (2005) desenvolveram um estudo em duas Ilhas do Caribe (Bonaire e Barbados), examinando importância das condições ambientais no critério e seleção dos visitantes desses lugares como locais para suas férias e lazer. Uma das Ilhas conta com um turismo de mergulho autônomo bem desenvolvido, baseado em atrativos associados a elevados níveis de biodiversidade (Bonaire). A outra possui uma indústria turística baseada nos locais de praia (Barbados). O estudo sugere que as mudanças climáticas têm um significado negativo para ambas. Na primeira ilha, o aquecimento das águas do mar, geraria processos de branqueamento nos corais, reduzindo a biodiversidade marinha e, portanto, a afluência de mergulhadores; na segunda o aumento no nível médio das marés aumentaria a erosão das praias reduzindo a área disponível para lazer.

Segundo o projeto INAP (2011), os aumentos nas temperaturas médias das águas dos oceanos nos litorais da Colômbia além de reduzir os níveis de biodiversidade gerariam um impacto na base dos recursos naturais necessários para a sustentabilidade da atividade turística. Destacam-se a importância dos investimentos em projetos de gestão da água e de produção de energia mediante fontes renováveis como também o apoio aos programas de adaptabilidade diante as mudanças climáticas das comunidades que dependem do setor turístico.

Nos relatórios do IPCC de 2007 a dimensão do Turismo em ambientes costeiros das pequenas Ilhas é citada 49 vezes quando comparada com as 21 citações do IPCC do ano de 2001, o que caracteriza uma boa aproximação do crescimento em importância deste aspeto (PNUMA, 2008).

O projeto de Adaptação do setor turístico do Caribe frente às mudanças climáticas (ACCC) realizado na Ilha de Granada no ano 2002 definiu para o Caribe os seguintes aspetos como prioritários (OEA 2002).

- Melhoramento da Capacidade de gestão
- Aumento dos estudos técnicos sobre impactos das mudanças climáticas em atividades turísticas específicas
- Formulação de opções de adaptação para comunidades assentadas em zonas litorâneas.

É nesse contexto que se desenvolve o presente trabalho.

2 CARACTERIZAÇÃO DA AREA DE ESTUDO

2.1 Localização da Ilha de Providência.

A Ilha da Providência faz parte do Departamento Arquipélago de San Andrés, Providência e Santa Catalina sendo o único estado insular da Colômbia em águas do Caribe. As Ilhas estão localizadas a 100 km ao NW da Ilha de San Andrés, a 290 km da costa de Nicarágua e a 780 km do continente Colombiano. (ver Figura 11).

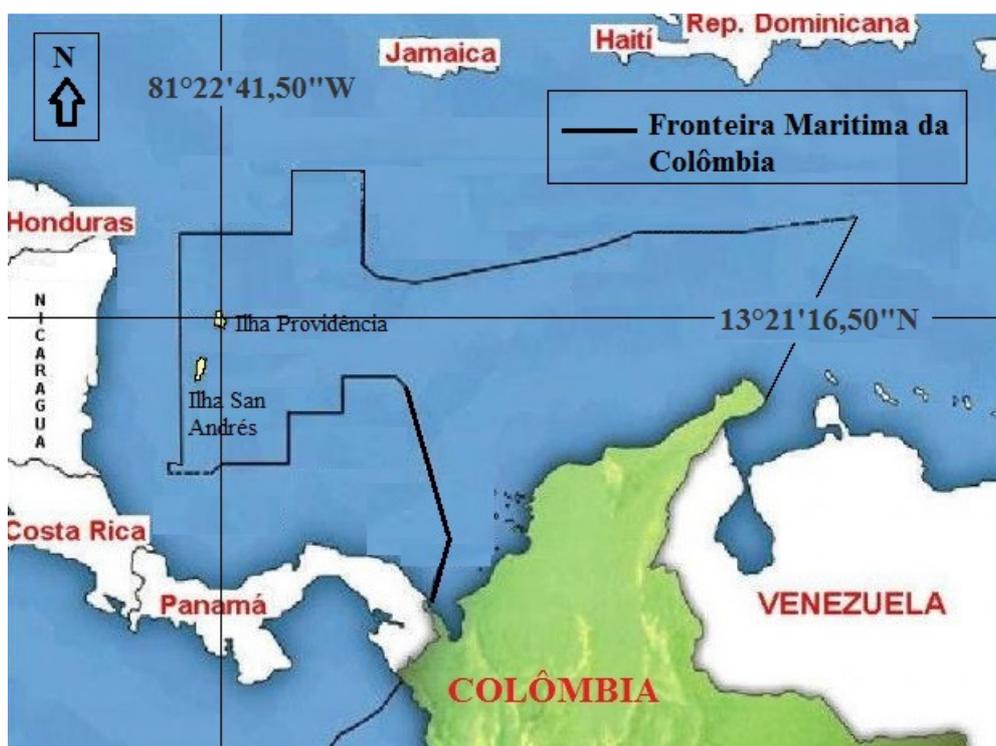


Figura 11: Localização das Ilhas de San Andrés e Providência. Fonte: Instituto Geográfico Agustín Codazzi

A Ilha da Providência, com 17 km² de superfície, possui a barreira recifal mais extensa da Colômbia, a segunda do Caribe e a terceira maior do mundo (HERNANDEZ 2010).

A área total de complexo de recife da Ilha da Providência é de 285,2 km² e a área de cobertura de corais vivos é de aproximadamente 124,9 km² (GALLO & MARTÍNEZ, 2001).

2.2 Breve história da ocupação da Ilha.

As Ilhas de Providência e Santa Catalina foram parte do território dos indígenas Mizquito até a chegada dos conquistadores europeus à América. Posteriormente a Ilha foi colonizada pelos ingleses em torno de 1629 e usada como base territorial pelos corsários a serviço da coroa inglesa que aproveitaram a sua posição estratégica para atacar galeões espanhóis em rota para o México e Cuba. Assim, as Ilhas foram o cenário da luta entre Inglaterra e Espanha para o controle da América e, embora desde 1782 permanecesse em mãos dos espanhóis, a sua população manteve a cultura do Caribe anglófono (ROCA 2003).

No ano de 1823 a população das Ilhas decide se juntar aos Estados Unidos de Colômbia (PARSONS, 1992), mas até a segunda metade do século XX as Ilhas ficaram isoladas, política e administrativamente da Colômbia. No ano de 1959 as Ilhas são declaradas “porto Libre” por parte do governo da Colômbia, começando um forte processo de destruição cultural nas Ilhas, ocasionado pelas políticas impostas pelo governo colombiano tais como: a proibição do idioma inglês nas escolas como também pelo fomento da migração de continentais para as Ilhas (VALENCIA, 2011).

A população atual é formada principalmente por descendentes de escravos e colonos britânicos, dedicados a turismo, pesca, agricultura e atividades pecuárias (MARQUEZ, 2006).

De acordo com o último recenseamento da população realizado pelo Departamento Administrativo Nacional de Estatísticas da Colômbia (DANE, 2005), a população total da Ilha de Providência é de 4.927 habitantes a qual está distribuída em 1.474 casas, com uma média de três pessoas por domicílio. Sua densidade populacional é de 274 habitantes por km², uma das mais altas na Colômbia.

2.3 Atividades Culturais e Econômicas da Ilha de Providência.

Do ponto de vista econômico, segundo o Instituto de Estudos Econômicos do Ministerio de Indústria e Turismo da Colômbia (2005), pesca, agricultura e pecuária

compoem 1,3%, do Produto Interno Bruto (P.I.B) das Ilhas enquanto o turismo tem aproximadamente 40% (MINISTERIO DE INDUSTRIA E COMERCIO DA COLÔMBIA), (MARQUEZ & CRUZ,2011).

Segundo o PLANO DE ORDENAMENTO DA GOBERNAÇÃO DE SAN ANDRES (2012), o turismo vem sendo a atividade de maior crescimento e que maiores ganhos econômicos tem gerado à população das Ilhas; sendo, portanto, o setor mais importante na economia da Ilha de Providência. A pesca e a agricultura são, majoritariamente, atividades de subsistência e de manutenção da sua cultura.

Cientes da beleza dos seus atributos naturais os habitantes de Providência durante o processo de delimitação social da reserva da biosfera da UNESCO “*Sea Flower*” escolheram o turismo como atividade central de seu eixo de desenvolvimento (MOW ROBINSON, 2007). Estudos posteriores realizados na Ilha sobre a forte dependência que sua economia tem do turismo, e, portanto, dos seus recursos naturais, evidenciaram que, quando analisada a relação entre turismo e corais, uma redução nas coberturas de corais produz uma redução no interesse dos turistas nas Ilhas (CONOLLY & VAN’T HOFF, 2001), citado por (MARQUEZ & CRUZ, 2011).

Pela qualidade e extensão das coberturas de corais existentes na Ilha, há uma grande oferta para o mergulho autônomo, sendo que a capacidade de carga das áreas de corais usadas para mergulho autônomo (29,2 Mergulhadores/dia) está muito abaixo do nível de uso atual (0,73 mergulhadores/ dia). Identifica-se o mergulho autônomo como uma atividade que deve de ser promovida e o *Snorkeling* como uma alternativa complementar do mergulho autônomo. Isto porque esta última atividade demanda baixos investimentos para sua realização e, portanto, poderia ser desenvolvida mais facilmente (GALLO & MARTINEZ, 2001); (MARQUEZ & CRUZ, 2011).

Constata-se que 25% da população da Ilha de Providência está envolvida em alguma atividade turística (CORALINA, 2008) e 14% da população depende diretamente da pesca de subsistência, a qual se realiza nos ilhotes do norte (Serrana, Serranilla e Roncador) e nas áreas próximas à barreira recifal existente na Ilha.

2.4 O clima da Ilha.

Pela sua localização na zona intertropical, a Ilha possui uma temperatura média de 25 °C (MARQUEZ, 2006), os ventos dominantes procedentes do nordeste geram uma área seca na costa oriental da Ilha e uma área úmida na costa ocidental. O padrão de chuva é unimodal com máximas durante os meses de outubro e novembro, meses nos quais são registrados cerca de 80% do volume anual de precipitação. Pela sua localização geográfica, a Ilha está na região sul do corredor de trânsito de furacões (Ver figura 1).

Segundo o Instituto de Hidrologia, Meteorologia e Estudos Ambientais da Colômbia (IDEAM, 2010), citado por ORTIZ R JUAN, (2007), desde o ano 1900 foram registrados 57 furacões cruzando o Caribe colombiano, sendo que nove deles atingiram total ou parcialmente a Ilha de Providência. Estes dados indicam uma frequência média aproximada de um furacão a cada onze anos. (Furacão “4” do ano 1911, Furacão de 1933, Luisa 1940, Hattie 1961, Irene 1971, Allen 1980, Joan 1988, Bret 1993 e o último foi o furacão Beta no ano 2005).

2.5 O Parque Nacional Natural Mc Bean Lagoon.

2.5.1 História da Criação do Parque.

O Parque Nacional Natural Mc Bean Lagoon foi criado no ano de 1995 com a finalidade de proteger partes importantes dos principais ecossistemas existentes no território de ultramar da Colômbia (PARQUES NACIONAIS NATURAIS DA COLÔMBIA; PNNC, 2009).

O Parque Nacional Natural McBean Lagoon da Ilha de Providência (ver Figura 11) protege áreas importantes dos principais ecossistemas terrestres e marinhos do arquipélago: manguezais, floresta seca tropical, pastos marinhos e recifes de coral (PNNC 2006).

Antes da criação da área como zona de reserva, o extinto Instituto Nacional de Proteção dos Recursos Naturais (INDERENA), da Colômbia tinha expedido a lei

136/94 declarando os manguezais da Ilha de Providência como zona de reserva. No ano seguinte, empresários do setor hoteleiro do continente tentaram estabelecer um grande projeto hoteleiro no setor oriental da Ilha, propondo a ocupação de uma área de manguezal do Parque. Essa situação gerou descontentamento na população da Ilha dedicada ao turismo, a qual encaminhou uma solicitação de apoio ao governo colombiano e como resposta foi criado o Parque Nacional Natural Mc Bean Lagoon, com uma extensão de 995 ha, dos quais 905 ha (95%) são marinhas, sendo que 13,2% correspondem a coberturas de corais (INVEMAR, 2006). Pode-se constatar que o Parque representa a visão que têm os habitantes da Ilha sobre as atividades turísticas, a qual, segundo eles, deve ser realizada pela população local, sem replicar modelos de turismo massivo (MOW ROBINSON 2007). Assim, à primeira vista o tipo de turismo efetuado na Ilha se encaixa nos modelos de turismo sustentável (HERNANDEZ, 2010; PNNC, 2009; ARCHBOLD, 2008; MARQUEZ *et al.*, 2009).

.A própria criação do Parque Nacional Natural Mc Bean Lagoon pode ser respaldado por acúmulos históricos de debate sobre a relação homem-natureza na Colômbia: o embasamento político para a criação do parque encontra-se nos fundamentos da Política Ambiental Colombiana (lei 99 do ano 1993), a qual no seu artigo n.1 decreta que: “os processos de desenvolvimento econômico e social do país vão ser orientados segundo os princípios universais do desenvolvimento sustentável contidos na declaração de Rio de Janeiro do mês de junho do ano 1992 sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento” (Lei 99/1993 art.1).

Além disso, o Parque Nacional Natural Mc Bean Lagoon faz parte do Plano Estratégico Nacional de Investigação da Colômbia, o qual orienta as atividades de avaliação e pesquisa para contribuir com os objetivos de conservação dos recursos ambientais do território nacional para melhorar o bem estar das populações que fazem uso destes recursos (PNNC, 2011).

O Parque depende administrativa e financeiramente do Sistema Nacional de Parques Naturais da Colômbia. O Sistema Nacional de Parque possui subsedes administrativas encarregadas de controlar e ajudar na gestão dos Parques localizados na sua área de manejo. Para o Parque Nacional Natural Mc Bean Lagoon a Sede do Caribe

está localizada na cidade de Santa Marta (Litoral Norte da Colômbia) sendo essa a encarregada de monitorar as funções do Parque.

Os recursos humanos do Parque são compostos por um diretor, que é biólogo, um ecólogo, dois técnicos em atividades de pesca, um operário para serviços gerais e um administrador encarregado da parte administrativa. A infraestrutura do Parque está composta por dois equipamentos de mergulho autônomo, dois botes motorizados (16 pés e 12 pés), duas motos para transporte do pessoal técnico e um veículo para transporte de equipamento, além de diversos equipamentos para registro de dados e comunicação da equipe, dentre eles dois aparelhos de posicionamento global GPS (PLANO DE AÇÃO EN CASO DE EMERGENCIAS DA ILHA DE PROVIDÊNCIA,) (PLANO DE MANEJO DO PARQUE 2011).

Na área de “Crab Key” o Parque possui um pier com capacidade para cinco embarcações de tamanho médio (até 20 pés), dois quiosques, sendo que um deles é usado para a venda de ingressos aos visitantes e outro é usado para venda de bebidas e lanches (Ver Figura 12).



Figura 12: Detalhe do Píer da Ilhota de "Crab Key" do Parque Nacional Natural Mc Bean Lagoon de Ilha de Providência

2.5.2 Os Corais do Parque.

A Ilha possui marés de baixa intensidade o qual tem favorecido o desenvolvimento dos corais das águas rasas. (MARQUEZ 2006).

Segundo DIAZ *et al.*,(2000) os recifes de coral das Ilhas de San Andrés, Providência e Santa Catalina representam 77% das áreas de corais da Colômbia, com registro de 35 das 115 espécies de corais hermatípicos registrados para o Caribe.

Segundo o INVEMAR (2006), a maior proporção de espécies com uma porcentagem maior de coral vivo no Parque Nacional Natural “Mc Bean Lagoon” correspondem às espécies formadoras de recife (corais hermatípicos) tais como: *Acropora cervicornis*, *Acropora palmata* *Agaricia agaricetes* e *Acropora fragilis*. Deve-se destacar que estas espécies são justamente aquelas que possuem baixas taxas de recuperação após serem submetidas a estresse térmico.

Nos estudos prévios de avaliação, constam que se encontram na área do Parque, registros de 33 espécies de corais (Ver anexo 1) (INVEMAR, 2006).

A maior parte dos estudos feitos nas áreas de corais da Ilha tem focado nas coberturas localizadas na costa oeste da Ilha (Sotavento): GEISTER (1972) fez uma descrição geral das coberturas de corais das águas rasas da Ilha; DIAZ *et al* (2000) fizeram um resumo da distribuição espacial das principais unidades geomorfológicas e ecológicas para os recifes de coral da Colômbia; GALLO & MARTINEZ (2001) avaliaram as condições de qualidade das áreas de mergulho com foco na melhor localização para instalação das bóias para embarcações de mergulho; ORDOÑES (2004) avaliou as diferenças no recrutamento de corais juvenis comparando comunidades de uma Ilha oceânica (Providência) e uma Ilha do continente (Ilha Fuerte); VILLAMIL (2006) estabeleceu a composição de corais hermatípicos juvenis segundo o gradiente vertical; e o INVEMAR (2005) realizou uma valoração rápida das coberturas de pastos marinhos, manguezais e corais da Ilha com a finalidade de determinar os efeitos do furacão Beta. Esse estudo estabeleceu duas estações de avaliação de corais no interior do Parque, sendo que os relatórios para o total das estações avaliadas

apresentaram um 9% de danos na forma branqueamento e um 1% de danos associado à ruptura das estruturas calcáreas dos corais.

No ano 2006 o INVEMAR realizou um estudo nas coberturas de corais do Parque com o objetivo de estabelecer uma linha de base das formações de corais e determinar o estado das coberturas recifais. Foram avaliadas estruturas localizadas até 30 m de profundidade envolvendo 78 estações, abrangendo a totalidade das coberturas de corais das águas rasas da lagoa recifal do Parque. Esse estudo constatou a presença de 33 espécies de corais as quais, segundo DIAZ *et al* (2000) citado por INVEMAR (2006), representam 80 % das espécies registradas para Providência. O Perfil estrutural da área de localização dos corais no Parque registra aproximadamente a seguinte disposição espacial (ver Figura 13).

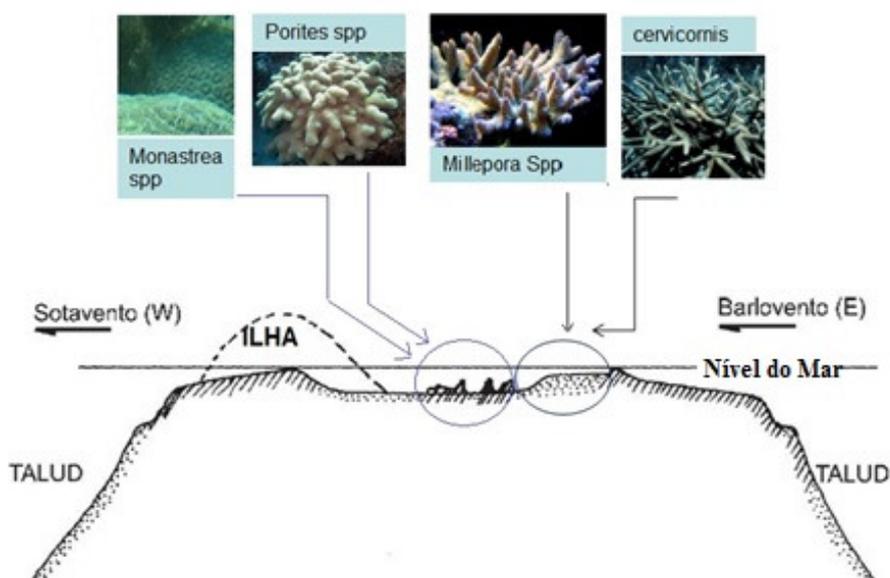


Figura 13: Disposição Espacial das Estruturas de Corais do Parque Nacional Natural Mc Bean Lagoon. Fonte: Coral Reef Alliance 2009, INVEMAR 2006.

Na avaliação efetuada no ano 2006 pelo INVEMAR (2006) foi constatado que os valores de cobertura média de corais vivos e corais mortos foram de 86,9% e 26,7% respectivamente para as espécies *Monastrea annularis* e *Acropora cervicornis*, apresentando no conjunto elevadas proporções de estruturas mortas.

Nesse estudo de 2006, o INVEMAR optou por avaliar apenas o estado da cobertura recifal e não se propôs a realizar uma avaliação do estado de saúde do

ecossistema recifal como um todo. A avaliação foi desenvolvida com metodologia de transectos do AGRRA. Os resultados determinaram um índice “Baixo” para nove estações e um índice “médio”, para duas estações; sendo que a maior condição de deterioração registrada foi atribuída à vasta predominância de algas sobre coral e que as maiores proporções de cobertura de corais foram registradas na terraza pre-recifal (Fora do Recife) a uma profundidade de 40m. As espécies dominantes no interior da lagoa recifal foram *Monastrea spp*, *Acropora palmatta*, *Diploria sp* e *Agaricia sp.*, sendo que a maior parte das coberturas está conformada por corais formadores de recifes (INVEMAR, 2006).

Atualmente o Parque depende das iniciativas de outras instituições para o levantamento de informação associada ao estado dos recifes de coral. Os acadêmicos das instituições como a Universidade Nacional da Colômbia, Universidade Javeriana, Universidade Tecnológica de Pereira, tem acompanhado o parque no desenvolvimento de pesquisas específicas. Mas, como instituição encarregada da gestão e conservação de uma área representativa de ecossistemas de elevado valor ambiental, o Parque Nacional Natural Mc Bean Lagoon tem a necessidade de estabelecer uma metodologia de avaliação nas áreas de corais que demande baixo custo e possa ser desenvolvida pelo pessoal do Parque (CANO, 2012²). Essa tem sido uma linha de atuação da direção atual do parque.

Esta perspectiva já foi perseguida nos estudos prévios elaborados pelo INVEMAR (2006) usando imagens de satélite para classificar as coberturas de corais do Parque Nacional Natural “Mc Bean Lagoon”. Naquela ocasião, foram avaliadas, além das coberturas das águas rasas, aquelas localizadas a profundidades maiores que oito metros que produziram aumento na porcentagem de confusão espectral entre algumas das coberturas avaliadas. Em vista disso, houve a necessidade de que algumas das estações fossem monitoradas visualmente e outras fossem monitoradas mediante o uso de transectos em campo. No Anexo II pode-se consultar a localização das estações, o tipo de avaliação feita e a profundidade das coberturas.

² Comunicação Pessoal com a Diretora do Parque Nacional Natural Mc Bean Lagoon feito durante a realização do trabalho de campo.

2.5.3 Atividades Turísticas Desenvolvidas no Parque associadas com os recifes de coral.

O turismo é a principal fonte de ingressos nas economias da maioria dos países da bacia caribe (OMT 2009). As Ilhas de San Andrés, Providência e Santa Catalina, fundamentam grande parte da sua atividade turística em sua base de recursos naturais, sendo os recifes de coral o recurso principal das atividades de lazer associadas com o turismo especializado de mergulho e praia, o qual vem aumentando nos últimos anos (CRUZ & MARQUEZ 2009).

Embora desde o ano 2010 o ingresso de turistas ao Parque esteja aumentando como consequência no aumento de visitantes nas Ilhas; o grau de incerteza sobre a continuidade dessa dinâmica é elevado (PLANO DE ORDENAMENTO DE ATIVIDADES TURÍSTICAS DO PARQUE Mc BEAN LAGOON, 2009). Portanto, o Ministério da Indústria e do Comércio da Colômbia tem investido na promoção dos destinos turísticos do país nas principais vitrinas turísticas do mundo. (MINISTERIO INDÚSTRIA E COMERCIO COLÔMBIA, 2011).

Os programas de Turismo nos Parque Nacionais da Colômbia são desenhados como uma estratégia para envolver as comunidades locais nos projetos de conservação dos recursos naturais. Portanto, as atividades turísticas nas áreas marinhas protegidas assim como nas áreas de conservação devem ser organizadas em harmonia com os atributos e às tradições das regiões de acolhimento, de modo a proteger o patrimônio natural e melhorar as condições de vida das comunidades. (PNNC, 1999).

Como parte do seu programa de gestão e conservação da área de reserva, o Parque Nacional Natural “Mc Bean Lagoon” da Ilha de Providência, tem identificado as áreas de corais localizadas na lagoa recifal como atrativos para aumentar a oferta de atividades turísticas do Parque “Mc Bean Lagoon”, sendo identificados o Snorkeling e o mergulho autônomo como atividades com potencial para serem desenvolvidas nas áreas de corais do parque (HERNANDEZ, 2010).

Algumas das atividades que são realizadas no interior do parque (*Snorkeling e mergulho Autônomo*) demandam para seu ótimo desenvolvimento a presença de

coberturas de coral saudáveis. Para outras, como fotografia, remo ou atividades de observação, é facilmente reconhecível a necessidade de ter condições ambientais apropriadas, entre elas a preservação da beleza cênica e a presença de condições climáticas adequadas.

Segundo estatísticas da Organização para o Controle da Circulação e da Residência das Ilhas OCCRE (2009) citadas por (HERNANDEZ, 2010) aproximadamente 57% dos turistas que visitam a Ilha Providência ingressam no parque. Desses, aproximadamente 31% têm como atividade principal a observação dos corais das águas rasas, atividade conhecida como “*Snorkeling*”.

Na tabela 4 podem-se encontrar as estatísticas de ingresso de visitantes a Ilha e ao Parque.

Tabela 4: Estatística de Ingresso ao Parque Nacional Natural Mc Bean Lagoon 2004- 2011. Fonte: Plano de Ordenamento das Atividades Turísticas da Ilha e Plano de Governo Departamental 2012-2015

ANO	NÚMERO DE VISITANTES NA ILHA	NÚMERO DE PESSOAS QUE INGRESSARAM NO PARQUE
2004	10486	6754
2005	8658	3146
2006	10793	3984
2007	17004	8844
2008	15280	6712
2009	10810	6162
2010	11840	6980
2011	13600	8160

Deve-se assinalar que no ano 2005 o número de visitante foi o menor registrado na série histórica devido à ocorrência do furacão Beta no mês de Outubro.

Segundo MARQUEZ & CRUZ (2011) 20% dos turistas que visitam as ilhas são estrangeiros, e dentro deste grupo 43% são praticantes de mergulho autônomo. Da totalidade de turistas nacionais 17% são praticantes do mergulho. Segundo HERNANDEZ (2010), da totalidade de turistas que visitam o Parque, cerca de 24% são

estrangeiros sendo que 92% dos estrangeiros praticam o *Snorkeling* entanto que só 57% dos Nacionais gostam dessa atividade. O *Snorkeling* e o mergulho autônomo são atividades que vem se desenvolvendo na área do parque desde antes do reconhecimento do local como área de reserva (HERNANDEZ, 2010).

2.5.4 Os Prestadores do Parque associados com as atividades turísticas.

O serviço de mergulho autônomo é prestado por quatro lojas de mergulho existentes na Ilha. Os prestadores desse serviço, como quase a totalidade da população da Ilha, são também pescadores, mas dependem economicamente das verbas geradas por esta atividade. As áreas de mergulho mais frequentadas por eles estão localizadas na costa ocidental da Ilha, com exceção dos locais conhecidos como “*White Shoal*” e “*mantas’s place*” os quais estão localizados no extremo Sul do Parque e são frequentados principalmente por uma das lojas (*Sirius Dive Shop*) devido à proximidade do local à loja.

Durante a época de maior fluxo turístico (meses de novembro, dezembro, janeiro, junho e julho) as lojas de mergulho da Ilha de Providência atendem uma média de 510 mergulhadores por mês (MARQUEZ & CRUZ 2011), sendo suficiente o número de equipamentos disponíveis na ilha.

Segundo o Plano de Ordenamento Turístico do Parque foram identificados cinco prestadores do serviço de *Snorkeling*, sendo que todos eles são proprietários de bote e não dependem economicamente da atividade de *Snorkeling*. Para todos eles, seus ingressos principais são derivados do seu trabalho, que consiste em levar os hóspedes das pousadas aos passeios ao redor da Ilha. Durante este trajeto, é feita uma parada de aproximadamente duas horas no píer do Parque, tempo que é alugado aos visitantes nadadeiras, máscara e tubo respirador e é realizada junto com eles a atividade de *Snorkeling* em alguma das coberturas de corais das águas rasas do Parque.

Segundo o PLANO DE ORDENAMENTO TURISTICO DO P.N.N Mc BEAN LAGOON (2010) e do levantamento de informações feito em campo, os prestadores da atividade turística de mergulho autônomo possuem uma maior escolaridade do que os

prestadores da atividade de *Snorkeling* Todos os prestadores do serviço de mergulho autônomo possuem estudos técnicos ou universitários, enquanto que entre os prestadores do serviço de Snorkeling, 60% possuem ensino básico primário completo e 40% ensino secundário completo, mas nenhum com estudos técnicos ou universitários..

São duas as instituições na Ilha que oferecem programas de capacitação para os prestadores de serviços turísticos do Parque: o Serviço Nacional de Aprendizagem (SENA) oferece o programa de “Formação de guias para os passeios pela Natureza”, o qual tem como objetivo, melhorar o nível de atendimento dos prestadores de serviços turísticos. Além desse, a Secretaria de Turismo da Ilha oferece o programa de “Aplicação das normas do setor turístico”, que visa que os pequenos prestadores de serviços turísticos consigam integrar as normas de qualidade nas suas atividades.

Para os prestadores dos serviços turísticos do Parque, o plano de ordenamento de atividades turísticas do Parque tem projetado para o ano 2015, que 100% deles sejam capacitados como guias. No entanto, presentemente a frequência dos prestadores a estes cursos é de menos de 50%.

3 MATERIAS E MÉTODOS

3.1 AVALIAÇÃO DO ESTADO DAS COBERTURAS RECIFAIS DAS ÁGUAS RASAS E ESTIMATIVA DAS PROVÁVEIS PERDAS NAS PORCENTAGENS DE CORAIS HERMATÍPICOS PARA UM HORIZONTE DO ANO 2050.

A avaliação aqui referida como do estado da cobertura recifal não visa avaliar o estado de saúde do ecossistema e sua riqueza e estabilidade em termos de biodiversidade, mas tão somente qualificar o padrão de cobertura dos recifes e aferi-lo a um índice denominado de estado de cobertura recifal, segundo metodologia proposta por CORREAL (1986)

Para o estudo foram selecionadas aquelas estações localizadas no interior da lagoa recifal, a profundidades menores do que oito metros, que tivessem sido avaliadas mediante metodologia de transecto e que no estudo do ano 2006 apresentaram os maiores valores de coberturas de corais vivo (nove estações) acrescentando as estações que apresentaram proporção de algas acima dos 95% (duas estações). (no anexo II são apresentadas as tabelas listando as estações avaliadas pelo INVEMAR).

Foram usados os seguintes materiais e equipamentos:

- Câmera fotográfica submersa *Canon Powershot G12*.
- Sistema de posicionamento Global por Satélite GPS *Garmin e-trex*.
- Grades de avaliação de PVC de 0,5 m de lado com fios para divisão em nylon a cada 10 cm.
- Tabela para escrita em baixo da água elaborada com PVC.
- Lapis
- Bolhinhas de Isopor de 10 cm de diâmetro usadas como bóias
- Equipamento de Mergulho autônomo completo.
- Bússola submersa
- Software “Excel Office”
- Software ArcGis 9.3

A avaliação das coberturas foi feita “*In Situ*”: as coordenadas de ingresso para os mergulhos de avaliação foram aquelas registradas pelo INVEMAR no estudo do ano 2006. As estações foram nomeadas com o nome dado durante a avaliação feita pelo INVEMAR (2006) com a finalidade de facilitar comparações e análises posteriores.

Em cada uma das estações, previamente ao início da avaliação foi planejado o percurso e duração do mergulho, desenhando a imersão segundo o perfil e as condições do local no momento da imersão (correntes, profundidade, direção do vento e proporção da área a ser avaliada). O planejamento dos percursos de avaliação teve como objetivo abranger a maior área possível com segurança e segundo os procedimentos da atividade de mergulho autônomo.

Para facilitar a realização de avaliações posteriores, os pontos de ingresso, saída e mudanças de direção dos mergulhos, foram registrados com ajuda de um sistema de posicionamento global (GPS). Posteriormente foram gerados mapas de localização e arquivos geográficos de consulta, usando o software ArcGis 9.3.

As grades de avaliação de 0,5 m de lado foram lançadas sobre as coberturas encontradas durante as imersões (Figura 14) seguindo o percurso estabelecido previamente. Uma bóia de isopor foi suspensa com corda desde o fundo até a superfície para georeferenciar em cada percurso as mudanças de direção durante a imersão (Figura 15). As mudanças foram registradas com ajuda da bússola.

Foram tiradas fotografias à razão aproximada de uma fotografia por metro. Para calcular esta distância embaixo da água foi usada a técnica do ritmo respiratório (distância calculada segundo o ritmo das respirações durante o mergulho). Em todas as fotografias foi usado o “flash” da câmera fotográfica. Os dados obtidos mediante uso de câmera fotográfica digital permitem sua avaliação em seco com o qual vão se reduzir as incertezas associadas com o “stress” do análise “*in situ*” devido às condições normais de ter que valorar embaixo da água comparada com avaliar desde a tranquilidade do escritório; os arquivos fotográficos permitem o uso dos dados em outras pesquisas, sua comprovação como também seu processamento digital para estudos posteriores.



Figura 14: Localização da grade de Avaliação sobre as coberturas a serem avaliadas. Fonte: Trabalho de Campo

Para cada uma das fotografias tiradas nos locais avaliados foi avaliado o tipo de cobertura e sua área percentual de recobrimento.

O estado geral das coberturas foi valorado segundo a metodologia exposta por CORREAL (1986) baseada nas proporções de Coral Vivo, Coral Morto, Algas e outras coberturas (ver figura 16). Estas classes de informação, quantificadas, compuseram o índice de estado da cobertura recifal, sendo que para facilitar comparações com outros estudos também foram registrados os resultados em valores de porcentagem.



Figura 15: Instalação de Boia de posicionamento

Os valores registrados de Coral vivo, Coral morto, algas e outras coberturas foram consignados em tabelas com ajuda do software Excel da Office. Estes dados serão usados para definir o Índice de Estado da cobertura recifal. Segundo CORREAL (1986) a seguir:.

$$\text{Estado da Comunidade} = \frac{CV}{CM + CO} * \frac{\text{Alg}}{CO}$$

$$\text{Quando } \frac{CV}{CM + CO} < 1$$

$$\text{Estado da Comunidade} = \frac{CV}{CM + CO} * \frac{CO}{\text{Alg}}$$

$$\text{Quando } \frac{CV}{CM + CO} \geq 1$$

Sendo que a faixa de interpretação para as proporções estabelecidas é a seguinte:

0 – 0,499	Baixo
0,5 – 1	Médio
Maior do que 1	Alto

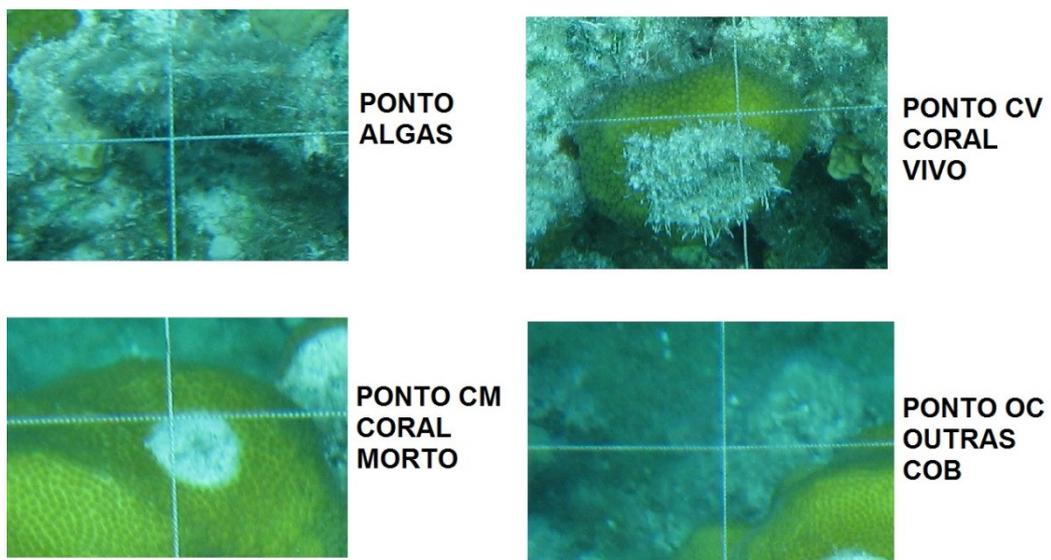


Figura 16: Tipo de Coberturas avaliadas segundo Metodologia de Correal (1986)

Com ajuda das fotografias, foram inventariadas todas as espécies de corais hermatípicos encontradas, sendo que as espécies de corais moles foram registradas como octocorais. Foram determinadas as proporções de cada uma das espécies em cada uma das estações avaliadas. Não foram levadas em consideração as interações sistêmicas entre espécies de corais ou entre organismos bentônicos das comunidades avaliadas.

As espécies de corais registradas foram avaliadas individualmente segundo seu nível específico de tolerância ante os tensores associados com as mudanças climáticas (temperatura e níveis de CO₂). Os limites de tolerância para cada espécie (amplitude ecológica) foram comparados com os dados dos prognósticos de mudança climática do IPCC (Cenários A1F1 e B1) (PEW CENTER, 2004). Além disso, para cada nível de profundidade foi estabelecido um índice de vulnerabilidade composto pela média das vulnerabilidades da totalidade de espécies registradas em cada nível de profundidade segundo sua frequência. Desta comparação foi gerada uma aproximação das prováveis perdas nas coberturas de corais hermatípicos do Parque Nacional natural McBean a Lagoon para um horizonte do ano 2050 segundo os cenários propostos.

3.2 AVALIAR A VULNERABILIDADE ANTE AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS DAS ATIVIDADES TURÍSTICAS ASSOCIADAS AO BEM ESTAR DAS COBERTURAS DE CORAL NO PARQUE NACIONAL NATURAL MC BEAN LAGOON.

A partir das análises sobre a estimativa de perda de corais frente aos cenários de mudanças climáticas do IPCC, e os dados sobre a distribuição das espécies conforme as diferentes profundidades procurou-se analisar a vulnerabilidade das duas formas de atividade turística (*snorkeling* e mergulho autônomo) face às mudanças climáticas.

Foram usados os conceitos de vulnerabilidade do IPCC junto com a relação usada por (CAVALCANTE *et al*, 2010) para quantificar a vulnerabilidade sendo que os indicadores de sensibilidade estrutural (S_1) e sensibilidade não estrutural (S_2) foram obtidos usando o diagrama do escopo da vulnerabilidade (VSD) desenvolvida por MORENO (2010) segundo metodologia de (POLSKY *et al* 2007). Assim, foi adotada a equação de cálculo da vulnerabilidade de CAVALCANTE *et al* (2010), feita com base na definição de vulnerabilidade do (IPCC, 2007):

Equação 1: Relação geral da Vulnerabilidade. Fonte Cavalcante et al (2010)

$$\text{Vulnerabilidade} = E + S_1 + (S_2/1+CA)$$

Onde:

V = Vulnerabilidade.

E = Exposição.

S_1 = Sensibilidade Estrutural.

S_2 = Sensibilidade não estrutural.

CA = Capacidade Adaptativa.

Para o presente estudo, apesar de estruturalmente a equação ser a mesma de CAVALCANTE *et al*. (2010), foi introduzida uma mudança no peso dos termos da equação, sendo que foi definido no valor final da vulnerabilidade um maior peso para o

termo associado com exposição (50%) e 25% para os termos restantes; sensibilidade estrutural e sensibilidade não estrutural e Capacidade Adaptativa

Baseados no manual de prática de atividades subaquáticas da PADI como na experiência Profissional do pesquisador como mergulhador foram estabelecidas as áreas com profundidades até três metros como apropriadas para a prática do Snorkeling, o qual corresponderia com as estações 33V, 19N, 41V, 42V e aquelas com profundidades maiores como apropriadas para a prática do Mergulho autônomo 44V, 45V, 46V, 47V, 56N, 57N, 61N. Assim, calculou-se dois índices de vulnerabilidade, para fins de comparação: um índice de vulnerabilidade para o *Snorkeling* e um índice de vulnerabilidade para o mergulho autônomo. Para os termos S1, S2 e CA, diversas variáveis foram arroladas, de forma que estes termos e sua quantificação na equação se configura como sub-índices compostos.

3.2.1 Indicadores Associados com Exposição:

Como as mudanças climáticas são um fenômeno de características globais, que dependem das condições ambientais dos cenários contemplados, e considerando que a totalidade da área da Ilha está exposta aos fatores de mudança climática, os valores para exposição são os mesmos para todas as atividades da ilha. Para quantificar o sub-índice de Exposição, foram usados os dados sobre frequência e magnitude dos furacões no Caribe para definir um indicador chamado magnitude e frequência dos furacões.

3.2.1.1 Frequência de Furacões

Segundo o INVEMAR (2006) a avaliação feita nas coberturas de corais do Parque após o furacão “BETA” de categoria 1 segundo escala Saffir Simpson (Outubro 2005) achou 9% de dano expressado como branqueamento e 1% de dano associado à ruptura das estruturas calcáreas dos corais

Baseados nos registros de furacões consultados na literatura e expostos na revisão bibliográfica seção 2,2,6 “Clima da Ilha”, pode se inferir que da totalidade dos furacões do Caribe Colombiano 15% tem atingido a Ilha, esta porcentagem será usado para determinar um índice de exposição de 0,15.

Segundo o cenário B1 a frequência dos furacões para o ano 2050 será 28% maior com o qual aumentaria o período de retorno desses eventos atmosféricos. Portanto, para estabelecer o índice para o cenário B1 do ano 2050, foi usada uma redução de 28% no índice do ano 2012, sendo este, portanto, igual a 0,108.

Segundo o cenário A1F1 a frequência dos furacões para o ano 2050 será 10% maior com o qual aumentaria o período de retorno desses eventos atmosféricos. Portanto, para estabelecer o índice para o cenário A1F1 do ano 2050, foi usado uma redução de 10% no índice do ano 2012, sendo este índice igual a 0,135

3.2.1.2 Furacões Intensidade:

Segundo GARDNER *et al* (2005) a magnitude dos danos causados pelas furacões nas coberturas de corais aumenta com a intensidade do fenômeno. Segundo o informe da CIOH (2007), as categorias (segundo a escala Saffir – Simpson) dos furacões que tem afetado as Ilhas de San Andrés e Providência nos últimos 100 anos são apresentadas na seguinte tabela (Tabela 5).

Tabela 5: Categorias dos Furacões que tem atingido a Ilha de Providência desde o ano 1900. Fonte NOAA, CIOH

Furacão	Categoria
Furacão Quatro (1911)	2
Furacão 1933 (1933)	2
Luisa (1940)	2
Hattie (1961)	3
Irene (1971)	1
Allein (1980)	3
Joan (1988)	4
Bret (1993)	1
Beta (2005)	1

Segundo o cenário B1 a magnitude dos furacões para o ano 2050 será 10% maior com o qual aumentaria a intensidade desses eventos atmosféricos. Portanto, para

estabelecer o índice para o cenário B1 do ano 2050, foi usado um aumento de 10% no índice do ano 2012, obtendo-se um índice igual a 0,28.

Já para o cenário A1F1 a magnitude dos furacões para o ano 2050 será 30% maior com o qual aumentaria a intensidade desses eventos atmosféricos. Portanto, para estabelecer o índice para o cenário A1F1 do ano 2050, foi usado um aumento de 30% no índice do ano 2012, sendo este índice igual a 0,325.

3.2.1.3 Temperatura média da água do mar e Concentração de CO₂ Atmosférico.

Também foram comparados os valores atuais e futuros (para os cenários avaliados) de temperatura e acidez frente aos valores ideais (Ver tabela 6 e tabela 7) e a diferença entre esses valores foi tomada como base para gerar os índices para esses critérios.

Tabela 6: Valores ótimos para a formação e conservação dos corais

VALORES ÓTIMOS PARA FORMAÇÃO E CONSERVAÇÃO DOS CORAIS		
	IDEAL	LIMITE
TEMPERATURA	26 °C	30 °C
ACIDEZ	280 ppm	550PPM

Tabela 7: Valores de temperatura e acidez para o ano 2012 e ano 2050 segundo cenários A1F1 e B1 do IPCC (2007)

VALORES DE TEMPERATURA E ACIDEZ ATUAIS E FUTUROS SEGUNDO CENARIOS A1F1 E B1 DO IPCC (2007)		
	VALORES DE TEMPERATURA	ACIDEZ (ppm)
Atual	Mais 1 °C (27 °C)	391,05
Cenário A1F1	Mais 3,4 °C (29,4 °C)	700
Cenario B1	Mais 1,8 °C (27,8 °C)	550

3.2.2 Indicadores de Sensibilidade Estrutural S1

3.2.2.1 Extensão das áreas:

Tanto no mergulho autônomo como no *Snorkeling* o tamanho da área tem relação direta com o desfrute da atividade sendo que áreas maiores de corais tem maior

quantidade de detalhes e “coisas interessantes” para serem observadas, contudo a sensação de ter percorrido uma área maior gera nos praticantes uma sensação adicional de desfrute. Cabe a ressalva de que para adicionar esse indicador na fórmula, ele vai ter que ser normalizado (entre 0 e 1) de acordo com o menor e maior valor das áreas de corais. Deste modo as áreas maiores possuem índice de sensibilidade menor sendo que a cobertura de maior área vai ganhar na fórmula a menor pontuação possível, ou seja, “0” (zero) e a de menor área, a maior pontuação possível (um).

3.2.2.2 Estado da Cobertura Recifal:

Nos sistemas de recifes tem se estabelecido que áreas com melhor estado de cobertura recifal apresentem melhores taxas de recuperação após a ocorrência de distúrbios (VALLEJO, 2002). Cabe a ressalva de que para adicionar esse indicador na fórmula, ele vai ter que ser normalizado (entre 0 e 1) de acordo com o menor e maior valor do índice de estado de cobertura recifal. Deste modo, o recife de maior índice de estado da cobertura recifal vai ganhar na fórmula a menor pontuação possível, o 0 (zero) e a de menor índice de estado da cobertura recifal, vai ter a maior pontuação possível para todos os indicadores, ou seja, 1 (um).

Projeção de perda de coral vivo: Para os cenários B1 e A1F1 são feitas projeções de % de coral vivo para as coberturas recifais com base na sensibilidade das espécies de corais ali existentes. Essas sensibilidades são analisadas por faixas de profundidade, sendo que as faixas de 3-6 m e acima de 6 m são unificadas a partir da média, de forma que as faixas de 0-3 m correspondam ao *Snorkeling* e acima de 3 m correspondam ao mergulho autônomo.

3.2.2.3 Preferência de recifes:

Este indicador tem sido desenvolvido desde a perspectiva da preferência dos praticantes do *Snorkeling* e do Mergulho autônomo pelos ambientes de corais. Na bibliografia de referência (MARQUEZ, 2009), (UYARRA, 2010) é reportada uma relação direta entre os praticantes do mergulho autônomo com os recifes de coral, sendo que quanto mais saudáveis e diversas sejam as coberturas de corais, maior será o desejo

dos praticantes por visitar a área. Segundo o critério teórico anterior, a ressalva estabelecida define que quanto mais praticantes estejam com vontade de realizar sua prática ainda sem a existência de recifes de coral, a sensibilidade das atividades turísticas será menor. Portanto, o índice associado com a “Preferencia dos Recifes” foi calculado segundo a porcentagem de pessoas que estivessem de acordo em efetuar sua atividade ainda sem a existência dos recifes de coral (PI). Para ter uma melhor perspectiva dessa relação no contexto da Ilha e com ajuda do pessoal do Parque Nacional Natural Mc Bean Lagoon foram realizadas 30 enquetes entre praticantes de *Snorkeling* e 30 enquetes entre praticantes de mergulho autônomo (clientes do *Sirius Dive Shop*) uma das perguntas foi se o praticante voltaria para a Ilha a efetuar sua atividade no caso de saber que não teria recifes para observar (ver anexo III). Aqui, assumiu-se que essa preferência não deverá ser induzida ou manipulada por meio de atividades educativas ou de comunicação midiática, de forma que se mantém enquanto sensibilidade estrutural. A relação usada será:

$$\text{Índice Preferencia de Recifes} = 1 - \text{PI}$$

3.2.3 Indicadores de Sensibilidade Não Estrutural S2

3.2.3.1 Porcentagem de Proteção do recife:

Este é um indicador comumente usado para determinar o grau de sensibilidade do sistema recifal frente a condições de deterioração, uma vez que nas áreas marinhas protegidas, as porcentagens de corais vivos, peixes e valores de biodiversidade são maiores do que em outros locais com condições similares (WEEKS *et al*, 2009; DALTON *et al*, 2012). Cabe a ressalva que para adicionar este indicador ele vai ter que ser normalizado (entre 0 e 1) de acordo com a menor e maior taxa de porcentagem sendo protegido. Portanto uma área com 100% das coberturas localizadas em zona de proteção ganharia na fórmula um valor de 1 (um).

3.2.3.2 Dependência do Tipo de turistas:

Este indicador está associado com a dependência que cada atividade tem da procedência dos visitantes e das suas preferencias. A sensibilidade será maior quanto mais dependente seja cada atividade do tipo de turista. Em outras palavras, quando uma atividade é 100% dependente de algum tipo de turista sua sensibilidade será maior e igual a um (1), situação indesejável. No caso das atividades turísticas do Parque (*Snorkeling* e Mergulho autônomo) foram identificados dois tipos de turistas (estrangeiros e nacionais). O índice associado com o “Tipo de Turistas” foi calculado segundo a porcentagem de visitantes que em cada grupo gostam das atividades avaliadas. A porcentagem de visitantes nacionais e estrangeiros que gostam de cada atividade foi estabelecida pela soma das proporções parciais de cada grupo como vem sendo expresso na seguinte relação:

Índice “Tipo de Turista Mergulho Autônomo” (ITM)

$$ITM = (\text{Total } \% E * \% Em) + (\text{Total } \% N * \% Nm)$$

Sendo que E = Estrangeiros
 Em = Estrangeiros que praticam mergulho autônomo
 N = Nacionais
 Nm = Nacionais que praticam mergulho autônomo.

E conseqüentemente o índice para o *Snorkeling* (ITS) será:

$$ITS = (\text{Total } \% E * \% Es) + (\text{Total } \% N * \% Ns)$$

Sendo que E = Estrangeiros
 Es = Estrangeiros que praticam *Snorkeling*
 N = Nacionais
 Ns = Nacionais que praticam *Snorkeling*.

Segundo o MINISTERIO DE COMERCIO INDÚSTRIA E TURISMO DA COLOMBIA (2011) se espera nos próximos dez anos um incremento anual constante de 3% no número de turistas nacionais devido aos incentivos que o governo está oferecendo às companhias aéreas. Sem dados para anos posteriores foi usada esta

porcentagem para os cálculos mantendo como crescimento no número de estrangeiros aquela taxa observada durante os últimos sete anos (17%). Portanto foram usadas taxas de crescimento de 30% para o Turismo Nacional e de 17% para o turismo estrangeiro.

3.2.4 Indicadores de Capacidade Adaptativa.

3.2.4.1 Nível Educativo:

Este indicador está baseado no pressuposto de que com uma boa educação as pessoas terão uma maior consciência de como agir em caso de uma situação que ameace a sua integridade (HUTTON & HAQUE, 2004, citado por CAVALCANTE *et al*, 2010). Portanto o grau de instrução da população (prestadores de serviços turísticos) é parte importante dos componentes da capacidade adaptativa muito embora em algumas situações isso possa não ser o suficiente para assegurar o compromisso com atitudes ambientalmente corretas (SAITO *et al*, 2011), o conhecimento sobre o meio ambiente e especificamente sobre a diversidade biológica constituem bases importantes para uma ação consciente mediada pela alfabetização científica sobre os processos ecológicos (SAITO, 2013) que pode influenciar seu nível de prever e se adaptar. Este indicador segundo CAVALCANTE *et al* (2010) pode ser estruturado pela média de quatro graduações de escolaridade sendo que se vai atribuir pesos de maior grandeza (4X) para o maior nível de escolaridade e de menor grandeza (1X) para o de menor. As graduações de escolaridades agrupadas neste estudo seguem os pressupostos apresentados na seguinte tabela (Ver tabela # 8).

:

Tabela 8 Classificação dos grupos segundo nível de escolaridade para determinação do índice de sensibilidade educativo

GRUPO 1	Alfabetização básica (ler e escrever)
GRUPO 2	Nível básico completo
GRUPO 3	Nível secundário completo
GRUPO 4	Nível técnico ou Universitário

3.2.4.2 Programas de Apoio a Gestão:

Tendo em vista que a capacidade adaptativa está relacionada com as alternativas de resposta e com a possibilidade de acessar tais alternativas, observa-se que a disponibilidade de programas estaduais para o melhoramento da gestão das pequenas empresas é importante para melhorar a capacidade destas para lidar com novas situações. No caso da Ilha de Providência, duas instituições (SENA e SECRETARIA DE TURISMO) oferecem programas de capacitação para os pequenos empresários turísticos. A construção do índice foi dada pelo número de operadores de mergulho autônomo e de *Snorkeling* que tem participado (cursado) em algum dos programas oferecidos pelo SENA ou pela Secretaria de Turismo relacionado com a sua atividade.

3.2.4.3 Diversidade de Atividades:

Segundo (MORENO *et al* , 2010) os prestadores de serviços turísticos com capacidade para se desenvolver em outras atividades possuem um nível de adaptabilidade maior devido ao fato de terem uma menor dependência de uma única atividade. Isto não acontece com os prestadores que dependem totalmente da atividade de turismo. Foram usadas as informações do plano de manejo de atividades turísticas do parque e dados de campo para estabelecer a diversidade de atividades dos atores.

3.2.4.4 Projetos de Avaliação:

Segundo ROGER *et al* (1994), os programas de avaliação conseguem determinar as causas de deterioração nos recifes de coral, sendo que uma avaliação apropriada permite melhorar os programas de gestão deste recurso (NOAA, 2011). Para definir o indicador foi usada a avaliação feita pelo Parque sobre cumprimento dos objetivos de conservação o quais estão consignados no seu plano de ordenamento (2011-2015).

3.2.4.5 Projetos de Conservação:

Segundo NOAA (2012) os projetos de conservação são fundamentais para melhorar a resiliência das comunidades locais que dependem dos ecossistemas de recife corais. Foram revisados os dados do plano de manejo do Parque para definir a existência o não de programas de conservação

3.3 VIABILIDADE DO USO DE IMAGENS DE SATÉLITE PARA AVALIAR O ESTADO DAS COBERTURAS RECIFAIS LOCALIZADAS NÁS ÁGUAS RASAS DO PARQUE NACIONAL NATURAL MC BEAN LAGOON.

Uma das maneiras de diminuir a vulnerabilidade da atividade turística é aumentar sua capacidade adaptativa. Dentre as diversas variáveis no quesito capacidade adaptativa, entre aquelas inclusive relacionadas para compor o índice de vulnerabilidade adotado no presente estudo, optou-se por desenvolver uma delas, que se relaciona com os Projetos de Avaliação, ou seja, por meio do incremento de processos avaliativos da qualidade dos recifes de coral.

As avaliações pontuais podem ser inclusive inseridas num programa de monitoramento a partir da definição de metodologias padronizadas de baixo custo e com caráter de varredura.

Avaliações feitas com base em imagens de satélite, especialmente aquelas de maior poder de resolução como as provenientes do sensor Quickbird, podem se enquadrar nesta situação de largo alcance (varredura de grandes áreas) e baixo custo. Para avaliar o potencial de uso dessas imagens, é fundamental que se analise o nível de correlação entre a classificação das imagens de satélite quanto ao estado da cobertura recifal com os dados efetivos de campo.

No presente estudo, para viabilizar essa comparação, foram usadas imagem de satélite do sensor Quickbird do ano 2005 e a avaliação de campo efetuada pelo INVEMAR no ano 2006. A imagem de satélite utilizada data do dia 4 de maio do ano 2005, com três bandas do espectro visível (450-520nm, 560-900nm, 630-690nm)

fornecida pelo Parque Nacional Natural Mc Bean Lagoon. O Parque entregou a imagem com correções geométrica e atmosférica, sendo removida qualquer distorção óptica mediante o uso do método do vizinho mais próximo, com uma precisão de ± 1 pixel e coordenadas de dados geográficos WGS 1984. Os valores de brilho para cada banda foram convertidos aos valores de reflectância para camadas superiores da atmosfera segundo os coeficientes dos metadados da Imagem. O formato da imagem é de tipo Geotiff com 16 bits. Todas as correções foram feitas pelo laboratório de Sistemas de Informação Geográfica do INVEMAR.

Com ajuda do software Arcgis 9.3 foram mapeadas (vetorizadas) as coberturas de corais avaliadas gerando um “*Shapefile*” nomeado como “áreas de coral” contendo as onze estações monitoradas.

A partir dos “*shapefiles*” dos percursos foram gerados planos de informação adicionais os quais continham somente os pixels associados com os percursos recorridos durante a imersão.

Com ajuda do software ENVI 4.0 e usando a opção estatística do software foram coletados os valores de reflectância mínima, máxima, média e desvio padrão de cada conjunto de pixels pertencentes a cada um dos percursos de avaliação, estes dados foram padronizados segundo o coeficiente de variação (COV) de DOBSON (1998) definido como:

$$\text{COV} = (\text{Desvio padrão} / \text{Média}) * 100$$

Os valores do COV para cada uma das bandas em cada uma das estações foram submetidos a teste de correlação estatística para determinar seu grau de dependência com os índices de estado da cobertura recifal do ano 2006. Para efetuar o teste, os dados foram divididos em três conjuntos segundo a sua profundidade: um primeiro conjunto contendo as estações localizadas de 0 até 3 m, um segundo conjunto contendo as estações localizadas de 3,1 até 6 m e um terceiro conjunto para as estações localizadas a profundidades maiores do que 6m.

4 RESULTADOS E ANALISE DE RESULTADOS

4.1 AVALIAÇÃO DO ESTADO DAS COBERTURAS DE CORAIS DAS ÁGUÁS RASAS DO PARQUE NACIONAL NATURAL Mc BEAN LAGOON DA ILHA DE PROVIDENCIA.

A avaliação foi realizada num subconjunto de 11 estações das 78 estações escolhidas pelo INVEMAR no ano 2006, distribuídas espacialmente segundo figura 17.

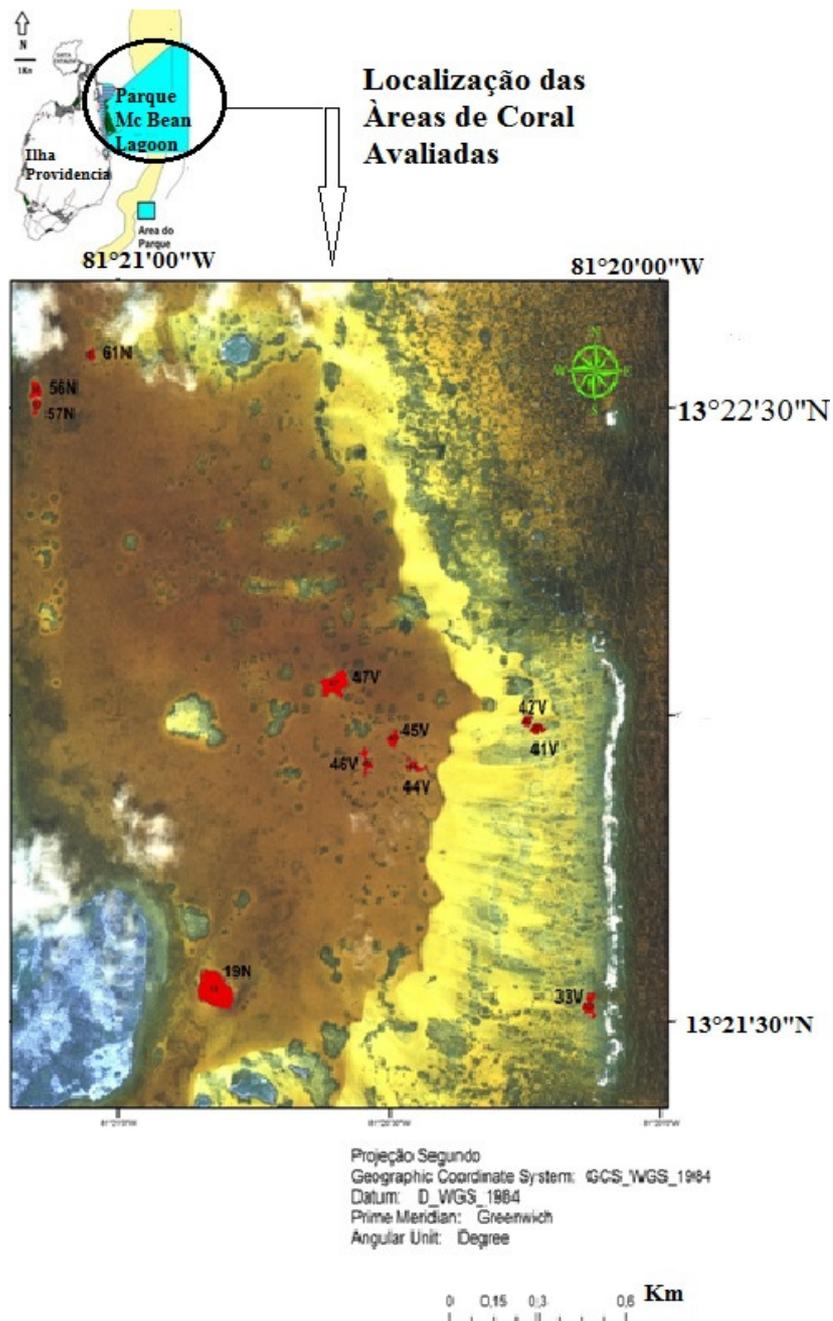


Figura 17: Localização das áreas de corais avaliadas no Parque Nacional Natural Mc Bean Lagoon

Foram tiradas um total de 942 fotos das coberturas recifais, correspondendo a uma cobertura de 462,25 m². Foram também registradas a localização das boias de demarcação dos percursos (ponto de ingresso, ponto de saída, pontos de mudança na direção dos mergulhos de avaliação). Ver (Tabela 9).

.Tabela 9 Localização das boias de demarcação dos percursos de avaliação, relação de área de cada estação e proporção de área avaliada

ESTACÃO	POSICION INICIAL (PROF)	BOIA1	BOIA 2	BOIA 3	TOTAL FOTOS	FOTOS P1-B1	FOTOS B1-B2	FOTOS B2-B3	METROS P1-B1	METROS B1-B2	METROS B2-B3	LONG PERCURS O	AREA AVALIADA FOTG	AREA DO LOCAL M2	RELAÇÃO FOTOS/ METRO	% DEL TOTAL AVALIAD O FOTOS
44V	81.34051W 13.36528N 4,5m	81.34078W 13.36516N 7m	81.34102W 13.36541N 7m	NO	54	24	30	NO	33,5	39	0	73	36,5	1533	0,74	2,38
45V	81.34151W 13.36599N 7m	81.34145W 13.36589N 7m	81.34164W 13.36580N 7,5	81.34149W 13.36623N 7m	135	16	36	83	13	23	51	87	43,5	1562	1,55	2,78
46V	81.34225W 13.36527N 8m	81.34215W 13.36514N 8m	81.34240W 13.36550N 8m	81.34248W 13.36569N 5m	178	71	66	41	60	60,5	17	137,5	68,75	1820	1,29	3,78
47V	81.34305W 13.36745N 4,5m	81.34381W 13.36756N 4,5m	81.34320W 13.36778N 3,5m	81.34307W 13.36754N 3,5m	177	89	63	25	83,5	54,5	31	169	84,5	5236	1,05	1,61
33V	81.33568W 13.35890N 2,5m	81.33538W 13.35851N 1m	NO	NO	56	56	0	0	53	0	0	53	26,5	1704	1,06	1,56
19N	81.34638W 13.35897N 2m	81.34682W 13.35928N 1,5m	81.34716W 13.35891N 1,5 m	NO	89	39	50	0	51	54	0	105	52,5	7578	0,85	0,69
41V	81.33688W 13.36627N 3,5m	81.33723W 13.36635N 3m	81.33718W 13.36624N 3m	81.33735W 13.36623N 3m	56	24	16	16	38	13,5	18,5	70	35	1092	0,80	3,21
42V	81.33729W 13.36644N 2m	81.33757W 13.36650N 1,5m	81.33737W 13.36645N 1,5m	81.33745W 13.36635N 2m	55	27	14	14	34	22	14	70	35	968	0,79	3,62
61 N	81.35069W 13.37655N 5m	81.35089W 13.37652N 4,5m	81.35072W 13.37635N 5m	81.35089W 13.37634N 5m	57	18	25	14	22	25,5	19,5	67	33,5	959	0,85	3,49
56N	81.35239W 13.37552N 4m	81.35271W 13.37527N 4,5m	NO	NO	38	38	0	0	45	0	0	45	22,5	982	0,84	2,29
57N	81.35252W 13.37522N 4m	81.35255W 13.37475N 4m	NO	NO	47	47	0	0	48	0	0	48	24	1769	0,98	1,36

A partir do registro das coordenadas por GPS, foram traçados os percursos para cada uma das estações (Figuras 18, 19,20,21,22, 23 e 24). A seta em cada figura marca o final da imersão na estação.

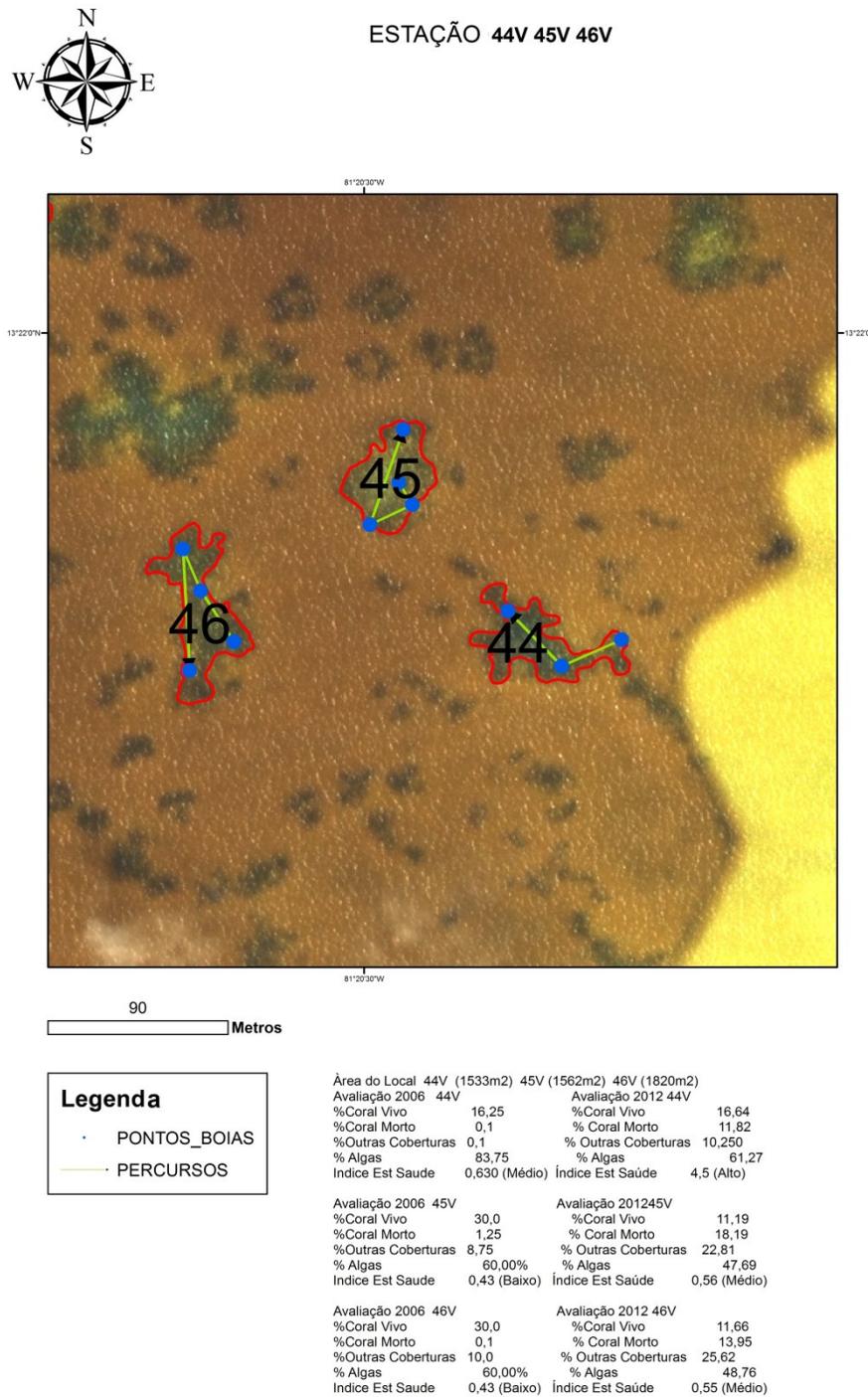


Figura 18: Percurso Estações 44V, 45V e 46V

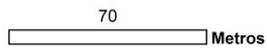


ESTAÇÃO 47V



13°22'07"

13°22'07"



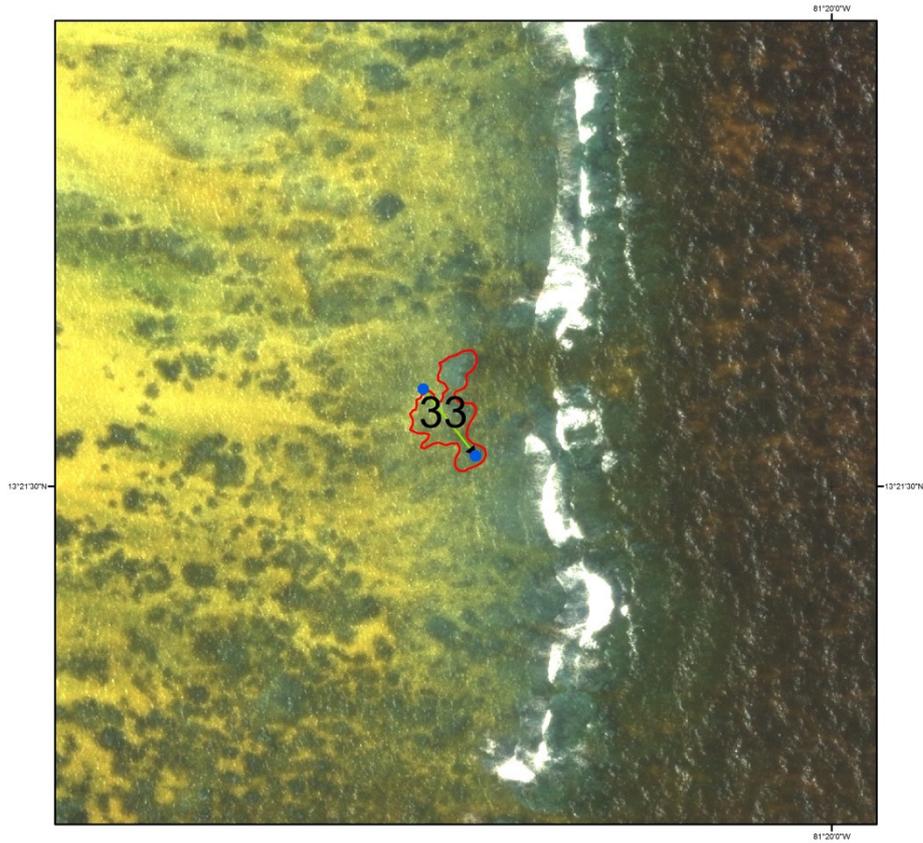
Legenda	
•	PONTOS_BOIAS
—	PERCURSOS

Área do Local 47V (5236m ²)		Avaliação 2012 47V	
Avaliação 2006 47V			
%Coral Vivo	30,0	%Coral Vivo	11,38
%Coral Morto	1,25	% Coral Morto	16,93
%Outras Coberturas	8,75	% Outras Coberturas	16,32
% Algas	60,0	% Algas	55,17
Índice Est Saúde	0,438 (Baixo)	Índice Est Saúde	1,17 (Alto)

Figura 19: Percurso Estação 47V



ESTAÇÃO 33V



125 Metros

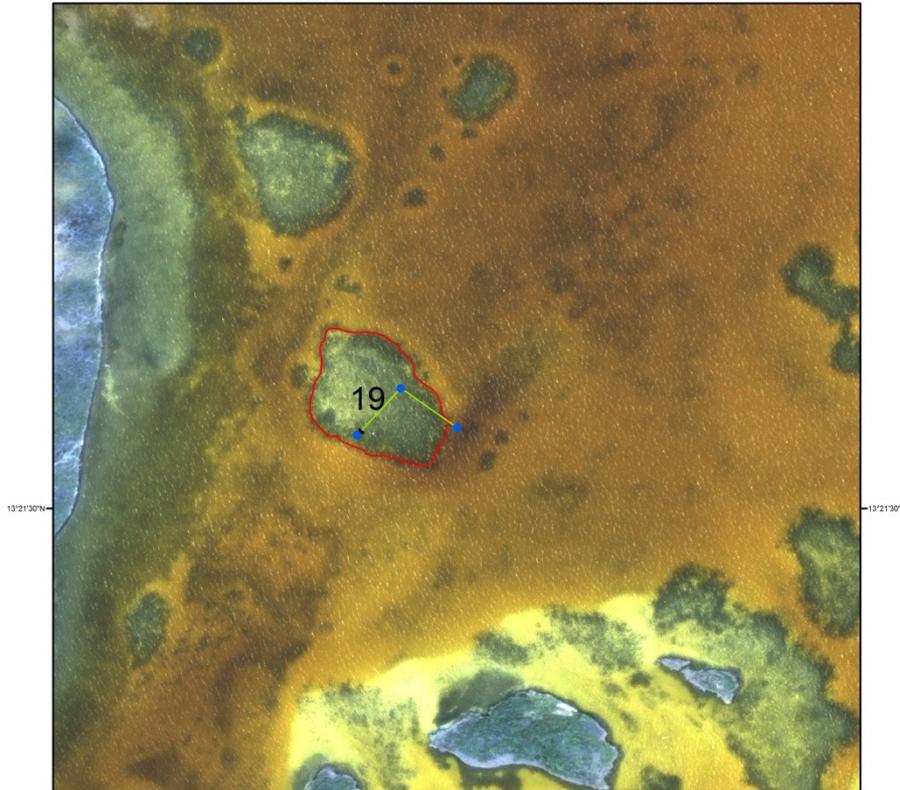
Legenda	
•	PONTOS_BOIAS
—	PERCURSOS

Área do Local 33V (1704m ²)		Avaliação 2012 33V	
Avaliação 2006 33V			
%Coral Vivo	13,75	%Coral Vivo	18,79
%Coral Morto	0,47	% Coral Morto	35,23
%Outras Coberturas	10,76	% Outras Coberturas	25,14
% Algas	75,00	% Algas	20,80
Índice Est Saúde	0,176 (Baixo)	Índice Est Saúde	0,25 (Baixo)

Figura 20: Percurso Estação 33V



ESTAÇÃO 19N



170 Metros

Legenda	
•	PONTOS_BOIAS
—	PERCURSOS

Área do Local 19N (9578m2)		Avaliação 2012 19N	
Avaliação 2006	19N	%Coral Vivo	7,06
%Coral Vivo	15,00	% Coral Morto	8,21
%Coral Morto	2,57	% Outras Coberturas	20,80
%Outras Coberturas	9,43	% Algas	63,90
% Algas	73,00	Índice Est Saúde	0,73 (Baixo)
Índice Est Saude	0,176 (Baixo)		

Figura 21: Percurso Estação 19N



ESTAÇÃO 41V 42V



130
Metros

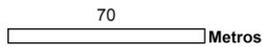
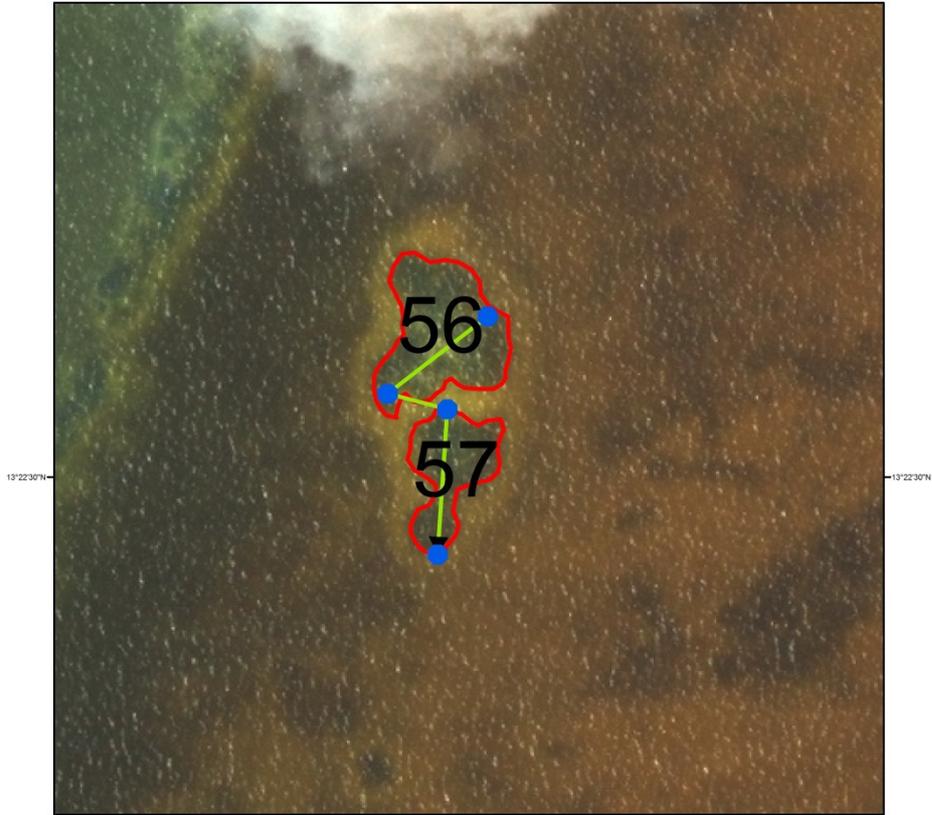
Legenda	
•	PONTOS_BOIAS
—	PERCURSOS

Área do Local 41V (1092m ²)		Área do Local 42V (968m ²)	
Avaliação 2006 41V		Avaliação 2012 41V	
%Coral Vivo	1,0	%Coral Vivo	11,81
%Coral Morto	0,0	% Coral Morto	16,76
%Outras Coberturas	0,0	% Outras Coberturas	42,40
% Algas	99,0	% Algas	29,02
Índice Est Saúde	0,13 (Baixo)	Índice Est Saúde	0,258 (Baixo)
Avaliação 2006 42V		Avaliação 2012 42V	
%Coral Vivo	1,0	%Coral Vivo	18,13
%Coral Morto	0,0	% Coral Morto	26,38
%Outras Coberturas	0,0	% Outras Coberturas	22,00
% Algas	99,0	% Algas	33,45
Índice Est Saúde	0,13 (Baixo)	Índice Est Saúde	0,20 (Baixo)

Figura 22: Percurso Estação 41V e 42V



ESTAÇÃO 56N 57N



Legenda	
•	PONTOS_BOIAS
—	PERCURSOS

Área do Local 56N (982m2) 57N (1769m2)			
Avaliação 2006 56N		Avaliação 2012 56N	
%Coral Vivo	27,50	%Coral Vivo	16
%Coral Morto	2,53	% Coral Morto	12,09
%Outras Coberturas	22,47	% Outras Coberturas	16,80
% Algas	50,00%	% Algas	55,29
Índice Est Saúde	0,449 (Baixo)	Índice Est Saúde	1,82 (Alto)
Avaliação 2006 57N		Avaliação 2012 57N	
%Coral Vivo	20,0	%Coral Vivo	14,28
%Coral Morto	5,0	% Coral Morto	11,97
%Outras Coberturas	15,0	% Outras Coberturas	15,91
% Algas	60,00%	% Algas	57,82
Índice Est Saúde	0,25 (Baixo)	Índice Est Saúde	1,86 (Alto)

Figura 23: Percurso Estação 56N e 57N



ESTAÇÃO 61N



40 Metros

Legenda	
•	PONTOS_BOIAS
—	PERCURSOS

Área do Local 959m ²			
Avaliação 2006			
%Coral Vivo	27,50	%Coral Vivo	22,42
%Coral Morto	0,1	% Coral Morto	14,98%
%Outras Coberturas	13,75	% Outras Coberturas	18,75
% Algas	58,75%	% Algas	43,84
Índice Est Saúde	0,468 (Baixo)	Índice Est Saúde	1,55 (Alto)

Figura 24: Percurso Estação 61N

A série de dados processados foi de 14.331 pontos/grade, apresentando uma média de 15,99 pontos/grade e um rendimento superior a 99% de sucesso (pontos com informação/total de pontos).

A comparação dos dados obtidos com aqueles de 2006 indica que as mudanças nas porcentagens das coberturas são significativas para todos os tipos de coberturas. As coberturas de corais vivos tiveram uma redução total de 23,93% (passando de 19,05% no ano 2006 a cerca de 10 % no ano 2012), e os corais mortos passaram de uma média de 1,19% de cobertura no ano 2006 a uma média de 16,97% no ano 2012 com um aumento de 79,02%. As algas por sua vez reduziram sua proporção média de cobertura, passando de 70,77% no ano 2006 a 47% no ano 2012, o que representa uma redução de 34%. As demais coberturas passaram de 8,99% no ano 2006 a 21,530% no ano 2012, aumentando sua proporção em 58,24% (Tabela 10).

Tabela 10: Coberturas médias das Estações monitoradas valores ano 2006 (INVEVAR) e 2012. Fonte: Dados de campo e dados de avaliação INVEVAR, (2006)

ESTAÇÃO	%CORAL VIVO 2006	%CORAL VIVO 2012	%CORAL MORTO 2006	%CORAL MORTO 2012	% ALGAS 2006	% ALGAS 2012	% OTRAS COBERTURAS 2006	% OTRAS COBERTURAS 2012
44V (4m) (7m)	16,25	16,647	0,00	11,82	83,75	61,279	0,00	10,250
45V (4m) (7m)	30,00	11,199	1,25	18,29	60,00	47,690	8,75	22,818
46V (4m) (6,5m)	30,00	11,664	0,00	13,95	60,00	48,766	10,00	25,662
47V (4m) (5m)	30,00	11,382	1,25	16,93	60,00	55,179	8,75	16,325
33V (3m) (3m)	13,75	18,792	0,47	35,23	75,00	20,805	10,76	25,140
19N (4m) (2m)	15,00	7,006	2,57	8,21	73,00	63,907	9,43	20,807
41V (1,5 m)	1,00	11,811	0,00	16,76	99,00	29,021	0,00	42,407
42V (1,5)	1,00	18,139	0,00	26,38	99,00	33,451	0,00	22,000
56N (4m) (6m)	25,00	16,060	2,53	12,09	50,00	55,298	22,47	16,804
57N (4m) (5m)	20,00	14,286	5,00	11,97	60,00	57,823	15,00	15,918
61N (5m) (5m)	27,50	22,420	0,00	14,98	58,75	43,840	13,75	18,757
Media	19,05	14,491	1,19	16,97	70,77	47,000	8,99	21,530
DIFERENÇA	-4,56		15,78		-23,77		12,54	

Das onze estações avaliadas, três estações (46V, 33V, 41V) apresentaram estados da cobertura recifal similares a aqueles reportados para o ano 2006, conforme índice de medição adotado (Tabela 11).

Tabela 11: Índice de Estado das coberturas de Coral Avaliadas ano 2006 e 2012

ESTAÇÃO	INDICE ESTADO 2006	INDICE ESTADO 2012	ESTADO 2006	ESTADO 2012
44V	0,63	4,53	MEDIO	ALTO
45V	0,438	0,57	BAIXO	MEDIO
46V	0,5	0,559	MEDIO	MEDIO
47V	0,438	1,17	BAIXO	ALTO
33V	0,176	0,25	BAIXO	BAIXO
19N	0,161	0,739	BAIXO	MEDIO
41V	0,258	0,136	BAIXO	BAIXO
42V	0,258	0,57	BAIXO	MEDIO
56N	0,449	0,78	BAIXO	MEDIO
57N	0,25	1,86	BAIXO	ALTO
61N	0,468	1,55	BAIXO	ALTO

No anexo IV são apresentadas as tabelas com os dados das grades de cada uma das estações como também a tabela de cálculo dos índices de estado da cobertura recifal.

A avaliação fotográfica evidencia ser uma ferramenta ótima quando usada para avaliar coberturas de corais (nível de precisão 99,99%-pontos com informação efetiva-), sendo necessário contar com pessoal experiente na prática do mergulho autônomo e com ótimo controle da flutuabilidade.

Pelo fato de ter sido observada uma redução da proporção de coral vivo (-4,56% em 2012), esperava-se inicialmente, como consequência, uma redução do estado da cobertura recifal geral. No entanto, quando comparados os índices de estado da cobertura recifal de 2006 e 2012, pode se confirmar que quase todas as estações com exceção da 41V, 46V e da 33V (Cor cinza na tabela) melhoram seu estado da cobertura recifal. O fato pode ser explicado pelo efeito que o aumento da proporção de outras coberturas (OC) em todas as estações (exceto 56N) como também a redução drástica nas coberturas de algas tem no resultado matemático do índice que afere o estado de cobertura recifal.

Um outro aspecto a observar é o fato de que no ano 2006, as coberturas apresentavam estados de cobertura recifal mais homogêneos do que no ano 2012 (Figura 25 e 26). No gráfico expresso na Figura 25 as caixas permitem visualizar a “área

de concentração” de 50% dos dados com o qual é possível reconhecer a existência de uma maior variabilidade entre o estado das coberturas recifais no ano 2012 do que no ano 2006.

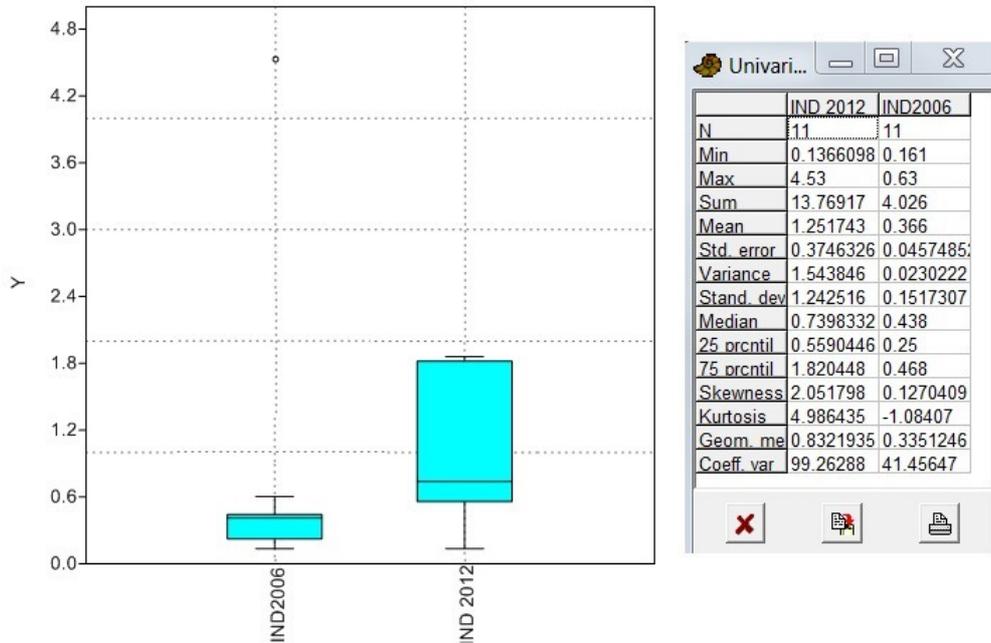


Figura 25 Comparação temporal (ano 2006 - ano 2012) dos índices de estado (IND) da cobertura recifal das áreas de corais das águas rasas do Parque Nacional natural Mc Bean Lagoon

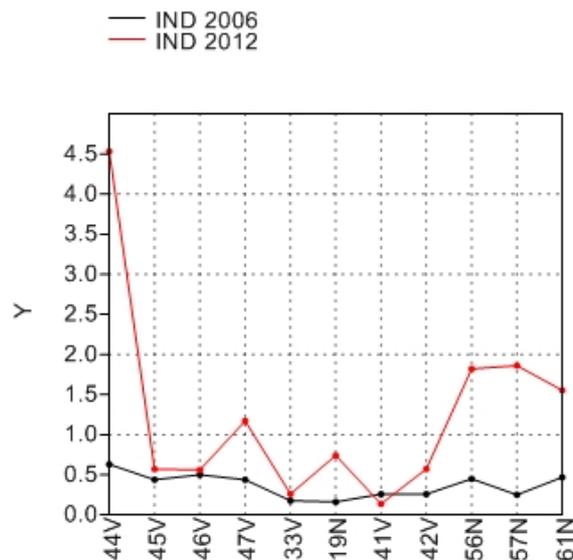
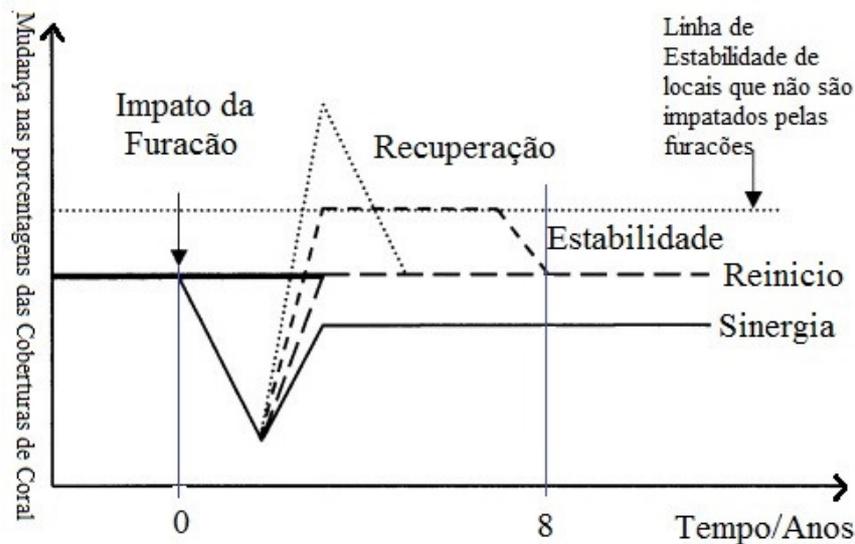


Figura 26: Gráfico das Médias dos índices de estado da cobertura recifal para as formações de recifes avaliadas ano 2006 e ano 2012

Para tentar explicar esta mudança na “homogeneidade”, que fica mais perceptível na Figura 26, deve-se tomar a definição do índice de estado da cobertura recifal, que segundo CORREAL (1986), permite relacionar o sistema com a sua capacidade de regeneração aos distúrbios ambientais. Neste contexto, o incremento geral nos valores dos índices de estado da cobertura recifal em 2012 poderia indicar que as áreas em geral vem se recuperando de algum distúrbio provavelmente ocasionado pelo furacão Beta o qual atingiu a Ilha no ano 2005.

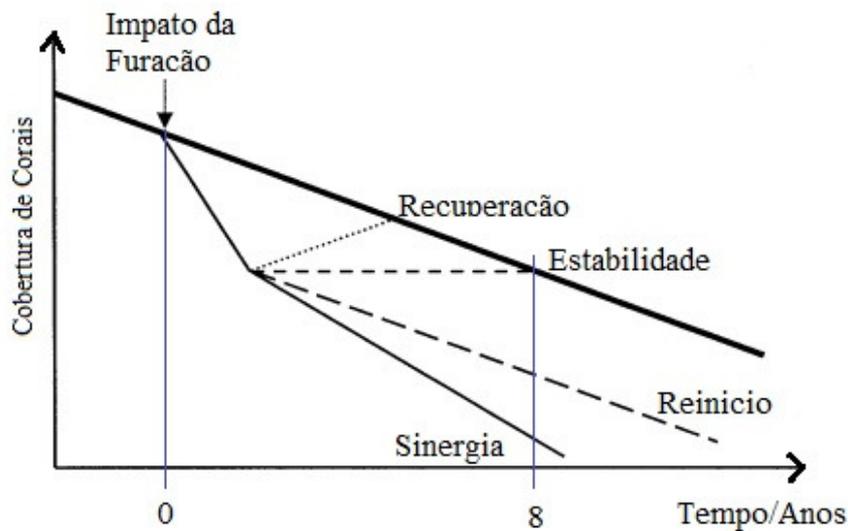
Segundo GARDNER *et al* (2005) após o furacão a perda geral de cobertura de coral nas áreas de corais do Caribe tem uma proporção média de 17%, sendo que o tempo médio para atingir níveis próximos da cobertura de coral anteriores ao fenômeno nunca é menor do que oito anos.

Para este autor, a trajetória de recuperação associada com as coberturas de corais após um furacão pode-se associar com quatro prováveis trajetórias: Na primeira trajetória (recuperação) após o impacto do furacão acontece uma perda de coral seguida quase imediatamente de um aumento das coberturas, favorecido pela aderência de fragmentos de coral em novas superfícies e posteriormente as porcentagens de coberturas continuaram comportando-se como antes da chegada do furacão (FONG & LIRMAN, 2000, citado por GARDNER *et al*, 2005). Outra provável trajetória (linha da estabilidade) caracteriza-se por uma estabilidade nas porcentagens de cobertura de coral vivo após o impacto do furacão, seguida de uma redução posterior (não imediata) das coberturas de coral, sendo que esta trajetória pode ser explicada pela presença majoritária de espécies com reprodução assexuada (WOODLET *et al.*, 1981, citado por GARDNER *et al.*, 2005). Na terceira trajetória provável (reinício), as coberturas de coral podem retomar imediatamente o seu padrão de declínio a uma taxa prévia à passagem do furacão (trajetória de reinício), adicionando o efeito do furacão às outras causas prováveis de declínio que estivessem acontecendo (GARDNER *et al* 2005). Na última trajetória provável (sinergia), as coberturas de coral poderiam retomar imediatamente o seu declínio, mas com aumento na taxa de diminuição devido aos efeitos sinérgicos entre furacões e outras causas de deterioração (HUGHES & CONNELL, 1999), citado por (GARDNER *et al.*, 2005). As trajetórias descritas podem ser visualizadas nas Figuras 27 e 28 .



Referência 8 anos como tempo mínimo de recuperação segundo (GARDNER et al 2005)

Figura 27: Trajetórias de mudança nas coberturas de coral após impactos de furacão. Fonte: (GARDNER et al 2005).



Referência 8 anos como tempo mínimo de recuperação segundo (GARDNER et al 2005)

Figura 28: Trajetórias de mudança nas coberturas de coral após impactos de furacão expressados em termos de Cobertura de Coral. Fonte: (GARDNER et al 2005)

A avaliação das coberturas de corais do Parque feita pelo INVEMAR no ano 2005 após a passagem do furacão Beta definiu uma perda de 9% de corais por branqueamento causado pelo estresse térmico associado com a queda da temperatura da água e 1% por quebra de estruturas causada pelo aumento da corrente e golpes com fragmentos não consolidados. Na Figura 31 apresenta-se a trajetória de comportamento das coberturas de coral do Parque Nacional Natural Mc Bean Lagoon após serem atingidas pelo

furacão beta no ano 2006, segundo dados de avaliação do INVEMAR (2005 e 2006) e dados do trabalho de campo (2012). A partir das porcentagens das coberturas avaliadas pode-se visualizar as mudanças ocorridas nas porcentagens de todas as coberturas (Figura 29).

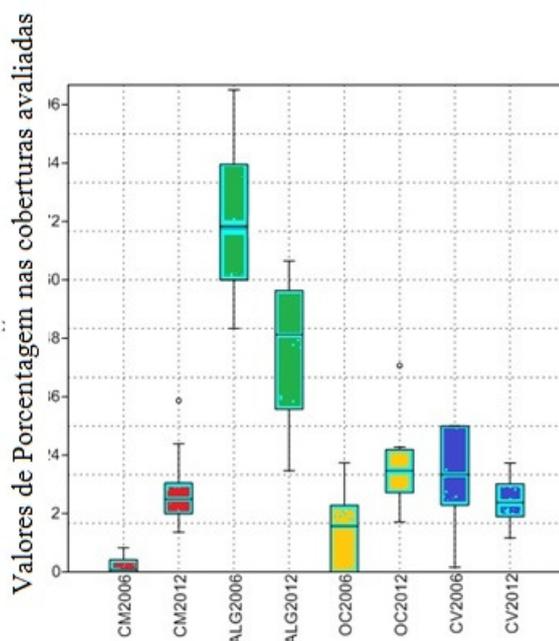


Figura 29: Comparação das Proporções das Coberturas ano 2006 e ano 2012 as caixas permitem visualizar a “área de concentração” de 50% dos dados para cada tipo cobertura. Fonte: Dados de Campo INVEMAR (2006) Dado de campo (2012)

Pode-se constatar um predomínio constante das algas sobre as coberturas de corais vivo, que segundo Mc MANUS & POLSENBERG (2004) poderia indicar uma mudança de estado passando de uma comunidade dominada por corais para uma comunidade dominada por algas, o que permitiria explicar o aumento nas porcentagens de coral morto. Para CORREAL (1986), esta concorrência entre Algas e Corais pode ser definida como:

Equação 2: Relação de concorrência segundo CORREAAL (1986)

$$\text{Concorrência} = \text{ALG}/\text{CV}$$

Esta relação permite estabelecer o nível de prevalência das algas sobre corais, sugerindo valores de concorrência (CNRR) para as coberturas monitoradas (Tabela 12):

Tabela 12: Comparação temporal dos dados de Concorrência das áreas de corais do Parque anos (2006 vs 2012) Fonte: Dados INVEMAR, Dados trabalho de campo 2012

ESTAÇÃO	CNRR 2006	CNRR 2012
44V	2,00	4,26
45V	2,00	2,57
46V	5,15	3,68
47V	3,00	4,05
33V	2,00	4,85
19N	99,00	2,46
41V	5,45	1,11
42V	2,14	1,96
56N	4,87	9,12
57N	99,00	1,84
61N	2,00	3,44
Media	20,60	3,57

O registro de maior nível de prevalência das algas sobre corais no ano 2006 poderia significar um aproveitamento das algas em colonizar espaços deixados pelas estruturas de corais mortos como consequência de algum fenômeno de mortandade de corais (Mc COOK *et al.*, 2001), citado por (NIÑO & FERREIRA, 2003), o que estaria de acordo com a ocorrência do furacão “Beta” no ano 2005 como fenômeno gerador dessa mortandade.

Uma tabela de correlações (Tabela 13) permite vislumbrar a correlação linear negativa de -0,46 entre corais mortos e algas no ano 2006 e de -0,85 no ano 2012. No entanto, a diminuição das porcentagens de algas (23,77%) e o aumento nas porcentagens de outras coberturas (OC) (12,54%) (ver tabela # 10) permite supor que talvez esteja ocorrendo um fenômeno de aumento de coberturas desse tipo (OC), associada com uma redução nas porcentagens de algas (Figura 30). Os graus de liberdade dos dados não permitem fazer avaliações mais certeiras.

Tabela 13 Correlação linear Spearman's onze graus de liberdade das coberturas de corais do Parque nacional Natural Mc Bean Lagoon CM = Coral morto; CV = Coral Vivo; ALG = Algas; CRR = Concorrência Vegetal; IND = Índice estado da cobertura

	0	CM2006	CM2012	ALG2006	ALG2012	CV2006	CV2012	CRR2006	CRR 2012	IND 2012	IND2006
CM2006	0	0	0.22002	0.14937	0.098998	0.56062	0.34518	0.0029976	0.84923	0.7982	0.32065
CM2012	-0.40226	0	0	0.2948	0.0078101	0.30592	0.17163	0.1586	0.92046	0.17595	0.2557
ALG2006	-0.46518	0.34767	0	0	0.12854	5,60E-01	0.90408	0.70815	0.096191	0.78163	0.30893
ALG2012	0.52272	-0.85564	-0.48718	0	0	0.12112	0.20106	0.12449	0.5836	0.058818	0.21124
CV2006	0.19744	-0.34025	-0.92137	0.49557	0	0	0.80172	0.83376	0.22021	0.64443	0.069818
CV2012	-0.31515	0.44369	0.041282	-0.41777	-0.085899	0	0	0.16807	0.43538	0.42228	0.56448
CRR2006	0.80176	-0.45604	-0.12776	0.49172	-0.071832	-0.44701	0	0	0.33751	0.97692	0.09867
CRR 2012	0.065077	-0.034209	-0.52643	0.18618	0.40211	0.26257	-0.31992	0	0	0.36732	0.25107
IND 2012	0.08745	-0.43973	-0.094782	0.58477	0.15717	0.26984	0.009915	0.30165	0	0	0.032772
IND2006	-0.33064	-0.37507	-0.33826	0.40934	0.5655	0.19554	-0.52315	0.37847	0.64318	0	0

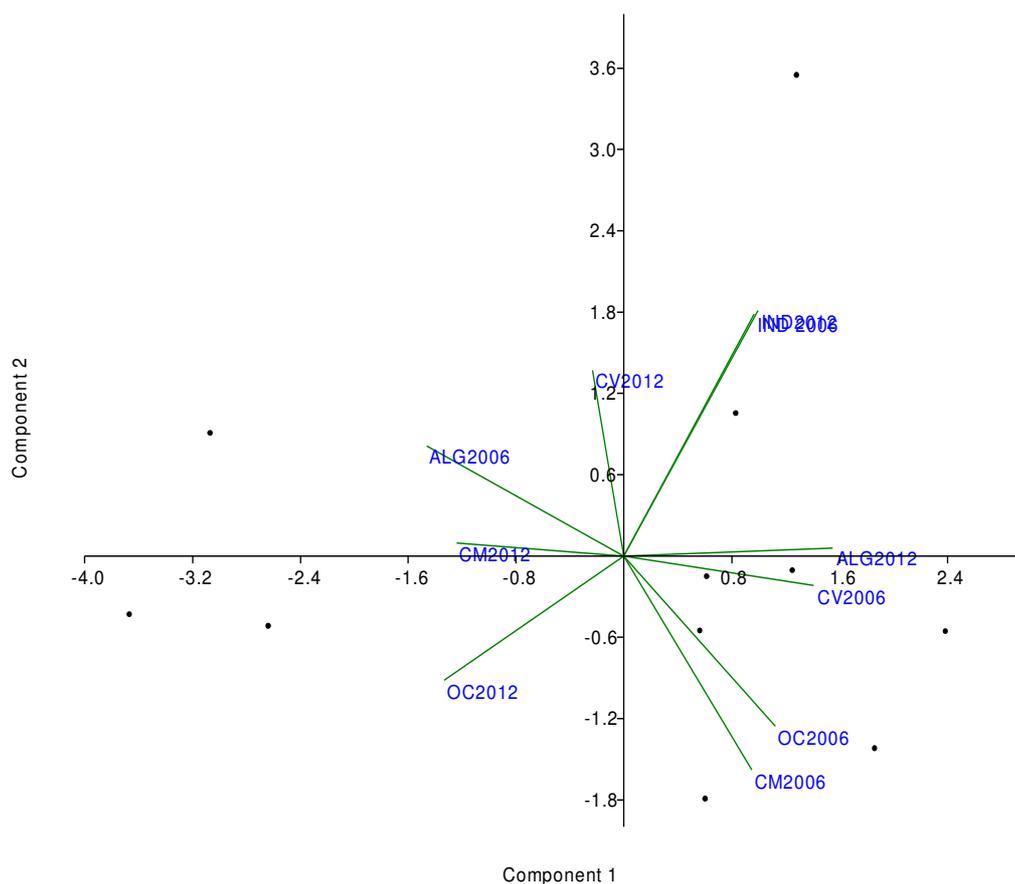


Figura 30: Correlações Existentes entre as coberturas avaliadas segundo dados do ano 2012. Fonte; Software PAST

Assim, independentemente do poder explicativo, os dados de campo do presente trabalho permitiram descrever o comportamento de recuperação das coberturas recifais

relacionadas à passagem de furacão, objetivo este que não fazia parte do escopo do estudo, mas que representa uma contribuição adicional e importante para melhor se compreender a dinâmica deste ecossistema.

Sem dados prévios ao ano 2005 sobre as porcentagens de coral vivo das coberturas de coral do Parque, é difícil estabelecer com segurança qual das trajetórias expressadas por GARDNER *et al.* (2005) corresponderia mais à trajetória apresentada na Figura 31

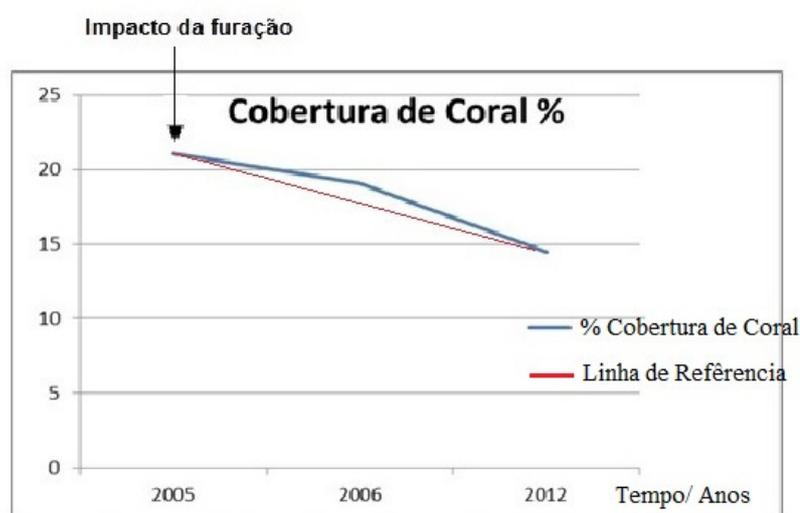


Figura 31: Trajetória da mudança nas coberturas de coral do Parque Nacional Natural Mc Bean Lagoon após impacto do furacão “Beta” expressado em termos de Cobertura de Coral. Fonte: (INVEMAR 2005,2006 e Trabalho de Campo 2012)

Contudo pode-se observar que a taxa de perda de 10% observada entre o ano 2005 e o ano 2006 reportada pelo INVEMAR é menor do que a taxa de perda de 4,56% registrada entre os anos 2006 e 2012 (Ver tabela # 10). Segundo as prováveis trajetórias definidas por GARDNER *et al.* (2005) uma trajetória do tipo “sinergia” apresentaria taxas de perda acumuladas após o impacto da furacão (gerando uma declividade maior na curva de trajetória), fato que efetivamente ocorreu com as coberturas recifais do Parque conforme Figura 31 (a declividade da curva de trajetória – “linha azul” – aumenta um ano após o impacto da furacão). Mas, se assumirmos a declividade da linha de referência (taxa de perda aproximada de 4,56%) como o comportamento normal das coberturas do Parque, seria possível inferir que após a passagem do furacão, as perdas de cobertura viva de Coral aumentaram aproximadamente 5,5% para se normalizar novamente um ano após da ocorrência do

fenômeno. Neste caso, considerando que a maior parte das espécies de coral do Parque tem reprodução sexual, pode-se dizer que as trajetórias mais prováveis para as coberturas do Parque seriam do tipo (recuperação ou reinício). A existência de séries temporais de dados mais completa poderia ajudar a estabelecer com maior precisão o tipo de trajetória. Neste sentido, os dados de avaliação de cobertura recifal podem contribuir para composição de uma série temporal.

O número de espécies encontrado em cada ponto de avaliação e o número de indivíduos em cada espécie variaram, sem contudo apresentar uma correlação entre si (Tabela 14 e Figura 32). Ou seja, os locais com menor diversidade não significaram, necessariamente, menor quantidade de indivíduos totais.

Tabela 14: Número total de Espécies e de Indivíduos para cada uma das estações avaliadas. Fonte: Trabalho de campo

ESTAÇÕES	TOTAL IND	TOTAL Sp
44V	139	6
45V	242	15
46V	261	12
47V	326	10
33V	168	8
19N	97	9
41V	105	6
42V	154	8
56N	97	11
57N	105	9
61N	202	7
TOTAL	1896	20

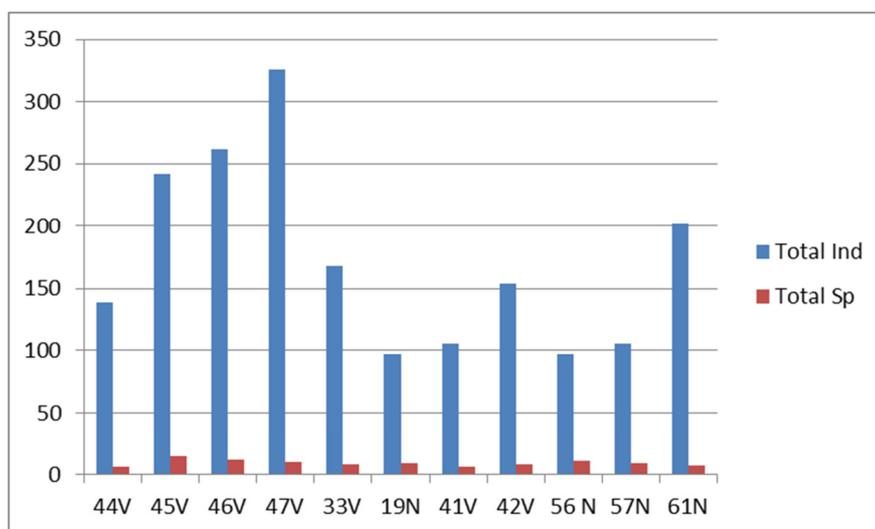


Figura 32: Número de indivíduos e de espécies registrados nas estações monitoradas

Os dados demonstram também que a distribuição das espécies organiza-se segundo critérios de profundidade, conforme os extratos definidos (0-3m; 3,1-6m; >6m), conforme Tabelas 15, 16 e 17. A Tabela 18 apresenta as totalizações por faixas de profundidade, e a Tabela 19, a relação completa de espécies e respectivos indivíduos por faixa de profundidade. A distribuição de espécies por estação avaliada encontra-se na Figura 33

Tabela 15: Inventário de espécies de coral registradas no Parque Nacional Natural Mc Bean Lagoon segundo níveis de profundidade

Estações Listadas segundo profundidade (m)	<i>Acropora palmatta</i>	<i>Acropora Cervicornis</i>	<i>Agaricia agaricites</i>	<i>Diploria strigosa</i>	<i>Diploria labyrinthiformis.</i>	<i>Diploria clivosa.</i>	<i>Monastrea annularis</i>
33V-19N-41V-42V (0-3 m)			14	3	58	14	51
47V-57N-61N-56N (3,1 -6m)		10	20	12	27	2	246
44V-45V-46V (>6m)	4	11	18	25	18	2	341
Totales	4	21	52	40	103	18	638
%	0,21	1,11	2,74	2,11	5,43	0,95	33,65

Tabela 16: Inventário de espécies de coral registradas no Parque Nacional Natural Mc Bean Lagoon segundo níveis de profundidade

Estações Listadas segundo profundidade (m)	<i>Montastrea faveolata.</i>	<i>Montastrea cavernosa.</i>	<i>Siderastrea siderea</i>	<i>Siderastrea radians.</i>	<i>Stephanocoenia intersepta</i>	<i>Porites porites</i>
33V-19N-41V-42V (0-3 m)	140		3			39
47V-57N-61N-56N (3,1 -6m)	125		35			72
44V-45V-46V (>6m)	76	4	68	7	2	30
Totales	341	4	106	7	2	141
%	17,99	0,21	5,59	0,37	0,11	7,44

Tabela 17: Inventário de espécies de coral registradas no Parque Nacional Natural Mc Bean Lagoon segundo nível de profundidade

Estações Listadas segundo profundidade (m)	<i>Porites divaricata</i>	<i>Porites astreoides</i>	<i>Colpophylia Natans (CNAT)</i>	<i>Millepora alcicornis</i>	<i>Millepora complanata.</i>	<i>Monastrea franksi</i>	<i>Porites furcata</i>	<i>Octocorais</i>
33V-19N-41V-42V (0-3 m)		152			29		4	17
47V-57N-61N-56N (3,1 -6m)		49		21				111
44V-45V-46V (>6m)	12	10			7	5	2	0
Totales	12	211	0	21	36	5	6	128
%	0,63	11,13	0,00	1,11	1,90	0,26	0,32	6,75

Tabela 18: Total de Indivíduos e de espécies registradas no Parque Nacional Natural Mc Bean Lagoon segundo faixas de profundidade

Estações Listadas segundo profundidade (m)	Total Ind	Total Sp
33V-19N-41V-42V (0-3 m)	524	12
47V-57N-61N-56N (3,1 -6m)	730	12
44V-45V-46V (>6m)	642	18

Tabela 19: Espécies de coral registradas (Número de pontos/grade associados com cada uma) para o conjunto de estações agrupadas segundo grupos de profundidade

Espécies Registradas	33V-19N-41V-42V (0-3 m) (# IND)	47V-57N-61N-56N (3,1 -6m) # IND	44V-45V-46V (>6m)# IND	% (0-3 m)	% (3,1 - 6m)	% >6m
<i>Acropora palmatta</i>	0	0	4	0,00	0,00	100,00
<i>Acropora cervicornis.</i>	0	10	11	0,00	47,62	52,38
<i>Agaricia agaricites</i>	14	20	18	26,92	38,46	34,62
<i>Diploria strigosa</i>	3	12	25	7,50	30,00	62,50
<i>Diploria labyrinthiformis.</i>	58	27	18	56,31	26,21	17,48
<i>Diploria clivosa.</i>	14	2	2	77,78	11,11	11,11
<i>Monastrea annularis</i>	51	246	341	7,99	38,56	53,45
<i>Montastrea faveolata.</i>	140	125	76	41,06	36,66	22,29
<i>Montastrea cavernosa.</i>	0	0	4	0,00	0,00	100,00
<i>Siderastrea siderea</i>	3	35	68	2,83	33,02	64,15
<i>Siderastrea radians.</i>	0	0	7	0,00	0,00	100,00
<i>Stephanocoenia intersepta</i>		0	2	0,00	0,00	100,00
<i>Porites porites</i>	39	72	30	27,66	51,06	21,28
<i>Porites divaricata</i>	0	0	12	0,00	0,00	100,00
<i>Porites astreoides.</i>	152	49	10	72,04	23,22	4,74
<i>Millepora alcicornis</i>	0	21	0	0,00	100,00	0,00
<i>Millepora complanata.</i>	29	0	7	80,56	0,00	19,44
<i>Monastrea franksi</i>	0	0	5	0,00	0,00	100,00
<i>Porites furcata</i>	4	0	2	66,67	0,00	33,33
<i>Octocorais</i>	17	111	0	13,28	86,72	0,00

A distribuição das espécies em cada uma das estações pode ser comparada na seguinte gráfica (Figura 33).

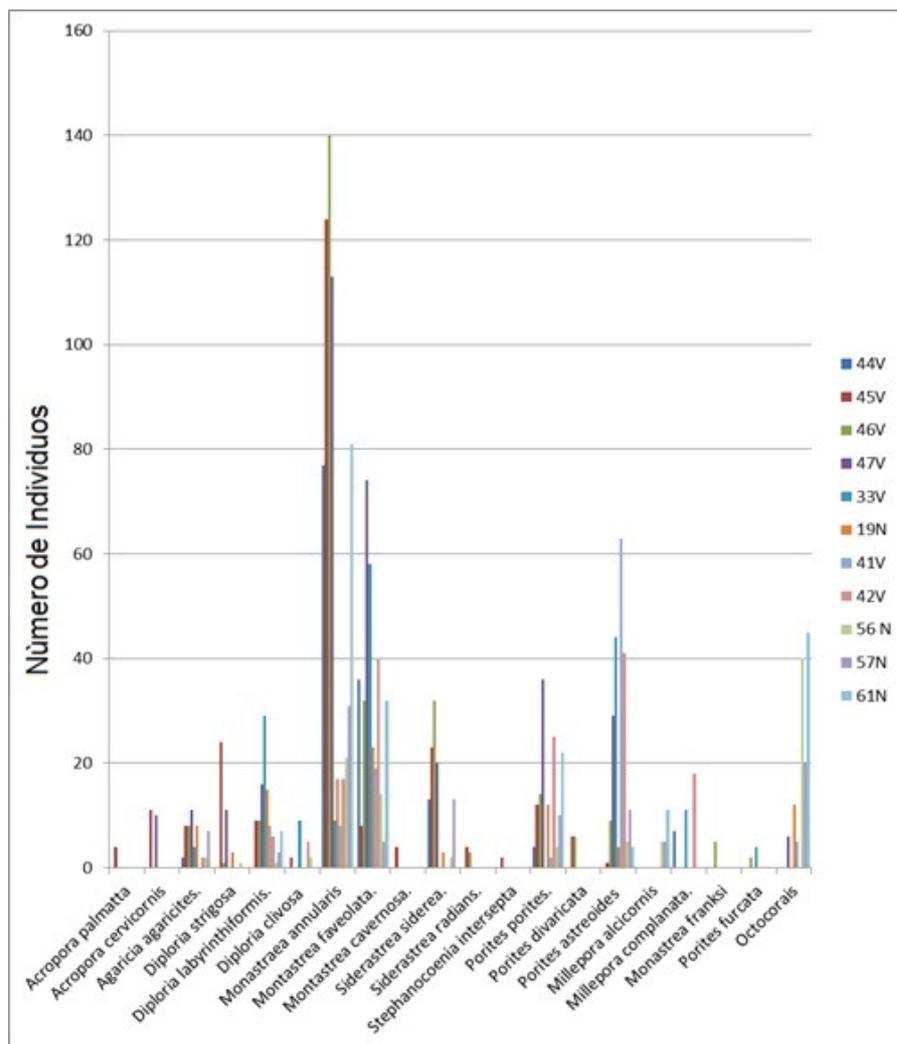


Figura 33: Numero de Indivíduos por espécie nas estações avaliadas

Constata-se o aumento no número de indivíduos e de espécies conforme aumenta a profundidade (tabela #18), o que está de acordo com os relatos de VILLAMIL (2006) para o contexto da Ilha no que se refere a corais hermatípicos, bem como com os relatos de GUEVARA & GUZMAN (1998) para áreas similares no Caribe do Panamá.

Segundo os dados “proxi” de vulnerabilidade das espécies de corais do Caribe no que se refere à distribuição vertical, estratégia reprodutiva e susceptibilidade ao branqueamento (INVEMAR, 2006; FOSTER *et al.*, 2013; GUEVARA & GUZMAN, 1998; NOAA, 2013; DADOS DE CAMPO, 2012) foi construída uma lista de sensibilidade específica frente aos tensores climáticos para cada uma das espécies

(Tabela 20). Como critérios para à elaboração dos índices foram considerados os seguintes aspectos:

1. Nível de frequência de cada espécie no inventário realizado: como a maior frequência torna a sensibilidade menor (GUZMAN & GUEVARA 1998), esta característica foi associada com um índice o qual foi normalizado entre (0 e 1) de acordo com a menor e maior frequência no inventário realizado.
2. Distribuição Vertical: o grau de distribuição vertical é um indicador de maior tolerância diante condições ambientais variáveis, portanto uma maior distribuição espacial indica melhores condições adaptativas (GUZMAN & GUEVARA 1998). As espécies presentes exclusivamente num nível de profundidade foram associadas com um valor maior de vulnerabilidade um (1); para as espécies presentes em dois níveis de profundidade o valor foi de 0,66 e para as espécies presentes em todos os níveis de profundidade o valor foi de 0,33.
3. Estratégia Reprodutiva: baseado na relação direta existente entre estratégia reprodutiva e níveis maiores de tolerância diante condições ambientais variáveis (Item 2.1 Pág. 18). Às espécies com estratégia de reprodução assexual foram associadas a índices de vulnerabilidade maiores (1). Aquelas com estratégia de reprodução sexual foram associadas com um índice de (0,5). As espécies com estratégias duplas de reprodução (sexual e assexual) foram associadas com o nível de 0,25.
4. Susceptibilidade ao branqueamento: mudanças na temperatura e salinidade, aumentos nos níveis de sedimentos, aumento nos níveis de exposição à luz solar e aumento da acidez dá água de mar são fatores associados com os processos de branqueamento nos recifes de coral (NOAA 2013). Segundo a lista de espécies de coral ameaçadas (UICN, 2012; NOAA, 2013), todas as espécies de coral hermatípicos se encontram sob um nível de ameaça significativo ante os tensores associados com as mudanças climáticas (temperatura, acidez, mudanças no nível médio de maré). Assim, as espécies classificadas como “Em perigo de extinção” foram associadas com um índice de susceptibilidade ao branqueamento

igual a (1) e as demais catalogadas como “Ameaçadas” foram associadas ao nível de 0,5.

Tabela 20: Estimativa de Sensibilidade Específica ante "stress" climático das espécies de corais do Parque

Espécies de Coral Registradas	Nível de Frequência No Parque	Distribuição Vertical	Estratégia reprodução	Suceptibilidade a Temperatura (Branqueamento)	Sensibilidade Específica
<i>Octocorais</i>	0,70	0,66	0,25	0,50	0,53
<i>PORITES Astreoides</i>	0,67	0,33	0,50	0,50	0,50
<i>DIPLORIA Labyrinthiformis</i>	0,83	0,33	1,00	0,50	0,67
<i>STEPHANOEOENIA intersepta</i>	1,00	1,00	0,50	0,50	0,75
<i>MILLEPORA Alcornis</i>	0,89	1,00	0,25	1,00	0,79
<i>AGARICIA Agaricites</i>	0,92	0,33	0,50	1,00	0,69
<i>DIPLORIA Strigosa</i>	0,94	0,33	1,00	0,50	0,69
<i>DIPLORIA Clivosa</i>	0,98	0,50	1,00	0,50	0,75
<i>PORITES Porites</i>	0,78	0,33	0,50	0,50	0,53
<i>PORITES divaricata</i>	0,99	1,00	0,50	0,50	0,75
<i>MONASTREA Annularis</i>	0,00	0,33	1,00	1,00	0,58
<i>ACROPORA Palmatta</i>	0,99	1,00	0,25	0,50	0,69
<i>ACROPORA Cervicornis</i>	0,97	1,00	0,25	0,50	0,68
<i>PORITES Furcata</i>	0,99	1,00	0,50	0,50	0,75
<i>MILLEPORA Complanata</i>	0,95	1,00	0,25	1,00	0,80
<i>SIDERASTREA Siderea</i>	0,84	0,50	1,00	1,00	0,84
<i>SIDERASTREA Radians</i>	0,99	0,50	1,00	1,00	0,87
<i>MONASTREA Franksi</i>	0,99	1,00	1,00	0,50	0,87
<i>MONASTREA Faveolata</i>	0,46	1,00	1,00	1,00	0,87
<i>MONASTREA Cavernosa</i>	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00

Esta avaliação sugere que, apesar de todas as espécies sofrerem perdas com as mudanças climáticas, há espécies que se apresentam mais sensíveis que outras (Figura 34).

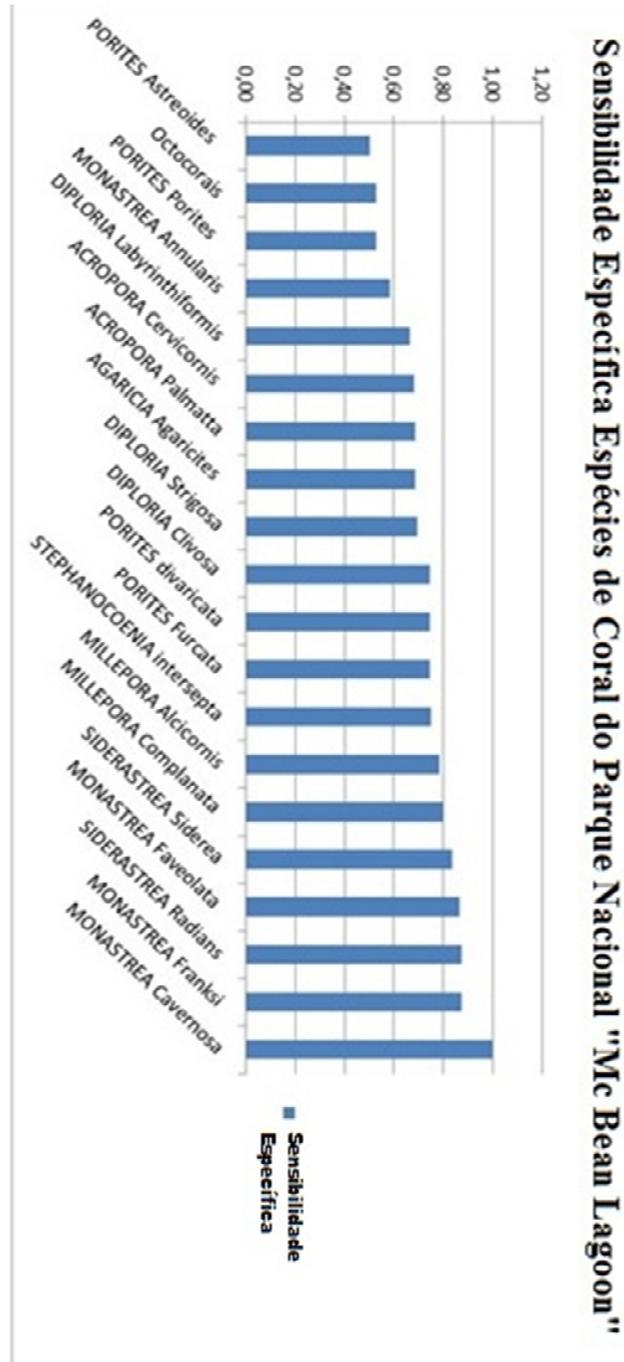


Figura 34: Sensibilidade específica das espécies de coral presentes no Parque Nacional Natural Mc Bean Lagoon

Estas sensibilidades, associadas aos cenários B1 e A1F1 projetadas para o ano 2050, indicam que as perdas na cobertura de corais vivos será diferenciada por nível de

profundidade, sendo que os recifes mais rasos serão mais afetados. (Tabelas 21 e 22 e Figuras 35 e 36). Isso sugere que a atividade econômica do *snorkeling* deverá ser mais afetada que a atividade de mergulho autônomo. As curvas apresentadas nos gráficos (Figura 35 e Figura 36) estão baseadas nos dados de perda por branqueamento associado com furacões (9%) (INVEMAR 2006) para os cenários de interesse (ver tabela #2 pág.29). Assumiu-se nesta avaliação taxas de retorno de furacões para ilha de Providência de 11 anos (CIOH 2007); porcentagem de branqueamento para o Caribe da Colômbia (9%) (INAP, 2010); prognósticos de ocorrência de processos de branqueamento segundo (GRUPO DE TRABALHO II, IIPCC; 2007) uma vez cada dois anos (Cenário B1) e uma vez cada ano (Cenário A1F1) (DONNER *et al* 2005). Assumiu-se também na sensibilidade específica de cada uma das espécies registradas, sua proporção no interior de cada um dos níveis de profundidade definidos (Ver baseamento teórico do critério em item 2,1 pág. 18), sendo que para cada nível de profundidade foi estabelecido um índice de vulnerabilidade composto pela média das sensibilidades da totalidade de espécies registradas em cada nível de profundidade (Tabela 24).

:

Tabela 21: Vulnerabilidade média das coberturas de coral do Parque Nacional Natural Mc Bean Lagoon segundo espécies registradas e Níveis de Profundidade

0,77	0,76	0,47
Vulnerabilidade Recife Somero Superficial (0-3)m	Vulnerabilidade Recife Somero (3,1 -6)m	Vulnerabilidade Recife Somero Profundo (>6m)

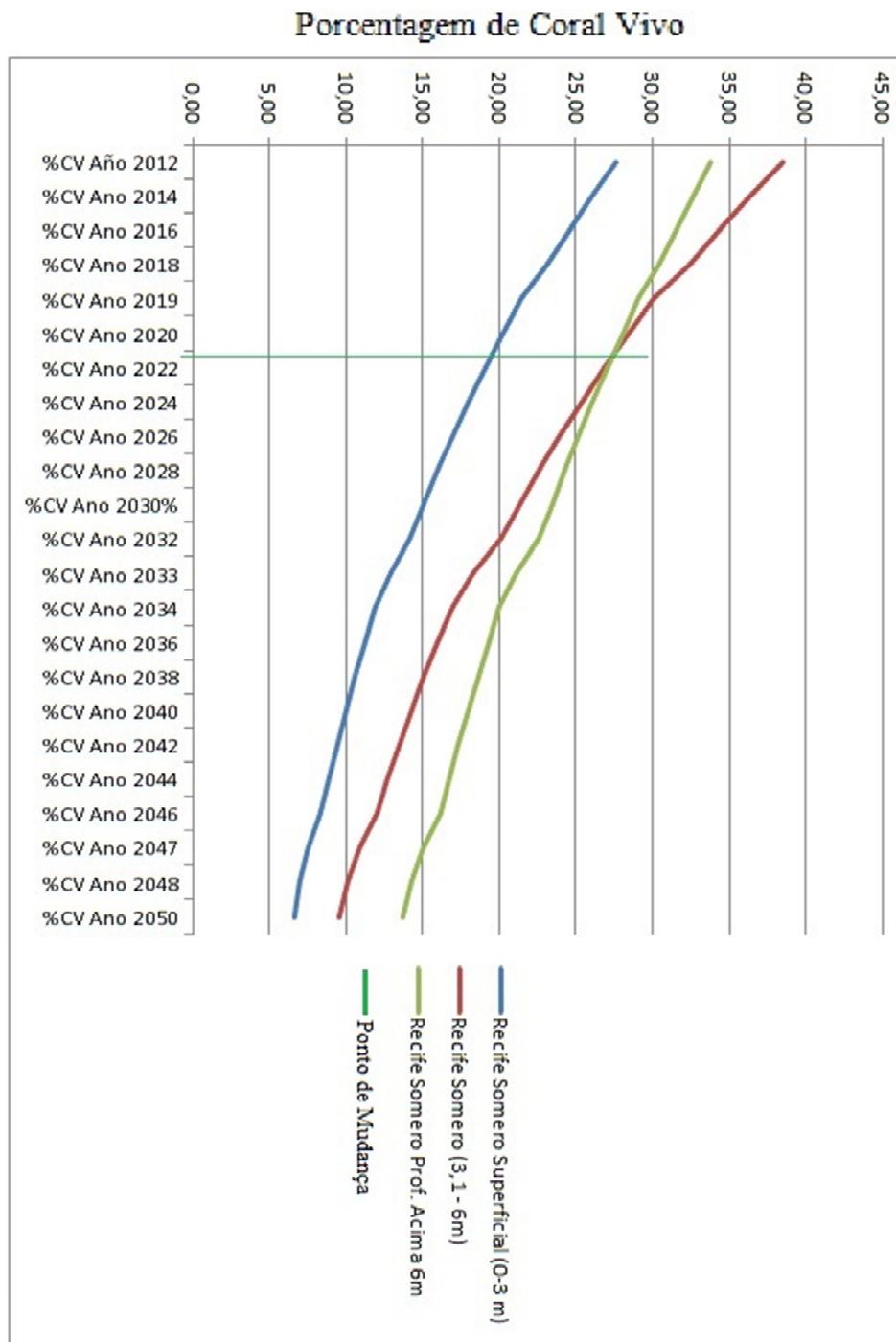


Figura 35: Gráfico de trajetória de mudança nas proporções de corais correspondente aos recifes das águas rasas do Parque Nacional Natural Mc Bean Lagoon (2012 - 2050) segundo Cenário B1

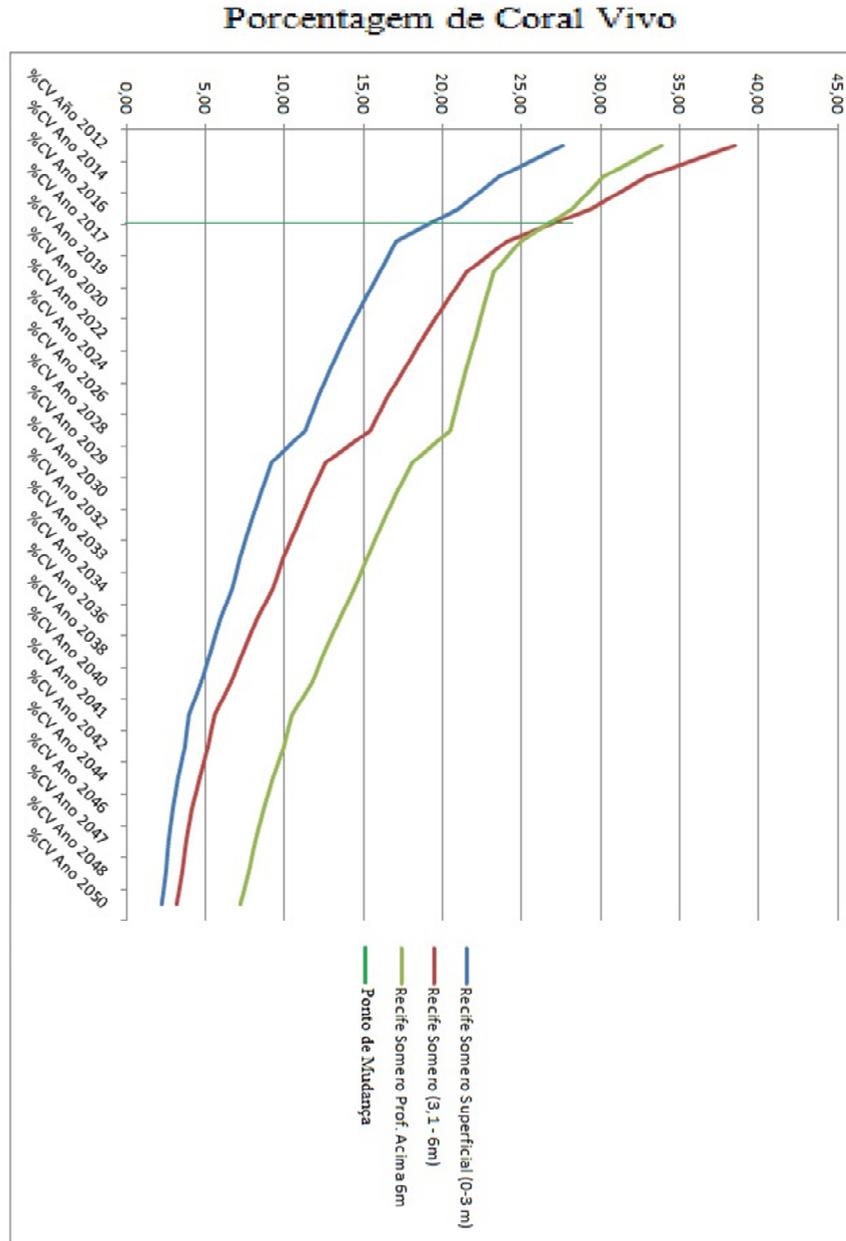


Figura 36 Gráfico de trajetória de mudança nas proporções de corais correspondente aos recifes das águas rasas do Parque Nacional Natural Mc Bean Lagoon (2012 - 2050) segundo Cenário A1F1

Segundo os relatórios do IPCC (2007) e baseado nos valores limite de tolerância dos recifes de coral e assumindo a não inclusão de outros fatores que mudam os níveis de resiliência dos recifes (redução nas populações de peixes herbívoros, concentração de sólidos dissolvidos etc.), os valores limite de regeneração (Ponto crítico) das estruturas de corais para o cenário B1 poderiam ser atingidos no ano 2030. Estes valores limite correspondendo a aumento na temperatura do oceano de 1,4°C e concentração de CO₂ de 450 p.p.m. encontram-se próximos às projeções encontradas (ver linha “ponto de mudança” ano 2022 na Figura 35), sendo que este ponto crítico para as projeções

segundo o cenário A1F1 poderia ser alcançado no ano 2017 (ver Figura 36, linha “ponto de mudança”).

O ponto de perda (não retorno) de recuperação das estruturas de coral seria alcançado com um aumento das temperaturas médias de 2,4°C e concentração de CO₂ de 550 p.p.m. (BANCO MUNDIAL, 2012), o qual segundo os relatórios do IPCC (2007) seria alcançada no ano 2060. Este ponto de perda configura o momento a partir do qual as coberturas de corais começariam a morrer massivamente sendo talvez substituídas por esponjas ou algas, que são mais tolerantes às condições extremas (BURKE & MAIDENS, 2005). Provavelmente tal cenário pode representar o começo do surgimento de colônias de recife de corais em outros locais do planeta nos quais a mudança das condições climáticas leve a condições mais favoráveis.

A projeção de perda de coral vivo nos recifes é significativa, sendo maior em profundidades menores (Tabela 24).

Tabela 24 Comparação das porcentagens atuais de cobertura de coral vivo (Ano 2012) com as prováveis porcentagens segundo projeções para o ano 2050 para os cenários A1F1 e B1 do IPCC

		CENARIO B1	CENARIO A1F1
Tipo	%CV Año 2012	%CV Ano 2050	%CV Ano 2050
Recife Somero Superficial (0-3 m)	27,64	5,67	1,67
Recife Somero (3,1 - 6m)	38,50	7,98	2,28
Recife Somero Prof. Acima 6m	33,86	12,57	6,04

4.2 AVALIAR A VULNERABILIDADE ANTE AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS DAS ATIVIDADES TURÍSTICAS ASSOCIADAS AO BEM ESTAR DAS COBERTURAS DE CORAIS NO PARQUE NACIONAL NATURAL MC BEAN LAGOON.

Segundo a metodologia proposta (MORENO *et al.*,2010), são apresentados o conjunto de Indicadores que conformam os componentes das dimensões da sensibilidade, capacidade adaptativa e exposição que foram usados.

4.2.1 Indicadores Associados com Exposição:

Para a construção do índice foram atribuído pesos de maior grandeza (4X) para a frequência dos furacões de maior nível na escala e a menor grandeza (1X) para as frequências associadas com os furacões de menor categoria. Assim, o índice foi composto pela média do valor total dos pesos x frequência (Tabela 25).

Tabela 25: Índice de exposição a furacões das atividades turísticas do Parque Nacional Natural Mc Bean Lagoon

Categoria	Frequência	Peso	Total	Índice
1	3	1	3	0,16
2	3	2	6	0,32
3	2	3	6	0,32
4	1	4	4	0,21
Índice Geral Furacões			19	0,25

4.2.1.1 Temperatura média da água do mar e Concentração de CO₂ Atmosférico.

Segundo os valores ótimos de temperatura e acidez para a formação e conservação dos corais (Tabela 6), são apresentados os índices para estes critérios segundo os cenários avaliados (Tabela 26). As tabelas usadas para a normalização dos valores podem ser consultadas no anexo V. Na tabela 27 são apresentados os índices finais de exposição.

Tabela 26 Índice de exposição às mudanças climáticas das atividades turísticas do Parque Nacional Natural Mc Bean Lagoon

ÍNDICE DE TEMPERATURA E ACIDEZ (CONCENTRAÇÃO DE CO₂)		
	ÍNDICE TEMPERATURA	ÍNDICE CONCENTRAÇÃO DE CO₂
Atual	0,25	0,39
Cenário A1F1	0,75	1
Cenário B1	0,45	1

Tabela 27: Índices dos critérios associados com exposição às mudanças climáticas das atividades turísticas do Parque Nacional Natural Mc Bean Lagoon

INDICADORES EXPOSIÇÃO						
	2012		2050A1F1		2050 B1	
ÍNDICE	SNORKELING	MERGULHO AUTÓNOMO	SNORKELING	MERGULHO AUTÓNOMO	SNORKELING	MERGULHO AUTÓNOMO
FREQUÊNCIA FURACÕES	0,15	0,15	0,14	0,14	0,11	0,11
INTENSIDADE FURACÕES	0,25	0,25	0,33	0,33	0,28	0,28
ÍNDICE GERAL FURACÕES	0,20	0,20	0,23	0,23	0,19	0,19
TEMPERATURA	0,25	0,25	0,75	0,75	0,45	0,45
CONCENTRAÇÃO CO₂	0,39	0,39	1,00	1,00	1,00	1,00

4.2.2 Indicadores de Sensibilidade estrutural (S₁)

4.2.3 Extensão das áreas:

Segundo a ressalva exposta na metodologia, este índice tem uma relação direta como a presença de corais como atrativos para as atividades avaliadas. Segundo as prováveis mudanças estabelecidas anteriormente espera-se uma redução nas proporções de coral vivo para o ano 2050 com o qual pode-se estabelecer que este índice vá mudar para um horizonte do ano 2050 e acordo com as condições apresentadas na Tabela 28. No Anexo V é apresentada a tabela de normalização dos índices de tamanho.

Tabela 28: Índice de Sensibilidade segundo tamanho das áreas (Snorkeling e Mergulho autônomo) anos 2012 e 2050 (Cenários A1F1 e B1)

ESTAÇÃO	AREA ZONAS SNORKELING		AREA ZONAS MERGULHO		INDICE TAMANHO 2050 CENARIO A1F1	INDICE TAMANHO 2050 CENARIO B1
	2012 AREA CV M2	2050 AREA CV CENARIO A1F1	2050 AREA CV CENARIO B1	INDICE TAMANHO 2012		
44V	252,18	92,59	192,70	0,65	0,878	0,7
45V	174,93	94,34	196,34	0,73	0,875	0,69
46V	212,21	109,93	228,77	0,67	0,847	0,64
47V	595,86	119,38	417,83	0	0,831	0,31
33V	320,18	28,46	96,62	0,48	0,98	0,86
19N	531,22	126,55	429,67	0,11	0,819	0,29
41V	128,97	21,58	61,92	0,81	1	0,93
42V	175,60	21,90	54,89	0,73	1	0,94
56N	154,02	21,87	76,53	0,77	1	0,9
57N	140,23	22,39	78,36	0,79	0,997	0,9
61N	396,61	40,33	141,17	0,35	0,967	0,79
		Valor Médio do índice de tamanho	Snorkeling	0,53	0,95	0,75
			Mergulho Autônomo	0,56	0,91	0,7

Estado da Cobertura Recifal: Os índices de estado das coberturas recifais das estações monitoradas (Tabela 29) foram resultado de procedimento de normalização, a partir dos critérios estabelecidos na metodologia. No anexo V é apresentada a tabela da equivalência usada para normalizar os índices de estado das coberturas recifais.

Tabela 29: Índices de Sensibilidade associados com os índices de estado das coberturas recifais das áreas de Snorkeling (Cor amarela) e Mergulho Autônomo (Cor azul) do Parque Nacional Natural Mc Bean Lagoon Ano 2012

ESTAÇÕES	PROF MEDIA (m)	INDICE ESTADO 2012	INDICE NORMALIZADO
44V	5,5	4,53	0
45V	5,5	0,57	0,96
46V	5	0,559	0,91
47V	4,5	1,17	0,77
33V	3	0,25	0,98
19N	3	0,739	0,87
41V	1,5	0,136	1
42V	1,5	0,57	0,9
56N	5	0,78	0,86
57N	4,5	1,86	0,61
61N	5	1,55	0,68
Média áreas de Snorkeling 0,94 (índice Normalziado)		Média áreas de mergulho autônomo 0,67 (índice Normalziado)	

Projeção de perda de coral vivo: Segundo a avaliação das coberturas de corais, para o ano 2050 segundo o cenário B1, é provável ter uma perda de cobertura de coral vivo de aproximadamente 79,48% nas áreas usadas para *Snorkeling* e de 71,6 % para as áreas de mergulho autônomo. Segundo o cenário A1F1 as porcentagens de perda seriam de 93,95% para as áreas de *Snorkeling* e de 88,48% para as áreas de mergulho autônomo. Em qualquer dos dois cenários, as áreas de *snorkeling* são mais severamente afetadas que as de mergulho autônomo, decorrente do impacto das mudanças de forma diferenciada para faixas de profundidade (Tabela 30).

Tabela 30 Mudança nas proporções de cobertura de coral vivo para as coberturas de corais das águas rasas do Parque Nacional Natural Mc Bean Lagoon. A cor amarela é usada para diferenciar as áreas de *Snorkeling* e, a cor azul para as áreas de mergulho autônomo.

		CENARIO B1	CENARIO A1F1	CENARIO B1	CENARIO A1F1
Tipo	%CV Año 2012	%CV Ano 2050	%CV Ano 2050	% Perda	% Perda
Recife Somero Superficial (0-3 m)	27,64	5,67	1,67	79,48	93,95
Recife Somero (3,1 - 6m)	38,50	7,98	2,28	71,6	88,48
Recife Somero Prof. Acima 6m	33,86	12,57	6,04		

A mudança na cobertura de corais gerará uma mudança no estado das coberturas recifais. Segundo (BURKE & MAIDENS, 2005), é muito provável que os espaços deixados pelos corais sejam aproveitados pelas algas e outros tipos de coberturas.

Para calcular os novos índices de saúde e proceder com a normalização dos dados; a porcentual de perda de cobertura de corais foi distribuída entre as outras três classes que conformam as áreas que foram avaliadas (algas, outras coberturas e corais morto) segundo as proporções que elas apresentam atualmente. Os resultados para os cenários propostos são apresentados nas Tabelas 31 e 32

Tabela 31: Mudança nos índices de Estado de coberturas recifais das áreas de Snorkeling para um horizonte do ano 2050 segundo cenário A1F1 e B1 do IPCC

		SNORKELING	CV	CM	OC	ALGAS	TOTAL	INDICE ESTADO DE SAÚDE	INDICE NORMALIZADO
Pontos segundo valoração de campo	2012 (Total Pontos)	524	805	1083	1633	4045			
	2012%	12,95	19,9	26,77	40,37	99,99	0,42	0,94	
Pontos Segundo resultados item 4.2.2. Redução de 79,48% nas coberturas de coral	2050 CENARIO B1 (Total Pontos)	149	930	1208	1758	4045			
	% 2050 CENARIO B1	3,68	22,99	29,87	43,46	100	0,1	0,99	
Pontos Segundo resultados item 4.2.2. Redução de 93,95% nas coberturas de coral	2050 CENARIO A1F1 (Total Pontos)	32	969	1247	1797	4045			
	% 2050 CENARIO A1F1	0,78	23,96	30,83	44,43	100,00	0,02	1	

Tabela 32: Mudança nos índices de Estado das áreas de Mergulho Autônomo para um horizonte do ano 2050 segundo cenário A1F1 e B1 do IPCC

		MERGULHO AUTONOMO	CV	CM	OC	ALGAS	TOTAL	INDICE ESTADO DE SAÚDE	INDICE NORMALIZADO
Pontos segundo valoração de campo	2012 (Total Pontos)	1370	1578	1997	5339	10284			
	2012%	13,32	15,34	19,42	51,92	100	1,57	0,67	
Pontos Segundo resultados item 4.2.2. Redução de 71,6% nas coberturas de coral	2050 CENARIO B1 (Total Pontos)	281	1941	2360	5702	10284			
	% 2050 CENARIO B1	2,73	18,87	22,95	55,44	100	0,15	0,99	
Pontos Segundo resultados item 4.2.2. Redução de 88,98% nas coberturas de coral	2050 CENARIO A1F1 (Total Pontos)	158	1982	2401	5743	10284			
	% 2050 CENARIO A1F1	1,53	19,27	23,35	55,84	100	0,08	1,00	

4.2.4 Preferência de recifes:

Este indicador tem sido desenvolvido desde a perspectiva da preferência dos praticantes do *Snorkeling* e do Mergulho autônomo pelos ambientes de corais.

Entre os Praticantes de Snorkeling 18% responderam que voltariam à Ilha para efetuar sua atividade mesmo sabendo que não teria recifes para observar. Já entre os

praticantes de mergulho autônomo 7% aceitariam. Quanto menor o percentual de entrevistados que apontam perspectiva de realização da atividade mesmo com o risco de não observação dos corais, maior a vulnerabilidade da atividade no quesito preferência de recifes (Tabela 33). Não sendo possível calcular mudanças futuras nesse comportamento, esses índices serão usados para os cenários do ano 2050.

Tabela 33: Índice associado com a preferência dos turistas pelos recifes de coral

Atividade	Preferencia Recifes	
	Snorkeling	1-0,18
Mergulho Autonomo	1-0,07	0,93

4.2.5 Indicadores de Sensibilidade não estrutural (S₂)

4.2.5.1 Tipo de turistas.

Segundo as projeções de crescimento turístico para turistas nacionais e estrangeiros (Ver pag 63) espera-se que no futuro 81% dos visitantes do Parque sejam Nacionais e 19% estrangeiros.

Segundo as enquetes do Plano de ordenamento de atividades turísticas do Parque; do total de pessoas que nunca tinham visitado o Parque (72% dos visitantes dos quais 54% eram Nacionais e 18% estrangeiros), 48,9% (Equivalente a 35,2%) decidem aproveitar a oportunidade para praticar Snorkeling, sendo que 31% (equivalente a 22,33%) são Nacionais e 17,7% (equivalente a 12,73%) são estrangeiros. Espera-se que esta porcentagem não mude no futuro. Das pessoas que visitam o Parque pela primeira vez 2% (Nacionais) experimentaram o mergulho autônomo.

Segundo as enquetes do Plano de ordenamento de atividades turísticas do Parque 18% dos visitantes dá área de reserva já tinham visitado o Parque anteriormente, o que permite avaliar a taxa de retorno dos turistas. Dessa porcentagem 2,34 % correspondia a estrangeiros e 15,66% a Nacionais.

Segundo as enquetes realizadas durante o trabalho de campo, 18% dos praticantes de Snorkeling aceitaria voltar ainda sem ter coberturas de coral para observar. Dessa porcentagem 10,3% eram estrangeiros e 7,7% Nacionais. Da totalidade de praticantes de Mergulho autônomo somente 7% aceitariam voltar ao Parque para realizar sua atividade ainda sem ter coberturas de coral, desses, todos eram estrangeiros.

Baseado nesse conjunto de informações é possível estabelecer parâmetros de divisão entre visitantes nacionais e estrangeiros quanto às práticas de mergulho autônomo e de *Snorkeling* (Tabela 34).

Tabela 34: Porcentagens de visitantes nacionais e estrangeiros associados com sua porcentagem de participação nas atividades turísticas desenvolvidas nas coberturas de coral do Parque Nacional Natural Mc Bean Lagoon

	TURISTAS NACIONAIS		TURISTAS ESTRANGEIROS	
	0,76		0,24	
2012	% Turistas Nacionais Praticantes de Mergulho	% Turistas Nacionais Praticantes de Snorkeling	% Turistas Estrangeiros Praticantes de Snorkeling	% Turistas Estrangeiros Praticantes de Mergulho
ITM e ITS	0,43	0,57	0,92	0,4
	INDICE MERGULHO		INDICE SNORKELING	
	0,42		0,75	
CENARIOS A1F1 e B1. Segundo dados para os próximos dez anos (esses dados serão usados para os cenários do ano 2050)	TURISTAS NACIONAIS		TURISTAS ESTRANGEIROS	
	0,81		0,19	
	% Turistas Nacionais Praticantes de Mergulho	% Turistas Nacionais Praticantes de Snorkeling	% Turistas Estrangeiros Praticantes de Snorkeling	% Turistas Estrangeiros Praticantes de Mergulho
	2% de 15,66%	0,2233+(7,7% de 15,66%)	0,1273+(10,3% de 2,34%)	7% de 2,34%
ITM e ITS	0,031	0,2353	0,1513	0,016
Redução da porcentagem de Praticantes (ITM 2012-ITM 2050)	99%	33%	77%	99,90%
aumento da sensibilidade 2050 associada com a redução de praticantes	0,86	0,76	1,00	0,80
	INDICE MERGULHO AUTÔNOMO		INDICE SNORKELING	
	0,83		0,88	

Porcentagem de Proteção do recife: Todas as áreas de coral avaliadas estão em zona de proteção. Espera-se que esta condição não mude durante os próximos anos. Com o qual pode se estabelecer que este índice vá permanecer igual para horizonte do ano 2050. Segundo a ressalva estabelecida o valor do índice para esta condição foi igual a 0 (zero) para todas as coberturas.

4.2.6 Indicadores de Capacidade Adaptativa.

4.2.7 Nível Educativo:

Segundo os grupos estabelecidos, o índice de escolaridade estabelecido para cada um desses é apresentado na seguinte Tabela 35. Sem dados para estabelecer mudanças no futuro, foram usados esses índices para os cenários do ano 2050.

Tabela 35: Índice de escolaridade para os Prestadores de Serviços turísticos (Snorkeling e Mergulho Autônomo)

	Grupo 1 (x1)	Grupo 2 (x2)	Grupo 3 (x3)	Grupo 4 (x4)	Total	INDICE
Snorkeling		4	6		10	0,625
Mergulho autônomo				16	16	1

4.2.7.1 Programas de Apoio a Gestão:

A construção do índice foi dada pelo número de operadores de mergulho autônomo e de Snorkeling que tem participado (cursado) algum dos programas oferecidos pelo SENA ou pela Secretaria de Turismo relacionado com a sua atividade, conforme Tabela 36.

Tabela 36 Índice associado com a porcentagem de prestadores de serviços turísticos que tem participado de algum programa de capacitação

Tipo	que participam (am) de projetos de capacitação
Operadores Mergulho	0,5
Operadores Snorkeling	0,6

Segundo o PLANO DE MANEJO DE ATIVIDADES TURISTICAS DO PARQUE (2011), espera-se que para o ano 2015 a totalidade dos prestadores de serviços turísticos do Parque estejam capacitados como guias, portanto, o índice para um horizonte do ano 2050 deve de ser 1 (um)

4.2.7.2 Diversidade de Atividades.

Segundo os dados levantados durante o trabalho de campo pode-se constatar que, diferentemente dos prestadores do serviço de *Snorkeling*, a quase totalidade dos prestadores do serviço de mergulho autônomo dependem totalmente das verbas geradas por essa atividade (Tabela 37 e 38). Sem dados para estabelecer mudanças nesse aspecto durante os próximos anos, serão usados esses índices nos cenários do ano 2050.

Tabela 37: Relação das atividades desenvolvidas pelos prestadores de Serviço Turístico

Ator	Atividade alternativa
Oswaldo Montes (Cabañas Agua Dulce)	Transporte de turistas
Uriah Robinson (Decameron)	Transporte de turistas
Betito (Posada del Mar)	Transporte de turistas
Lindon Johnson (Morgan)	Transporte de turistas
Hippie Bens (Cabañas Miss Mery)	Transporte de turistas
Daniel Gutierrez (Sirius)	SEM
Felipe Cabeza (Felipe's)	SEM
Geronimo Vasquez (Scuba Town)	SEM
Sonny Archbold	Hospedagem turística

Tabela 38: Índice de Dependência de outras atividades dos prestadores de serviço turístico das atividades de mergulho e Snorkeling

Tipo	% Operadores que desenvolvem outra Atividade
Operadores Mergulho	0,25
Operadores Snorkeling	1

4.2.7.3 Projetos de Monitoramento.

Para definir o indicador foi usada a avaliação feita pelo Parque sobre cumprimento dos objetivos de conservação o quais estão consignados no seu plano de ordenamento (2011 – 2015). Assumiu-se que o programa de avaliação das áreas marinhas no ano 2012 tem atingido 20% dos objetivos propostos (PLANO DE ORDENAMENTO TURISTICO PARQUE Mc BEAN LAGOON Pág. 103), o que permite definir um índice de 0,2 para todas as atividades. Espera-se que para o ano 2015 a totalidade dos programas de monitoramento do Parque estejam desenvolvidos. Portanto, será usado um índice de 1 (um) para este critério nos cenários do ano 2050.

4.2.7.3.1 Projetos de Conservação

Como instituição encarregada da conservação das áreas de corais na sua jurisdição o Parque Nacional Natural Mc Bean Lagoon vem desenvolvendo projetos de repovoamento e conservação de algumas das espécies de corais hermatípicos presentes no Parque. Segundo o PLANO DE MANEJO DO PARQUE Mc BEAN LAGOON 2010 – 2015 prevê-se que em 2012 10% da totalidade dos projetos de conservação terão sido desenvolvidos. Os dados de campo confirmam essa informação, e assim tomou-se este dado para definir um índice de 0,1 para todas as atividades. Espera-se que para o ano 2015 a totalidade dos projetos de conservação do Parque estejam desenvolvidos. Portanto, será usado um índice de 1 (um) para este critério nos cenários do ano 2050.

Uma vez que o índice de Capacidade Adaptativa é um índice composto, os sub-índices definidos pelas variáveis apresentadas precisam ser articulados e analisados conjuntamente (Tabela 39 e 40).

Tabela 39: Indicadores associados com a Capacidade Adaptativa das atividades turísticas (Snorkeling e Mergulho)

INDICE	2012		2050A1F1		2050 B1	
	SNORKELING	MERGULHO AUTÓNOMO	SNORKELING	MERGULHO AUTÓNOMO	SNORKELING	MERGULHO AUTÓNOMO
NIVEL EDUCATIVO	0,625	1	0,625	1	0,625	1
APOIO E GESTÃO	0,6	0,5	1	1	1	1
DIVERSIDADE ATIVIDADES	1	0,25	1	0,25	1	0,25
PROJETOS DE MONITORAMENTO	0,2	0,2	1	1	1	1
PROJETOS DE CONSERVAÇÃO	0,1	0,1	1	1	1	1

Tabela 40: Índices de Exposição, Sensibilidade estrutural, Sensibilidade não estrutural, e Capacidade adaptativa para às atividades de Mergulho autônomo e Snorkeling no Parque Nacional Natural Mc Bean anos 2012 e 2050 segundo cenários A1F1 e B1

INDICADOR	2012		CENÁRIO B1 ANO 2050		CENÁRIO A1F1 ANO 2050		
	SNORKELING	MERGULHO AUTÔNOMO	SNORKELING	MERGULHO AUTÔNOMO	SNORKELING	MERGULHO AUTÔNOMO	
INDICADORES DE SENSIBILIDADE	PROTEÇÃO DO RECIFE (S2)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	ESTADO DE SAUDE (S1)	0,94	0,67	0,99	0,99	1,00	1,00
	EXTENSÃO DAS ÁREAS (S1)	0,53	0,56	0,75	0,70	0,95	0,91
	PREFERÊNCIA DE RECIFES (S1)	0,82	0,93	0,82	0,93	0,82	0,93
	TIPO DE TURISTAS (S2)	0,75	0,42	0,88	0,83	0,88	0,83
INDICADORES DE CAPACIDADE ADAPTATIVA	NIVEL DE ESCOLARIDADE	0,63	1,00	0,63	1,00	0,63	1,00
	PROGRAMAS DE APOIO E GESTÃO	0,60	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00
	DIVERSIDADE DE ATIVIDADES	1,00	0,25	1,00	0,25	1,00	0,25
	PROJETOS DE MONITORAMENTO	0,20	0,20	1,00	1,00	1,00	1,00
	PROJETOS DE CONSERVAÇÃO	0,10	0,10	1,00	1,00	1,00	1,00
INDICADORES DE EXPOSIÇÃO	FURAÇÕES (MEDIA ENTRE INTENSIDADE E FREQUENCIA)	0,20	0,20	0,19	0,19	0,23	0,23
	TEMPERATURA	0,25	0,25	0,45	0,45	0,75	0,75
	CONCENTRAÇÃO DE CO2	0,39	0,39	1,00	1,00	1,00	1,00

Esses índices combinados permitiram produzir um índice final de vulnerabilidade, que indica, no momento presente uma maior vulnerabilidade do Snorkeling em relação ao mergulho autônomo situação similar acontece para o cenário A1F1 sendo que para o cenário B1 a vulnerabilidade do mergulho autônomo é levemente maior (Tabela 41).

Tabela 41: Vulnerabilidade das Atividades Turísticas no Parque Nacional Natural Mc Bean Lagoon ano 2012 e ano 2050 segundo cenários A1F1 e B1

TERMINOS DA VULNERABILIDADE	2012		CENARIO B1 ANO 2050		CENARIO A1F1 ANO 2050	
	SNORKELING	MERGULHO AUTONOMO	SNORKELING	MERGULHO AUTONOMO	SNORKELING	MERGULHO AUTONOMO
VULNERABILIDADE = E + S1 + (S2 / (1 + CA))	INDICADORES EXPOSIÇÃO (E)	MEDIA DOS INDICADORES DE SENSIBILIDADE DE ESTRUTURAL (S1)	MEDIA DOS INDICADORES DE SENSIBILIDADE NÃO ESTRUTURAL (S2)	MEDIA DOS INDICADORES DE CAPACIDADE ADAPTATIVA (CA)	Para o valor final da vulnerabilidade foi dado um peso de 0,5 para os fatores associados com exposição e de 0,25 para os fatores associados com capacidade adaptativa e sensibilidade	
EXPOSIÇÃO PESO 50%	0,140	0,140	0,274	0,274	0,330	0,310
SENSIBILIDADE ESTRUTURAL (S1) PESO 25%	0,191	0,180	0,213	0,218	0,231	0,237
SENSIBILIDADE NÃO ESTRUTURAL (1 + CAPACIDADE ADAPTATIVA) PESO 25%	0,062	0,037	0,057	0,056	0,057	0,056
VALORES FINAIS DE VULNERABILIDADE	0,393	0,357	0,544	0,548	0,618	0,603

Esta situação projetada para o ano de 2050 pode ser explicada pelas medidas de longo prazo do Plano de manejo do Parque no que se refere a todos os indicadores que conformam a capacidade adaptativa, permitindo assim equilibrar os aumentos nos índices associados com redução do número de visitantes e perda de cobertura de corais.

O comportamento da demanda turística permite vislumbrar a curto prazo uma boa oportunidade para à atividade de mergulho autônomo. Observa-se que o Snorkeling é mais dependente dos estrangeiros (92%) do que dos nacionais (57%). Enquanto o mergulho autônomo possui uma dependência quase equitativa dos dois grupos (43% dos nacionais e 40% dos estrangeiros). A sensibilidade do Mergulho autônomo será de 0,42% enquanto a sensibilidade do Snorkeling será de 0,75.

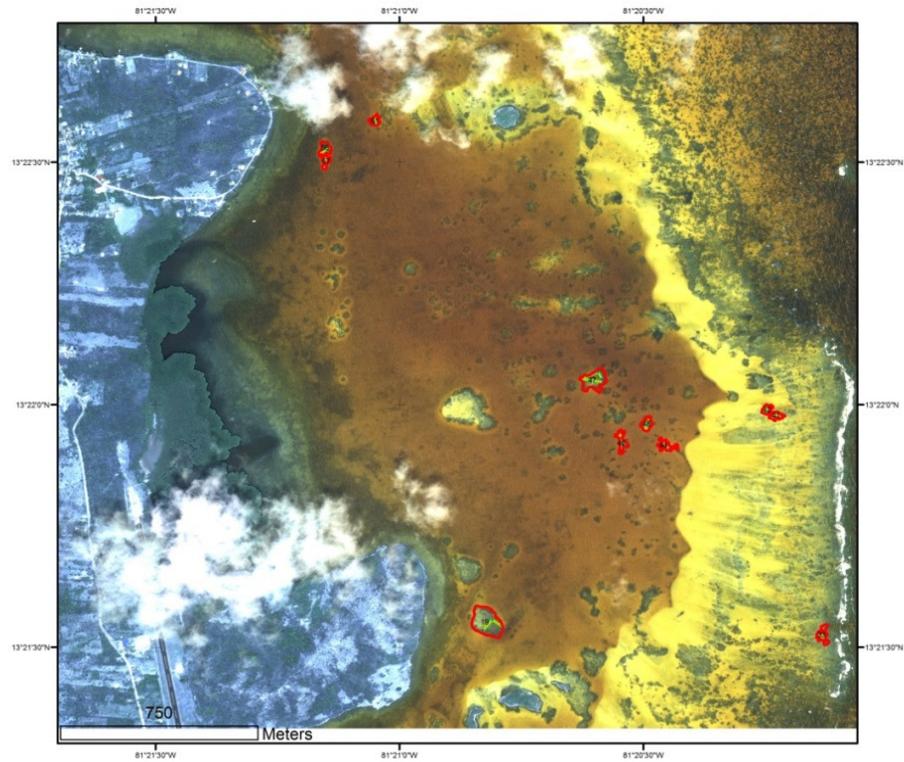
Na avaliação da vulnerabilidade todos os itens que compõem a relação usada: Exposição, Capacidade Adaptativa e Sensibilidade, possuem um peso diferenciado; avaliações posteriores poderiam mudar a prevaença de qualquer um desses indicadores com o qual o valor da vulnerabilidade mudaria.

4.3 ANALISAR A VIABILIDADE DE USAR IMAGENS DE SATÉLITE PARA AVALIAR O ESTADO DAS COBERTURAS RECIFAIS DAS ESTRUTURAS DE CORAIS DÁS ÁGUAS RASAS DO PARQUE NACIONAL NATURAL MC BEAN LAGOON.

A partir das áreas de estudo selecionadas (Figura 37 e Tabela 42), procedeu-se a uma análise individualizada por área demarcada, por meio de um processo inicial de “coleta” de pixels para realização de uma assinatura espectral.



AREAS ISOLADAS PARA EXTRAÇÃO DE PIXELS



- Legend
-  PONTOS_BOIAS
 -  PERCURSOS
 - 05MAY04160517-S2AS_R1C1-005576405010_01_P001.TIF
 - RGB
 -  Red: Band_1
 -  Green: Band_2
 -  Blue: Band_3

Figura 37: Áreas escolhidas para subtração de pixels, correspondentes a onze das estações monitoradas pelo INVEMAR (2006). Fonte: Elaboração própria

Tabela 42 :Localização das estações, boias de marcação dos percursos, área total das áreas e % de área avaliada. Fonte: Trabalho de campo

NOME ÁREA	POSICION INICIAL (PROF)	BOYA1	BOYA 2	BOYA 3	LONG PERCURSO	ÁREA AVALIADA ENVI	AREA AVALIADA FOTG	AREA DO LOCAL M2	RELAÇÃO FOTOS / METRO	% DEL TOTAL AVALIADO FOTOS	% TOTAL AVALIADO ENVI
44V	81.34051W 13.36528N 4,5m	81.34078W 13.36516N 7m	81.34102W 13.36541N 7m	NO	73	43,8	36,5	1533	0,74	2,38	2,86
45V	81.34151W 13.36599N 7m	81.34145W 13.36589N 7m	81.34164W 13.36580N 7,5	81.34149W 13.36623N 7m	87	52,2	43,5	1562	1,55	2,78	3,34
46V	81.34225W 13.36527N 8m	81.34245W 13.36514N 8m	81.34240W 13.36550N 8m	81.34248W 13.36569N 5m	137,5	82,5	68,75	1820	1,29	3,78	4,53
47V	81.34305W 13.36745N 4,5m	81.34381W 13.36756N 4,5m	81.34320W 13.36778N 3,5m	81.34307W 13.36754N 3,5m	169	101,4	84,5	5236	1,05	1,61	1,94
33V	81.33568W 13.35890N 2,5m	81.33538W 13.35851N 1m	NO	NO	53	31,8	26,5	1704	1,06	1,56	1,87
19N	81.34638W 13.35897N 2m	81.34682W 13.35928N 1,5m	81.34716W 13.35891N 1,5 m	NO	105	63	52,5	7578	0,85	0,69	0,83
41V	81.33688W 13.36627N 3,5m	81.33723W 13.36635N 3m	81.33718W 13.36624N 3m	81.33735W 13.36623N 3m	70	42	35	1092	0,80	3,21	3,85
42V	81.33729W 13.36664N 2m	81.33757W 13.36650N 1,5m	81.33737W 13.36645N 1,5m	81.33745W 13.36635N 2m	70	42	35	968	0,79	3,62	4,34
61 N	81.35069W 13.37655N 5m	81.35089W 13.37652N 4,5m	81.35072W 13.37635N 5m	81.35089W 13.37634N 5m	67	40,2	33,5	959	0,85	3,49	4,19
56N	81.35239W 13.37552N 4m	81.35271W 13.37527N 4,5m	NO	NO	45	27	22,5	982	0,84	2,29	2,75
57N	81.35252W 13.37522N 4m	81.35255W 13.37475N 4m	NO	NO	48	28,8	24	1769	0,98	1,36	1,63

Tomando-se como exemplo ilustrativo a estação 44V, foi possível sistematizar didaticamente a sequencia de passos adotada (Figuras 38 vetorização das áreas recifais avaliadas; Figura 39 e Tabela 43 de localização das bóias de demarcação e vetorização dos percursos),



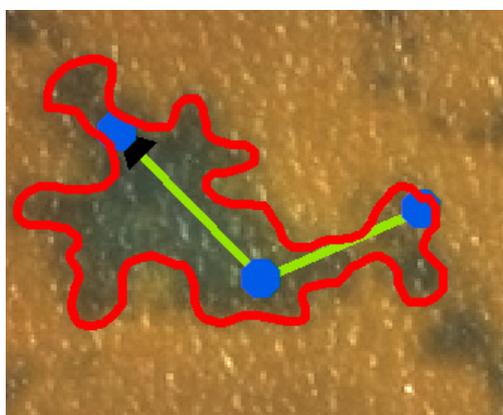
Vetorização da área Estação 44V usando (ArcGis 9,3)

Figura 38: Imagem do "Shapefile" correspondente com a estação (44V)

A tabela de dados de localização dos pontos (Tabela 43) é colada um arquivo de texto simples e exportada para o ArcGis 9.3, com a finalidade de efetuar a localização dos pontos. A tabela de dados associada ao ArcGis 9.3 é usada para a localização das boias de demarcação e apresentada a continuação do percurso.

Tabela 43: Tabela de dados associada com o arquivo "Localização das boias e pontos" do ArcGis 9.3

Attributes of PONTOS_BOIAS							
FID	Shape	PONTOS	X	Y	PROF	M	INDICE
0	Point	MERGULHO 44V PONTO INGRESSO	-81,34051	13,36528			4,5
1	Point	MERGULHO 44V BOIA 1	-81,34078	13,36516			5
2	Point	MERGULHO 44V BOIA 2	-81,34102	13,36541			7
3	Point	MERGULHO 45V INGRESSO	-81,34151	13,36599			6
4	Point	MERGULHO 45V BOIA 1	-81,34145	13,36589			7
5	Point	MERGULHO 45V BOIA 2	-81,34164	13,36658			7,5
6	Point	MERGULHO 45V BOIA 3	-81,34149	13,36623			7
7	Point	MERGULHO 46V INGRESSO	-81,34225	13,36527			7
8	Point	MERGULHO 46V BOIA 1	-81,34245	13,36514			8
9	Point	MERGULHO 46V BOIA 2	-81,3424	13,3655			8
10	Point	MERGULHO 46V BOIA 3	-81,34248	13,36569			5
11	Point	MERGULHO 47 V INGRESSO	-81,34305	13,36745			4,5
12	Point	MERGULHO 47 V BOIA 1	-81,34381	13,36756			4,5
13	Point	MERGULHO 47 V BOIA 2	-81,3432	13,36778			3,5
14	Point	MERGULHO 47 V BOIA 3	-81,34307	13,36754			3,5
15	Point	MERGULHO 33V INGRESSO	-81,33568	13,3589			2
16	Point	MERGULHO 33V BOIA 1	-81,33538	13,35851			1
17	Point	MERGULHO 19N INGRESSO	-81,34638	13,35897			2
18	Point	MERGULHO 19N BOIA 1	-81,34682	13,35928			1,5
19	Point	MERGULHO 19N BOIA 2	-81,34716	13,35891			1,5
20	Point	MERGULHO 41V INGRESSO	-81,33688	13,36627			3,5
21	Point	MERGULHO 41V BOIA 1	-81,33723	13,36635			3
22	Point	MERGULHO 41V BOIA 2	-81,33718	13,36624			3
23	Point	MERGULHO 41V BOIA 4	-81,33735	13,36623			3
24	Point	MERGULHO 42V INGRESSO	-81,33729	13,36664			2
25	Point	MERGULHO 42V BOIA 1	-81,33757	13,3666			1,5
26	Point	MERGULHO 42V BOIA 2	-81,33737	13,36645			1,5
27	Point	MERGULHO 42V BOIA 3	-81,33745	13,36635			2
28	Point	MERGULHO 61N INGRESSO	-81,35069	13,37655			5
29	Point	MERGULHO 61N BOIA 1	-81,35089	13,37652			4,5
30	Point	MERGULHO 61N BOIA 2	-81,35072	13,37635			5
31	Point	MERGULHO 61 N BOIA 3	-81,35089	13,37634			5
32	Point	MERGULHO 56 N INGRESSO	-81,35239	13,37552			4
33	Point	MERGULHO 56 N BOIA 1	-81,35271	13,37527			4,5
34	Point	MERGULHO 57 N INGRESSO	-81,35252	13,37522			4
35	Point	MERGULHO 57 N BOIA 1	-81,35255	13,37475			4



Localização das boias de demarcação e Vetorização dos percursos (ArcGis 9,3)

Figura 39 Pontos e percurso da estação 44V

Posteriormente, o arquivo “shapefile” gerado no ArcGis9.3 que informa a área de interesse é exportada para o ENVI 4.4, permitindo recortar a imagem conforme a área de interesse (Figura 40).

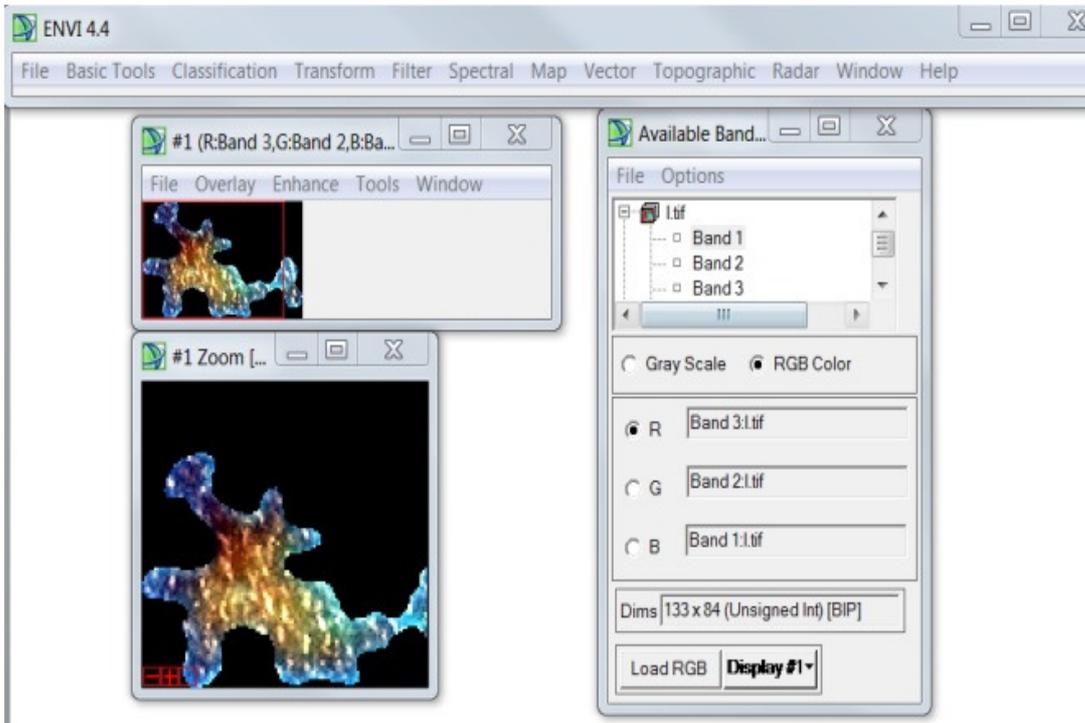


Figura 40: Figura da interface do ENVI 4.4 apresentando á imagem da área correspondente com à estação 44V

Cada um dos percursos vetorizados no ArcGis 9.3 é exportado para o ENVI 4.4 e gerada uma máscara acima da área de interesse com a finalidade de permitir a coleta dos pixels (Figura 41).

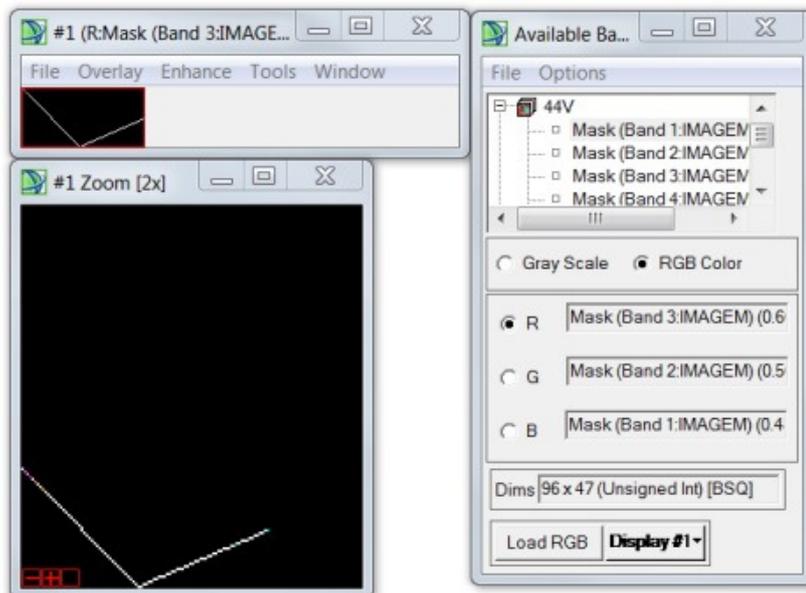


Figura 41: Percurso correspondente à estação 44V

Uma vez coletados os dados espectrais dos pixels, a interface do ENVI 4.4 permite visualizar a espectrografia de cada um dos pixels coletados (Figura 42).

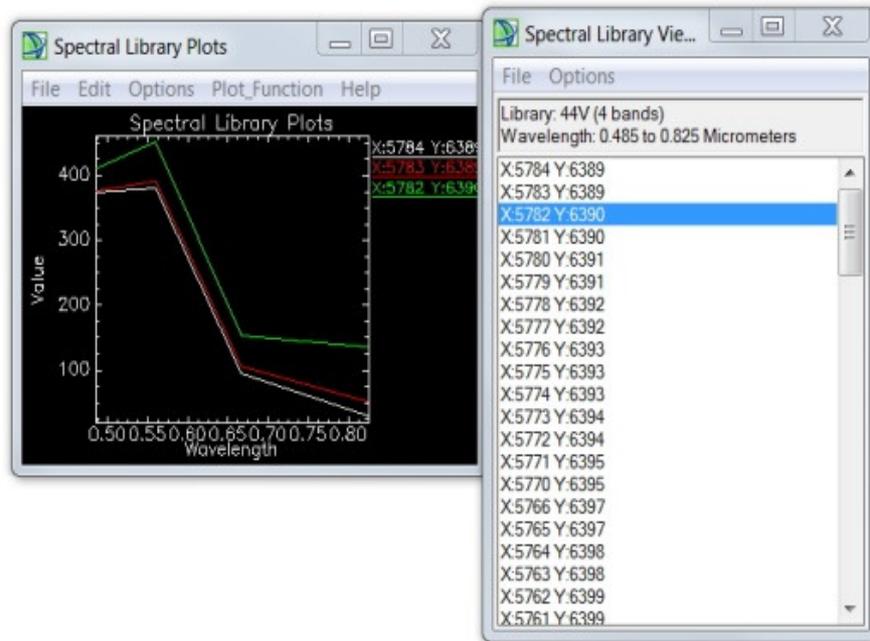


Figura 42: Gráfico de comportamento espectral dos primeiros três pixels associados com a estação 44V

A imagem da totalidade dos pixels correspondentes a estação 44V é apresentada na Figura 43:

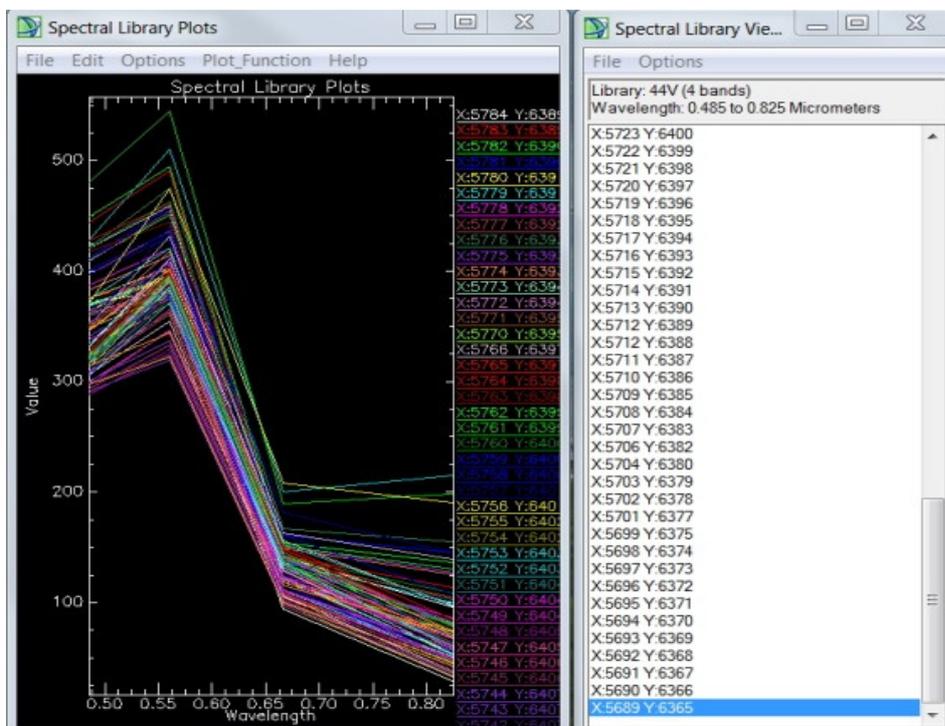


Figura 43: Gráfico da espectrografia da totalidade dos pixels associados com a estação 44V Fonte: ENVI 4.4

:

Seguindo estes procedimentos foi possível obter dados sobre o espectro de pixels para cada estação avaliada (Tabelas 44 a 54). As cores das tabelas foram usadas para visualizar o pertencimento aos grupos de profundidade estabelecidos sendo que a cor laranja corresponde às estações localizadas a profundidades maiores do que 6m; a cor azul corresponde às estações localizadas a profundidades entre 3, 1 até 6m e a cor amarela as estações localizadas desde 0m até 3m. Na coluna “índice”; foram listados os índices de estado das coberturas recifais de cada uma das estações segundo dados do levantamento do INVEMAR, (2006).

Os dados estatísticos foram definidos com a opção – Basic tools – Statistics – Compute Statistics do ENVI 4.4. O coeficiente de variação é dado pela relação seguinte:

Equação 3 Relação do Coeficiente de variação

$\text{Coef. De Variação} = \frac{\text{Desvio Padrão}}{\text{Média}}$
--

Tabela 44: Medidas estatísticas dos espectros dos pixels coletados na estação 44V

44V (grupo profundidade > 6m)								
Basic Stats	Min	Max	Mean	Stdev	Num	Eigenvalue	Coef de Variação	Indice
Band 1	288	481	350.010.309	43.011.262	1	4.671.832.343	12,28857	0,63
Band 2	319	545	401.505.155	42.959.556	2	891.963.372	10,69963	0,63
Band 3	94	208	129.701.031	23.287.678	3	94.064.061	17,95489	0,63
Band 4	29	216	77.484.536	37.842.633	4	12.013.077	48,83895	0,63

Tabela 45 Medidas estatísticas dos espectros dos pixels coletados na estação 45V

45V (grupo profundidade > 6m)								
Basic Stats	Min	Max	Mean	Stdev	Num	Eigenvalue	Coef de Variação	Indice
Band 1	330	451	384.088.889	26.601.949	1	3.980.831.364	6,925988	0,4375
Band 2	352	568	440.851.852	47.552.723	2	462.136.052	10,78655	0,4375
Band 3	89	209	130.059.259	22.587.397	3	171.678.429	17,367	0,4375
Band 4	20	205	77.740.741	33.763.878	4	4.469.246	43,43138	0,4375

Tabela 46: Medidas estatísticas dos espectros dos pixels coletados na estação 46V

46V (grupo profundidade > 6m)								
Basic Stats	Min	Max	Mean	Stdev	Num	Eigenvalue	Coef de Variação	Indice
Band 1	316	435	359.661.111	24.747.251	1	2.002.622.864	6,880714	0,5
Band 2	346	513	397.922.222	26.511.399	2	378.530.641	6,662458	0,5
Band 3	85	188	115.972.222	16.137.479	3	13.207.676	13,91495	0,5
Band 4	22	204	71.616.667	28.661.047	4	2.793.290	40,02008	0,5

Tabela 47: Medidas estatísticas dos espectros dos pixels coletados na estação 47V

47V (grupo profundidade 3,1 m - 6m)								
Basic Stats	Min	Max	Mean	Stdev	Num	Eigenvalue	Coef de Variação	Indice
Band 1	290	462	336.912.458	29.595.455	1	4.426.246.940	8,784316	0,4375
Band 2	322	627	417.010.101	51.844.654	2	661.785.581	12,43247	0,4375
Band 3	94	232	143.552.189	22.704.583	3	70.886.332	15,81626	0,4375
Band 4	15	217	72.336.700	32.919.657	4	4.042.176	45,50893	0,4375

Tabela 48 Medidas estatísticas dos espectros dos pixels coletados na estação 56N

56N (grupo profundidade 3,1 m - 6m)								
Basic Stats	Min	Max	Mean	Stdev	Num	Eigenvalue	Coef de Variação	Indice
Band 1	320	437	361.206.349	30.539.324	1	5.047.401.539	8,454814	0,449438
Band 2	356	558	438.269.841	53.393.308	2	415.313.290	12,18275	0,449438
Band 3	107	199	139.349.206	23.190.765	3	32.804.254	16,64219	0,449438
Band 4	29	182	88.095.238	34.332.677	4	4.520.855	38,97223	0,449438

Tabela 49: Medidas estatísticas dos espectros dos pixels coletados na estação 57N

57N (grupo profundidade 3,1 m - 6m)								
Basic Stats	Min	Max	Mean	Stdev	Num	Eigenvalue	Coef de Variação	Indice
Band 1	304	464	351.760.870	34.950.197	1	2.022.999.727	9,935783	0,25
Band 2	341	566	413.277.174	52.949.551	2	392.203.458	12,81212	0,25
Band 3	95	204	129.701.087	21.167.632	3	91.548.455	16,32032	0,25
Band 4	21	228	81.119.565	33.715.409	4	3.260.942	41,56261	0,25

Tabela 50: Medidas estatísticas dos espectros dos pixels coletados na estação 61N

61N (grupo profundidade 3,1 m - 6m)								
Basic Stats	Min	Max	Mean	Stdev	Num	Eigenvalue	Coef de Variação	Indice
Band 1	318	441	346.421.569	19.585.020	1	2.983.325.311	5,653522	0,468085
Band 2	349	533	390.009.804	30.708.303	2	126.779.858	7,873726	0,468085
Band 3	86	211	115.196.078	20.847.413	3	24.963.755	18,09733	0,468085
Band 4	24	248	69.372.549	37.092.585	4	1.978.446	53,46868	0,468085

Tabela 51 Medidas estatísticas dos espectros dos pixels coletados na estação 33V

33V (grupo profundidade 0 m - 36m)								
Basic Stats	Min	Max	Mean	Stdev	Num	Eigenvalue	Coef de Variação	Indice
Band 1	334	512	397.027.397	44.627.151	1	7.635.169.162	11,24032	0,175649
Band 2	438	716	532.684.932	68.356.475	2	1.225.032.472	12,83244	0,175649
Band 3	131	275	184.150.685	26.750.219	3	43.138.771	14,52627	0,175649
Band 4	14	208	80.465.753	39.087.538	4	4.259.671	48,57661	0,175649

Tabela 52: Medidas estatísticas dos espectros dos pixels coletados na estação 19N

19N (grupo profundidade 0 m -36m)								
Basic Stats	Min	Max	Mean	Stdev	Num	Eigenvalue	Coef de Variação	Indice
Band 1	302	457	360.298.013	31.256.955	1	7.112.647.323	8,675306	0,161466
Band 2	353	633	451.940.397	64.414.826	2	621.556.882	14,25295	0,161466
Band 3	100	280	160.874.172	37.770.060	3	222.652.729	23,47801	0,161466
Band 4	17	229	77.311.258	37.655.665	4	13.936.620	48,70657	0,161466

Tabela 53: Medidas estatísticas dos espectros dos pixels coletados na estação 41V

41V (grupo profundidade 0 m -36m)								
Basic Stats	Min	Max	Mean	Stdev	Num	Eigenvalue	Coef de Variação	Indice
Band 1	375	501	415.136.752	25.697.144	1	3.886.050.481	6,190043	0,257985
Band 2	502	691	560.162.393	39.219.971	2	347.961.767	7,001536	0,257985
Band 3	144	275	197.316.239	24.239.342	3	72.156.367	12,28451	0,257985
Band 4	33	221	87.905.983	39.043.297	4	4.305.449	44,41483	0,257985

Tabela 54: Medidas estatísticas dos espectros dos pixels coletados na estação 42V

42V (grupo profundidade 0 m -36m)								
Basic Stats	Min	Max	Mean	Stdev	Num	Eigenvalue	Coef de Variação	Indice
Band 1	343	423	385.101.852	18.941.592	1	2.945.363.799	4,918593	0,302554
Band 2	459	598	524.129.630	35.288.158	2	327.377.038	6,732716	0,302554
Band 3	125	251	194.166.667	27.133.970	3	115.991.180	13,97458	0,302554
Band 4	26	159	76.944.444	32.428.162	4	3.143.978	42,1449	0,302554

Cada estação apresentou um coeficiente de variação para cada uma das bandas junto com o índice de estado das coberturas recifais. Estes dados foram ordenados para fins de apresentação em ordem crescente (Tabela 55).

Tabela 55: Comparação do coeficiente de variação das bandas das estações avaliadas com o índice de estado das coberturas recifais segundo avaliação levantada com dados do INVEMAR (2006)

ESTAÇÃO	INDICE CRESCENTE	BANDA1	BANDA2	BANDA3	BANDA4
		COV	COV	COV	COV
19N (0-3)m	0,161	8,675	14,253	23,478	48,707
33V (0-3)m	0,176	11,240	12,832	14,526	48,577
41V (0-3)m	0,258	6,190	7,002	12,285	44,415
42V (0-3)m	0,303	4,919	6,733	13,975	42,145
ESTAÇÃO	INDICE CRESCENTE	BANDA1	BANDA2	BANDA3	BANDA4
		COV	COV	COV	COV
57N(3,1-6)m	0,250	9,936	12,812	16,320	41,563
47V(3,1-6)m	0,438	8,784	12,432	15,816	45,509
56N(3,1-6)m	0,449	8,455	12,183	16,642	38,972
61N(3,1-6)m	0,468	5,654	7,874	18,097	53,469
ESTAÇÃO	INDICE CRESCENTE	BANDA1	BANDA2	BANDA3	BANDA4
		COV	COV	COV	COV
45V (>6m)	0,4375	6,926	10,787	17,367	43,431
46V (>6m)	0,5	6,881	6,662	13,915	40,020
44V (>6m)	0,63	12,289	10,700	17,955	48,839

Quando os valores de índice de estado da cobertura recifal são correlacionados com os valores da COV para a banda 2, obtém-se uma curva característica (Figura 44)



Figura 44: Gráfico índice de estado da cobertura recifal

Este resultado pode ter explicação na capacidade da banda 2 de discriminar resposta espectral de compostos fotossintéticos.

Na avaliação do estado da cobertura recifal as algas exercem um papel fundamental, pois sua proliferação ou dominância permite estabelecer se a área está bem conservada ou pelo contrário está sujeita a fatores de estresse. A afirmação anterior se faz evidente quando analisado a estrutura do índice de estado das coberturas recifais no qual as algas representam um 25% do peso total da relação (ver equação índice do estado da cobertura recifal segundo CORREAL (1986) Página 58).

A maioria dos compostos fotossintéticos dos dinoflagelados e zooxantelas presentes nos recifes de coral do Caribe apresentam fluorescências similares (HARDY *et al.*, 1992, citado por MUMBY & HEDLEY, 2010) e sendo que o valor de reflectância destes compostos corresponde com a distância esperada em relação à banda 2 do sensor QuickBird. Assim acredita-se que o que estaria quantificando a banda 2 seria a proporção existente deste grupo de compostos na área avaliada. Na Tabela 56 seguinte são apresentadas as correlações existentes entre o coeficiente de variação da banda 2 junto com a proporção de algas presente nas estações e as médias de cada banda.

Tabela 56: Correlação do Coeficiente de variação com relação as proporções de algas e os índices de estado das coberturas recifais Fonte: Correlação Spearman's software "PAST"

	CO B 2	INDIE	P.ALGAS	B1 MEAN	B2 MEAN	B3 MEAN	B4 MEAN
CO B 2	0,00	0.04204	0.61191	0.79037	0.51925	0.6299	0.28469
INDIE	-0.61959	0,00	0.30445	0.12828	0.012501	0.027894	0.66886
ALGAS	-0.17255	-0.34121	0,00	0.10659	0.043776	0.026674	0.35716
B1 MEAN	-0.090909	-0.48747	0.51299	0,00	0.0080667	0.013344	0.55545
B2 MEAN	0.21818	-0.71982	0.61559	0.85455	0,00	0,06	0.43344
B3 MEAN	0.16401	-0.65753	0.6614	0.71526	0.95217	0,00	0.58236
B4 MEAN	0.35455	-0.14579	0.30779	0.2	0.26364	0.18679	0,00

Observa-se a correlação negativa de -0,61959 existente entre o coeficiente de variação da banda 2 (CO B 2) com o índice de estado das coberturas recifais (INDIE) e sua similaridade com os valores de correlação existente entre a proporção de algas (P.ALGAS) e a média de reflectância da banda 2 (B2 MEAN). Isso permite estabelecer um grau de certeza maior na afirmação da associação existente entre o índice de estado das coberturas recifais e os valores de algas presentes no recife. Registre-se que quando não são incluídos os valores das estações localizadas a profundidades maiores do que oito metros a correlação é ainda mais forte (Tabela 57).

Tabela 57: Correlação do Coeficiente de variação com relação às proporções de algas e os índices de estado das coberturas recifais, excluídas as estações de maior profundidade. Fonte: Correlação Spearman's software "PAST"

	CO B 2	IND B 2	ALGAS	B1 MEAN	B2 MEAN	B3 MEAN	B4 MEAN
CO B 2	0	0.083085	0.60179	0.53641	0.75203	0.53641	0.35987
IND B 2	-0.64286	0	0.1631	0.35987	0.21617	0.24306	0.26746
ALGAS	-0.21688	-0.55426	0	0.076786	0.020635	0.0037698	0.67044
B1 MEAN	-0.2381	-0.38095	0.67475	0	0.0022321	0.027927	0.21617
B2 MEAN	-0.11905	-0.5	0.80729	0.90476	0	0.00039683	0.24306
B3 MEAN	-0.2381	-0.45238	0.90368	0.78571	0.95238	0	0.53641
B4 MEAN	0.38095	-0.42857	0.18074	0.5	0.45238	0.2381	0

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.

Foram tiradas 877 fotografias as quais permitiram coletar um total de 14331 dados coletados dos quais 1894 (13,21%) corresponderam a corais vivo, 2383 (16,62%) a corais morto, 6972 (48,64%) a algas e 3080 (21,49%) a outras coberturas, 0,02% foram pontos não determinados.

Quando comparado o número de espécies registradas na avaliação do INVEMAR, (2006), conclui-se que neste estudo foram registradas 33 espécies em 78 estações com contra o registro de 20 espécies em 11 estações, sugerindo vantagens do sistema de avaliação usado (Fotografia digital). Da totalidade de cobertura viva e com ajuda das fotografias foram identificadas 20 espécies de corais sendo correspondente a 49% das espécies registradas para a Ilha de Providência. A espécie mais abundante foi *Monastrea Annularis* com 33,65%. Foi identificado um padrão de abundancia associado com a profundidade de tal forma que estações mais profundas apresentaram um maior número de espécies e um número maior de indivíduos.

Na comparação entre as avaliações de 2006 e 2012, oito estações (44V, 45V, 47V, 19N, 42V,56N,57N 61N) apresentaram melhoras nos índices de estado das coberturas recifais sendo que três estações (46V, 33V, e 41V) apresentaram níveis de qualidade iguais aos encontrados no ano 2006. O maior índice associado com um melhor estado das coberturas recifais correspondeu a estação 44V (índice 4,53); o índice mais baixo correspondeu a Estação 41V (índice 0,13). A melhora geral no estado das coberturas recifais poderia estar relacionada com um processo de resiliência após a passagem do furacão "Beta" no mês de outubro do ano 2005 o qual estaria em concordância com GARDNER *et al* (2005) sobre as trajetórias de recuperação das coberturas de corais no Caribe após furacões.

Apesar do trabalho de campo não ter sido desenhado para avaliar a dinâmica das mudanças encontradas, foi possível usar algumas correlações estatísticas para estabelecer uma relação positiva entre a literatura e os dados encontrados no que se refere à colonização de algas após a ocorrência de fenômenos de mortalidade de corais.

O presente estudo também tirou algumas conclusões sobre a vulnerabilidade dos recifes de coral, e por conseguinte das atividades turísticas a eles associadas, frente a cenários de mudanças climáticas. Os sistemas de Recifes devido a sua grande variabilidade enquanto a composição e distribuição possuem uma complexidade muito elevada o qual dificulta enormemente definir seu nível de vulnerabilidade ou tolerância frente aos tensores climáticos.

Segundo as projeções para o cenário B1, o ano 2021 apresenta uma mudança na ordem das porcentagens das coberturas de coral entre os grupos estabelecidos: nesse momento, as porcentagens de coral vivo das coberturas das águas rasas localizadas entre 3,1m – 6 m (recife somero), vão provavelmente apresentar porcentagens menores do que as coberturas localizadas a profundidades maiores do que 6m (Recife somero) sendo que esse “ponto de mudança” para o cenário A1F1 acontece mais rapidamente (no ano 2017).

A vulnerabilidade apresentada é um exercício teórico na medida de tentar isolar todos os componentes do sistema para projetar prováveis mudanças associando os valores atuais das coberturas com os prognósticos de aquecimento e retorno dos furacões visualizando como séria a mudança a futuro. A metodologia é bastante útil devido a que integra o componente social na valoração da vulnerabilidade das atividades turísticas permitindo vislumbrar a importância das medidas associadas com a capacidade adaptativa. Os resultados na avaliação poderiam ser melhorados aplicando a metodologia em talheres grupais conformados pela autoridade do Parque, os prestadores das atividades turísticas. Nesse processo e dependendo de considerações de pesquisadores mais experientes poderia ser feita uma mudança nos pesos da relação utilizada com a finalidade de obter valores de vulnerabilidade mais certos.

Um fator que pode contribuir para aumentar a capacidade adaptativa por seu poder diagnóstico e de predição é a realização frequente e periódica de avaliação e monitoramento do estado de cobertura recifal na Ilha. Assim, recomenda-se aumentar a periodicidade das avaliações para conseguir definir apropriadamente os níveis de resiliência das coberturas como também melhorar a especificidade das trajetórias de comportamento das coberturas de coral após a ocorrência dos furacões. O presente estudo contribui com um conjunto de dados digitais (Fotografia e inventários) que passa

a estar disponível em formato digital para ser usado pelo pessoal do Parque Nacional Natural Mc Bean Lagoon para avaliações futuras.

Para além disso, o presente estudo se propôs a desenvolver uma metodologia de avaliação do estado da cobertura recifal na forma de análise de varredura, que possa cobrir uma extensão maior em termos de área, com grande diminuição do custo em termos de recursos humanos em trabalho de campo: a viabilidade de uso de imagens de satélite. Nesse sentido, o estudo concluiu que o uso da Banda 2 do sensor QuickBird consegue avaliar a soma das proporções dos pigmentos alocados nos tecidos das zooxantelas e dos dinoflagelados existentes nas áreas de corais, sendo que sua acurácia diminui com a profundidade.

Quando comparadas as médias de reflectância de cada uma das bandas com o índice de estado das coberturas recifais do ano 2006 foi encontrada uma correlação entre a banda 2 (verde) com o índice de estado das coberturas recifais; a correlação foi confirmada em todas as estações (8) localizadas entre zero e seis metros de profundidade. Para estações localizadas a maior profundidade a correlação não foi estabelecida.

Para afirmar positivamente a existência de uma correlação apropriada entre o índice de estado das coberturas recifais com as variações no valor de reflectância da Banda 2 do sensor QuickBird sugere-se submeter a metodologia aqui proposta em novos estudos que envolvam uma maior quantidade de áreas com valores de proporção de algas mais heterogêneos. Inclusive, avaliações mais abrangentes permitiriam melhorar a curva de índice de estado das coberturas recifais com o qual seria possível usar o sensor QuickBird como ferramenta para melhorar os critérios de escolha das áreas a ser avaliadas.

Portanto, conclui-se que quando integrado ao sistema de avaliação dos recifes de coral as ferramentas de sensoriamento remoto permitem estabelecer critérios de avaliação mais efetivos que junto com avaliações em campo, permitiriam um melhor conhecimento das mudanças que ocorrem no recife.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

ALLEY, R, 2007. **“Contribuição do Grupo de Trabalho I para o Quarto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças do Clima: Sumário para os Formuladores de Políticas”**.. Disponível em:: http://www.cptec.inpe.br/mudancas_climaticas/

ASOCIAÇÃO MUNDIAL DE INSTRUTORES DE MERGULHO (PADI), 2012. **Manual de Instrutores.**

ATLANTIC AND GULF RAPID REEF ASSESSMENT (AGRRA) **“Protocolos de avaliação de recifes de coral”**. Disponível em http://www.agrra.org/method/AGRRA-V5.4_2010.pdf. Data de acesso; Fevereiro 2011

ARCHBOLD, J, 2008. **Turismo Sostenible en Providência y Santa Catalina Islas; Memorias del VI Encuentro de la Red de Turismo Sostenible de Colômbia.** Disponível em: http://www.redturismosostenible.org/VI_Encuentro/ECOASTURSanAndresIsla.pdf, data de acesso, dezembro 2012

BANCO MUNDIAL, 2012. **“Turn down the heat : why a 4°C warmer world must be avoided”** Disponível em: <http://documents.worldbank.org/curated/en/2012/11/17097815/turn-down-heat-4%C2%B0c-warmer-world-must-avoided>

BENFIELD, S. L.; GUZMAN, H; MAIR, J. M; YOUNG, J. A. T 2007. **Mapping the Distribution of Coral reefs and Associated Sub- littoral Habitats in Pacific Panama: a Comparison of Optical Satellite Sensors and Classification Methodologies**, International Journal of Remote Sensing, 28:22, 5047 - 5070

BENSTON, L 2009. **Tropical and Extra-tropical Cyclones in High Resolution Climate predictions.** Instituto Meteorológico Mas Planck. Disponível em: <http://gmao.gsfc.nasa.gov/pubs/docs>, data de Acesso. Fevereiro 2013.

BERNSTEIN, L; BOSH, P; CANZIA, O; CHEN, Z.C; CHRIST, R.D; KAROLY, D; KATTSOV, V. 2007. **Synthesis Report (in Climate Change 2007: Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.** 74 pp, disponível em: <http://www.ipcc.ch>, data de acesso: Outubro 2011.

BROWN, B.E 1997. **Coral Bleaching Causes and Consequences** Coral Reef Magazine No16. Disponível em: http://www.denix.osd.mil/nr/crid/Corais_Reef_Iniative_Database/Climate_Change_files/Brown,%201997.pdf, data de acesso Novembro 2012

BUDD, F. A. **Diversity and extinction in the Cenozoic history of Caribbean Reefs** .Coral Reef Magazine Vol 19No 1 2000 pp 25-30. Disponível em: http://download.springer.com/static/pdf/832/art%253A10.1007%252Fs003380050222.pdf?auth66=1360772597_2068b2ac27e171ea59a7cccd08c1e6de&ext=.pdf, data de acesso Janeiro 2012

BUDDEMEIER, R.S; KLEYPAS, J; ARONSON, B.R, 2004. **Coral Reefs and Global Climate Change Potencial Contributions of Climate Change to Stresses on Coral Reef Ecosystems.** Disponível em: http://www.c2es.org/docUploads/Corais_Reefs.pdf, data de Acesso: dezembro 2011

BUDDEMEIER, R.S 1999, **Coral Adaptation and Acclimatization: A most Ingenious Paradox.** Disponível em: <http://icb.oxfordjournals.org/content/39/1/1.full.pdf+html>, data de acesso novembro 2012.

BUDDEMEIER, R.S; FAUTIN, D; 1993, **Coral Bleaching as an Adaptive Mechanism (A testable Hypothesis).** Disponível em: http://www.nhm.ku.edu/inverts/pdf/Buddemeier_Fautin_1993.pdf, data de acesso novembro 2012

BURKE, L; REYTAR, K; SPALDING, M; PERRY, A. 2005. **Reefs at Risk.** World Resource Institute Washington U.S.A. Disponível em: http://pdf.wri.org/reefs_at_risk_revisited.pdf, data de acesso: dezembro 2011.

BURKE, L; MAIDENS, J (2005,a) “**Arrecifes en Peligro en el Caribe**” Disponível em: http://pdf.wri.org/arrecifesen_peligro.pdf. Data de Acesso Outubro 2012

BURGER, P; CHRISTEN, M; 2011. **Towards a Capability Approach of Sustainability**” Journal of Cleaner Production, Vol 19 pag 787-795 disponível em: www.periodicos.capes.gov.br, data de acesso: fevereiro 2013.

CAMPO, G. K; LONDOÑO, L. T; **Diseño e Implementación de un Programa de Adaptación en las Áreas Insulares del Caribe Colombiano**. Proyecto INAP, 2009. Disponível em http://www.conservation.org.co/wp-content/themes/CI-Colombia/images/ci//2012/07/Anexo-11.-Lineamientos_de_manejo_en_AMP-CRSBeIF.pdf. Data de Acesso: Janeiro 2012:

CAPOLSINI, P.S; ANDRÉFOUËT, C; PAYRI, C.2003. **A Comparison of Landsat ETM+, SPOT HRV, Ikonos, and Airborne Master Data for Coral Reef Habitat Mapping in South Pacific Islands**; . Remote Sens and Environment Magazine. 29: pp 187.

CASTRO, P; HUBER, M. “**Biologia Marina**” 8ª Ed Mc Graw Hill ISBN 0073524166/97800735243160

CAVALCANTE, I; ARAÚJO, J; MARTINEZ, A; PEDROSO, C. 2009. **Análise da Vulnerabilidade do Distrito Federal às Mudanças Climáticas**. Trabalho final Disciplina de Mudanças Climáticas Centro de Desenvolvimento Sustentável. Universidade de Brasília. Centro de Desenvolvimento Sustentável

CLARCK, C.D; MUMBY, P.J ;CHISHOLM, J; JAUBERT, J. 2000 “**Spectral discrimination of coral mortality states following a severe bleaching event.**”. Disponível Em <http://www.marinespatialecologylab.org/people/peter-mumby/>. Dta de acesso: Janeiro 2013

CORREA, C.D.S. 2009. **Anais do VI Seminário ANPTUR**, sobre Mudança do Clima e Turismo. Disponível em: www.anptur.org.br, data de acesso outubro 2012

CORAL REEF ALIANCE, 2009. “ **Healthy Coral Reefs Are Among The Most Biologically Diverse And Economically Valuable Ecosystems On Earth.**” Anual Report. Disponível em: <http://www.coral.org/files/pdf/annualreports/2009annualreport.pdf>. Data de acesso. Março 2011

CORALINA 2008. **Plano de Ordenamento das Bacias hidrográficas de Ilha Providência.** Disponível em: http://www.coraisina.gov.co/intranet/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=88889115&Itemid=88889127&lang=en, data de acesso dezembro 2012

CORALINA 2003 **Plan de Manejo Integrado de las Áreas Marinas Protegidas Parte I.** Disponível em: http://www.coraisina.gov.co/intranet/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=88889115&Itemid=88889127&lang=en, data de acesso janeiro 2013.

CORREAL, F.J. 1986, **Ecología descriptiva de las llanuras Madreporianas del Parque Nacional Submarino Los Corales del Rosario (Mar Caribe), Colômbia,** FEN 1er Congreso Nacional. de Ecología 1985, Bogotá, 46 p.

CRUZ, J.L.2012, **Turismo a Espaldas de las Islas. Journal da Universidad Nacional da Colômbia.** Disponível em: <http://www.unperiodico.unal.edu.co/dper/article/turismo-a-espaldas-de-las-islas-1.html>, data de acesso, dezembro 2012.

DALTON, T; FORRESTER, G; POLLNAC, R. 2012. **Participation Process Quality and Performance of Marine Protected Areas in the Wider Caribbean.** Environmental Managment journal. Disponível em: www.periodicos.capes.gov.br, data de acesso janeiro 2013.

DANE. **Departamento Administrativo Nacional de Estadística de Colômbia.** Disponível em: http://www.dane.gov.co/#twoj_fragment1-4, data de Acesso: Abril 2011

DIAZ, J.M 1995. **Evaluación de los Arrecifes Coralinos y Praderas de Pastos Marinos en el Caribe Colombiano**, INVEMAR. Disponível em: http://www.invemar.org.co/redcostera1/invemar/docs/T13Evaluacion_de_arrecifes_y_pastos.PDF, data de acesso janeiro 2013.

DIAZ, J.M 2000. **Esquemas Espaciales de Zonación Ecológica y Morfológica de las Lagunas de los Atolones y Complejos Arrecifales de un Archipiélago Oceánico del Caribe: San Andrés y Providência, Colômbia**. Disponível em: <http://scienti.colciencias.gov.co:8084/publindex/docs/articulos/0370-3908/3/4.pdf>, data de Acesso fevereiro 2013.

DONNER, S; SKIRVING, W; LITTLE, C; OPPENHEIMER, M, 2005 “ **Global assessment of coral bleaching and required rates of adaptation under climate change**” Revista Global Change Biology (2005) # 11. Disponível em: <http://www.princeton.edu/step/people/faculty/michael-oppenheimer/research/Donner2.pdf>. Data de acesso: Fevereiro 2013

DUSTAN, P; DOBSON, E; NELSON, G. 2000. **Landsat Thematic Mapper: Detection of Shifts in Community Composition of Coral Reef” University of Charleston (U.S.A)**. Disponível em: http://www.yale.edu/ceo/Documentation/corais_reefs.pdf, data de acesso fevereiro 2013.

EAKIN, C.M; NIM, R.E; BRAINARD, C. A; ELVIDGE, D.K; MULLER, K; MUMBY,J.P; SKIRVING, A.E; WANG, S; WEEKS, F; WENTZ, Z. 2010. “**Monitoring coral reefs from space**” Magazine. Oceanography 23(4):118–133. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5670/oceanog.2010.10>.

ESCOBAR, R.J.1999. **Fenômenos Climáticos y Vulnerabilidad: La Ecuación Determinante de los Desastres, el Caso de los Pequeños Estados Insulares en Desarrollo**. Comisión Económica para América Latina y el Caribe CEPAL. Disponível em: www.eclac.cl/id.asp?id=4492. Data de acesso: Outubro 2012

FONSECA, A. C; GUZMÁN, H. M; CORTÉZ, J; SOTO, C., 2010. **Marine Habitats map of "Isla del Caño", Costa Rica, Comparing Quickbird and Hymapimages Classification.** Results Revista de Biología Tropical V58.

FOSTER, N; BAUMS, L; PARIS, C; AGUDELO, C; VERMEJ, A.; MUMBY, P
“**Hurricane Driven patterns of Clonally in Ecosystem Engineer**”. Disponível em:
<http://www.marinespatialecologylab.org>. Data de acesso: Março 2012

GALLO, F; MARTÍNEZ, A. 2001. **Gestión de Visitantes en Áreas de Buceo 2002**, Revista Scientia et Technica Año 8, No. 20, p. 81-86

GALLOPÍN, C. G. 2006. **Linkages Between Vulnerability, Resilience, and Adaptive Capacity** *Journal of Global Environmental Change* vol 16 pag 293 -303.
Disponível em: <http://www.periodicos.capes.gov.br/ez54.periodicos.capes.gov.br>, Data de acesso fevereiro 2013.

GARDNER, T; COTÊ, I; GILL, J; GRANT, A; WATKINSON, A. 2005. **Hurricanes and Caribbean Coral Reefs: Impacts, Recovery Patterns, and Role in Long Term Decline.** Ecology Magazine. Disponível em: http://www.com.univ-mrs.fr/~boudouresque/Publications_FLUC_2006_2007/Gardner_et_al_2005_Ecology.pdf. Data de acesso fevereiro 2013

GARZÓN, F.J; AGUDELO, D; CAMACHO, R; RAMIREZ, A; NIVIA, M; BEJARANO, S; SMITH, G. **Enfermedades coralinas y su Investigación en los Arrecifes Colombianos**, Boletín de Investigaciones Marinas y costeras vol 38 Decembro 2009. Disponível em <http://www.scielo.unal.edu.co>. Data de acesso: Maio 2013..

GLICK, P 1999. **Coral Reef and Climate Change Last Straw for a Threatened Ecosystem.** Disponível em <http://www.nwf.org/~media/PDFs/Global-Warming/CoraisReefsandClimateChange.ashx>, data de Acesso outubro 2012

GLOBAL CORAIS REEF MONITORING NETWORK 2008. **Estado dos Recifes de coral do Mundo.** Disponível em: http://www.invemar.org.co/redcostera1/invemar/docs/6571plegable_estadorecifescoraisinos.pdf, data de acesso julho 2011.

GUZMAN, H; GUEVARA, C.1998 “**Distribución estructura y conservación de los arrecifes continentales de Laguna de Chiriquí y Bahía Almirante en Panamá.** Revista de Biología Tropical V46 #3 1998.” Disponível em: www.periodicosapes.gov.br. Data de acesso. Março 2013

HERNANDEZ, H.2010. **Plano de Ordenamento das Atividades Turísticas do Parque Nacional Natural McBean Lagoon de Ilha Providência,** Documentos de Trabalho do Parque Nacional Natural McBean Lagoon.

HEDLEY, J. D; ROELFSEMA, C. M; PHINN, S; MUMBY, J. 2012. **Environmental and Sensor Limitations in Optical Remote Sensing of Coral Reefs: Implications for Monitoring and Sensor Design** Remote Sens Magazine vol 4 # 1 2012

HOCHBERG, E. J; ATKINSON, M. J; ANDRÉFOUËT, S. 2003. “**Spectral Reflectance of Coral Reef Bottom Types Worldwide and Implications for Coral Reef Remote Sensing**”. Remote Sens. Environ Magazine 85, pp 159-173

HOEGH, G; MUMBY, P; HOOTEN, R. S; STENECK, P. G; GÓMEZ, E.2007. **Coral Reefs Under Rapid Climate Change and Ocean Acidification** Magazine SCIENCE Dic 14, Vol 318 No 5857 pp 1737 – 1742

HUGHES, T.P; BAIRD, A. H; BELLWOOD, D.L; CARD, M; CONNOLLY, S.R, 2003. “**Climate Change, Human Impacts, and the Resilience of Coral Reefs**” Magazine Science 301, 929 (2003); Disponível em: Periódicos Capes. Data de acesso: Maio 2013

INAP, 2011. **“Resultados Proyecto Inap”** Disponível em: http://cinto.invemar.org.co/alfresco/d/d/workspace/SpacesStore/6a86df58-6b42-4459-b2ad-52de89819dbe/INFORME_FINAL_INAP_agosto10_small.pdf. Data de acesso. Maio 2013

INVEMAR 2008; **Instituto de Pesquisa Marinas e Litorâneas da Colômbia**. disponível em: <http://www.invemar.org.co/noticias.jsp?id=3803&idcat=107>, data de acesso fevereiro 2012.

INVEMAR 2005. **Línea Base Sobre las Formaciones Coralinas del Parque Nacional Natural Old Providence y McBean Lagoon**. Documentos de trabajo del Parque Nacional Natural McBean Lagoon

INVEMAR 2010 **“Proyecto Nacional de Adaptación al Cambio Climático. Plan de Investigación de los Arrecifes Coralinos de Islas del Rosario, San Bernardo e Isla Fuerte en el Contexto del Cambio Climático Global”**. Disponível em: http://www.conservation.org.co/wp-content/themes/CI-Colombia/images/ci/2012/07/Anexo-14-Plan_Investigaciones_Arrecifes_Coralinos_AMP-CRSBe.pdf Data de acesso: Março 2013

IPCC, FAR (Fourth Assessment Report); 2007. **Assessing Key Vulnerabilities and the Risk from Climate Change**. Disponível em: http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_and_data_reports.htm, data de acesso dezembro 2011.

IPCC, 2000. **Painel Intergubernamental de Expertos Sobre Mudanças Climáticas “Resumen para Responsables de Políticas. Escenarios de Emisiones”** Disponível em <http://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/spm/sres-sp.pdf>, data de acesso dezembro 2012.

IPCC, 2007 b. **Resumo para Desenho de Políticas Grupo de Trabalho II**. Disponível em: http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_and_data_reports.htm, data de acesso dezembro 2011.

IPCC, 2007 GRUPO DE TRABALHO II. **“Impactos, adaptação e Vulnerabilidade”**. Disponível em: <http://www.ipcc.ch/ipccreports/tar/wg2/index.php?idp=628>. Data de acesso: Janeiro 2013

JAMES, C.C. 2010. **Sustainable Tourism and Management for Coral Reefs: Preserving Diversity and Plurality in UICN a Time of Climate Change**. Disponível em: <http://www.scirp.org/Journal/PaperInformation.aspx?paperID=2053>, data de acesso outubro 2012

KAPLAN, H; EUGENE, A. 2004 **Field Guide To Coral Reefs Caribbean and Florida**, Editorial Roger Tory Peterson. New York (U.S.A) 1982 pag 101.

KATHARINA, F; LANGDON, C. U. 2011. **Losers and Winners in Coral Reefs Acclimatized to Elevated Carbon Dioxide Concentrations**. Natural Climate Change Magazine Maio 2011. Disponível em: <http://www.coraismagazine-s.com/sites/default/files/u7/Fabricius%20et%20al%202011%20Nature%20Climate%20Change.pdf>, data de acesso: setembro 2011

KENNETH, A; DIAZ, J.; MUMBY, P; LONG, C. 2011. **Ocean Acidification and Warming Will Lower Coral Reef Resilience**, Magazine Global Change Biology Volume 17 # 5 2011.

KERRY, E; SUNDARARAJAN, R; WILLIAMS, J .2008. **Hurricanes and Global Warming** Instituto Tecnológico de Masachusset. Disponível em ftp://texmex.mit.edu/pub/emanuel/PAPERS/Emanuel_etal_2008.pdf, data de acesso. Março 2013

KIKUCHI, R.K.P; LEÃO, Z.M.A.N. 1997 **Rocas (Southwestern equatorial Atlantic, Brazil): an atoll built primarily by coralline algae**. Pp731 -736. Proc. 89th int. coral Reef Symp. V1

LEHTONEN, M.2004. **The Environmental – Social Interface of Sustainable Development: Capabilities, Social Capital, Institutions.** Journal of Ecological Economics Vol 49, 2004 pag 199-214. Disponível em: www.periodicos.capes.gov.br, data de acesso fevereiro 2013

LEI 99 DE 1993 DA CONSTITUIÇÃO POLÍTICA DA COLÔMBIA. Disponível em: http://www.oas.org/dsd/fida/laws/legislation/Colômbia/Colômbia_99-93.pdf, data de acesso fevereiro 2013

LUERS, A; LOBELL, D; SKLAR, L; AMATSON, P. 2003 “**A method for Quantifying Vulnerability, Applied to the Agricultural System of the Yaqui Valley, Mexico**”. Revista Global Environmental Change Vol 13 2003. Disponível em www.periodicos.capes.gov.br, data de acesso janeiro 2013.

MCMANUS, J.W; POLSENBERG, J.F. 2004. “**Coral–algal phase shifts on coral reefs: ecological and environmental aspects**” Journal of Progress in Oceanography. 60 (2004) 263–279

MARENGO, J; NOBREC, S; AMBRIZZI, T. 2007. **Caracterização do Clima Atual e Definição das Alterações Climáticas para o Território Brasileiro ao Longo do Século XXI.** Disponível em: http://mudancasclimaticas.cptec.inpe.br/~rmclima/pdfs/prod_probio/Sumario.pdf, data de acesso Setembro 2012

MARJORIE, L; KUDLA, R., 2005. “**Biodiversity of Caribbean Coral Reefs**”, centro de Biodiversidad Marina Universidad Simon Bolivar, Venezuela.

MARQUEZ, G. 2006. **Estudios ecológicos en el complejo arrecifal de Providencia isla, Caribe occidental colombiano: Ecología arrecifal y vegetación marina.** Instituto de Estudios Ambientales Universidad Nacional de Colombia. Data de acesso Maio 2011

MARQUEZ, G. 2006. **Guia de Buceo de Providência.** Disponível em: http://www.idea.unal.edu.co/public/GB_Providência.htm, data de acesso abril 2011

MÁRQUEZ, A. I; MÁRQUEZ, G; JAMES, J. 2009. **Buceo: ¿Una opción para Colombia?** UM Periódico 122 (mayo 2009): 2- 3. Bogotá.

MARQUEZ, G; CRUZ, J. 2011 **Valoración económica del buceo como estrategia de uso sostenible de la biodiversidad marina en las islas de San Andrés y Providencia.** Revista Gestión y Ambiente Volumen 14 - No. 1. Disponible em; www.revista.unal.edu.co/index.php/gestion/.../25947

McCLANAHAN, T; CINNER, J; WAMUKOTA, A; HICKS, C. 2013 “**social-ecological vulnerability of coral reef fisheries to climatic shocks**” Disponible em: <http://www.fao.org/docrep/018/ap972e/ap972e.pdf>

MELBOURNE, T; JOHNSON, C; FULTON, E. 2011 **Regional-Scale Scenario Analysis for the Meso_American Reef System: Modelling Coral Reef Futures Under Multiple Stressors** Ecological Modeling Magazine. Disponible em: www.elsevier.com/locate/ecolmodel, data de acesso outubro 2012

MENDELSON, R; MARKOWSKI, M. 1999. **The Impact of Climate Change on Outdoor Recreation pp. 267-288** Tourism in Belize Vulnerability And Capacity Assessment. Disponible em: http://dev.thegncs.org/sitefiles/file/Belize_Adaptation_GovofBelize_2007.pdf, data de acesso outubro 2012.

MEJIA, N.N; FERREIRA, G. J. 2003 “**Dinámica de las Interacciones Alga-Coral en dos Bahías de la Región de Santa Marta (caribe Colombiano)**”. Disponible em: <http://www.scielo.unal.edu.co/scielo>. Data de Acesso: Março 2013

MENESES, P; ALMEIDA, T. 2012. **Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto.** Disponible em: <http://www.cnpq.br/documents/10157/56b578c4-0fd5-4b9f-b82a-e9693e4f69d8>, data de acesso setembro 2012

HULME, M; NICOLA, S ‘**Climate Change Scenarios for Mesoamerica**’, University of East Anglia Disponível em: <http://www.cru.uea.ac.uk/~mikeh/research/mesoamer.eng.pdf>> Data de acesso Outubro 2011.

MIGOTTO, E. A. 1995 “**Recifes de coral e Branqueamento**”, Centro de Biologia Marinha Universidade de São Paulo CEBIMar. Disponível em: <http://www.usp.br/cbm/index.php/pt/artigos-acesso-livre/73-recifes-de-corais-e-branqueamento>, data de acesso dezembro 2012

MINISTERIO DE COMERCIO INDÚSTRIA Y TURISMO DE COLÔMBIA. Disponível em: <https://www.mincomercio.gov.co/publicaciones.php?id=16590>, data de acesso junho 2011, <http://www.slideshare.net/inviertaencolombia/infraestructura-hotelera-y-turstica-julio-2011>

MISHRA, D; NARUMAIANI, S; RUNDQUIST, D; LAWSON, M.2006. “**Benthic Habitat Mapping in Tropical Marine Environments Using QuickBird Multispectral**”. Disponível em: <http://www.calmit.unl.edu/people/drundquist/1/pdf/2006/September%2006%20PERS.pdf>, data de acesso setembro 2012.

MORENO, R. M; MALDONADO, J.H. 2010, “**Metodología para la Estimación de la Capacidad de Adaptación de Comunidades Locales al Establecimiento de Áreas Marinas Protegidas**”. Disponível em: http://www.invemar.org.co/redcostera1/invemar/docs/Cartilla_NOAA_feb_16.pdf, data de acesso dezembro 2012.

MORENO, A; AMELUNG, B. 2009. “**Climate Change and Coastal & Marine Tourism**”: Review and Analysis. Disponível em: http://e-eo.fcsh.unl.pt/ICS2009/_docs/ICS2009_Volume_II/1140.1144_A.Moreno_ICS2009.pdf data de acesso novembro 2012

MORRIS,B; KTULEYA, R; SIRUTIS, J; VECCHI, G; GARTNER, S; HELD, I
“**Modelling Impact of Antropogenic Warming on the Frequency of intense Atlantic Hurricanes**” Revista Science Vol 327 Enero 2010. Disponível em:
www.periodicosapes.gov.br, data de acesso. Março 2013.

MOW, R.L.M, 2007 “**Bases para un programa de areas protegidas em zonas de frontera marina**”. Documentos de Trabajo No XXVI Fondo para la Biodiversidad. Disponível em www.patrimonionatural.org.co/.../june_marie_mow

MUMBY, P; EDWARDS, J. 2002. “**Mapping Marine Environments with IKONOS Imagery: Enhanced Spatial Resolution Can Deliver Greater Thematic Accuracy**”. Remote Sens. Environment magazine. 82: 248-257. Disponível em:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S003442570200041X>, data de acesso setembro 2012.

MUMBY, P.; GREEN, E. P; EDWARDS, A. J; CLARCK, C. D., 1997. **Coral Reef Habitat Mapping: how Much Detail Can Remote Sensing Provide?** Marine Biology Magazine No 130. Disponível em:
<http://www.marinespatialecologylab.org/wp-content/uploads/2010/11/Mumby-et-al-07-Marine-Biology.pdf>, data de acesso setembro 2012.

NOAA 2012. **Laboratório de Pesquisa de Sistemas Terrestres**. Disponível em:
<http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/>, data de acesso setembro 2012.

NOAA 2012 “ **Importance of Coral Reefs**” Serviços Educativos “onLine”. Disponível em: http://oceanservice.noaa.gov/education/kits/coraiss/coraiss07_importance.html , data de acesso outubro 2012.

NOAA. **Programa de Monitoramento de Recifes de Corais**. Disponível em:
<http://coraisreef.noaa.gov/resources/publicationsdata/> data de acesso dezembro 2012.

NOAA, 2009 “**Valuation of Caribbean Coral Reefs**” Disponível em:
<http://www.wri.org/project/valuation-caribbean-reefs>, data de acesso dezembro 2012

NOAA 2010. “**Reef Vulnerability in changing Climate**” Disponível em: http://coris.noaa.gov/activities/sm_reef_vulnerability/pdfs/sm_reef_vulnerability.pdf.

Data de acesso: Fevereiro 2013

NOAA 2013 “**Major Reef – Building Coral Diseases**” Disponível em: <http://coris.noaa.gov/about/diseases/>. Data de acesso: Março 2013.

.NORGAARD, R.B. 2009. “**Ecosystem services: From eye-opening metaphor to complexity blinder**”. *Ecological Economics* 69 (2010) 1219–1227 Disponível em: http://kfrserver.natur.cuni.cz/studium/prednasky/vyberclanku/pdf/p68_ucit/10_NORGAARD.pdf. Data de acesso. Maio 2013

O.M.T Organização Mundial do Turismo, (1994). **Destination National and Regional Tourism Planning: Methodologies and Case Studies**. Disponível em: sdt.unwto.org/en/content/publications-1

O.M.T (2009 – 2010). **Organização Mundial do Turismo**. Disponível em <http://www.tradewinginstitute.com>, data de acesso novembro 1 . Declaração de Davos Disponível em http://www.fbcvb.org.br/docs/downloads/declaracao_de_davos.pdf, data de acesso novembro 2012

O.M.T 2009. **Declaração Secretario Geral Francesco Frangialli**. Disponível em: <http://sdt.unwto.org/sites/all/files/docpdf/docrealitycheck.pdf>, data de acesso outubro 2012.

OSTROM, E .2009. “**A General Framework for Analyzing Sustainability of Social-Ecological Systems**”. *Science* 24 July 2009:Vol. 325 no. 5939 pp. 419-422 Disponível em: <http://www.sciencemag.org/content/325/5939/419.full>. Data de Acesso. Maio 2013

ORGANIZAÇÃO DE ESTADOS AMERICANOS, 2002. “**Variabilidad y Cambio Climático y sus Efectos Sobre la Salud en el Caribe. Memorias**” Disponível em: http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/wcasp/meetings/documents/climate_variability_barbados_spanish.pdf

ORTIZ, R.J.C **Huracanes y Tormentas Tropicales en el Mar caribe Colombiano desde 1900**, 2007. Boletín Científico CIOH No 25 Disponível em: www.uninorte.edu.co/documents/.../CIOH_bbc25.pdf.Data de acesso. Novembro 2011

PABON, J.D **Escenarios de cambio climático Para 24 regiones de colombia** , 2001 Universidad Nacional de Colombia Departamento de Geografia . Disponível em: <http://www.conservation.org.co/wp-content/themes/CI-Colombia/images/ci/2012/07/Anexo-1.-Escenarios-de-CC-para-Colombia.pdf> Data de acesso. Setembro 2012

PANDOLFI, J; CONNOLLY, S 2011 **Projecting Coral Reefs Futures Under Global Warming and Ocean Acidification** Disponível em: <ftp://ftp.nodc.noaa.gov/pub/data.nodc/coris/library/NOAA/other/Projecting%20Corais%20Reef%20Futures%20Under%20Global%20Warming%20and%20Ocean%20Acidification.pdf> Data de AcessoFebrero 2012

PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLÔMBIA; 2009. **Plan de Manejo del Parque Nacional Natural Old Providence McBean Lagoon**. Disponível em: <http://www.parquesnacionales.gov.co/PNN/portel/libreria/pdf/oldProvidence.pdf>, data de acesso setembro 2012.

PARSONS, J. “**San Andrés y Providencia: Una geografía histórica de la islas colombianas del Caribe**”, Revista Visión geográfica, Fondo FEN Colombia, Santa Fé de Bogota, 1992.

PEW CENTER ON GLOBAL CLIMATE CHANGE. **Corais Reefs and Climate Change – Potential Contributions of Climate Change to Stresses on Corais Reef Ecosystems**. Disponível em: http://www.c2es.org/docUploads/Corais_Reefs.pdf, data de acesso fevereiro 2011

Plano de ordenamento de Actividades Turísticas del Parque Nacional Natural Mc Bean Lagoon de Isla Providencia. Disponível em: <http://www.parquesnacionales.gov.co/PNN/portel/libreria/pdf/oldProvidence.pdf>. Data de acesso: Maio 2012

P.N.N.C-ESTRATEGIA NACIONAL DE PESQUISA NOS PARQUES NACIONAIS DA COLÔMBIA 2011. Disponível em: <http://www.parquesnacionales.gov.co/PNN/portel/libreria/pdf/EstrategiaInvestigacionParquesNacionalesNaturales.pdf>, data de acesso fevereiro 2013.

POLSKY, C; NEF, R; YARNAL, B.2007 “**Building Comparable Global Change Vulnerability Assessments: The Vulnerability scoping diagram**” Journal of Environmental Change Vol 17, 2007. Disponível em: www.periódicosapes.gov.br. Data de Acesso. Fevereiro 2013.

PRATES, A.P.L, 2003 “**Recifes de coral e Unidades de Conservação Costeiras e Marinhas no Brasil: uma análise da representatividade e eficiência na conservação da Biodiversidade**”. Tese de Doutorado. Universidade de Brasília Departamento de Ecologia.

PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE PNUMA 2006. **El cambio Climático en América Latina y el Caribe pp 55**

PROGRAMA DE GOBIERNO DE LA GOBERNACIÓN DE SAN ANDRES ISLAS. Disponível em: <http://www.sanandres.gov.co/>

REEF CHECK, 2012. “**Colombia Diving Program**”. Disponível em: http://reefcheck.org/ecoaction/country_detail.php?code=CO. Data de acesso. Maio 2013.

RIES J., 2006. **John Hopkins University** Boletim da Sociedade Americana de Geologia julho, v. 34, pp. 525-528

ROCA, A .2003. **The Continentalizacion of San Andres Island, Colômbia: Panyas, Raizales and Tourism 1953 – 2003**; Documentos de Trabajo Sobre economia Regional; Centro de Estudios Económicos Regionales; Banco de la Republica. Disponível em: <http://www.banrep.gov.co/documentos/publicaciones/pdf/DTSER-37-ingles.pdf>; data de Acesso: Dezembro2011

RUDORFF, F; KAMPEL, M; YUKIO, P. S., 2009. **Processamento Digital De Imagem Ikonos para o Mapeamento de Chapeirões no Parcel dos Abrolhos, BA** em Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30, INPE, pp. 6641-6647.

ROGER, C; GARRISON, G; GROBER, R; HILLIS, Z; FRANKE, A. 1994. **Manual para el Monitoreo de Arrecifes de coral en el Caribe y el Atlántico Occidental.** Disponível em: http://www.irf.org/mission/protection/Reef_Monitoring_SPANISH.pdf, data de acesso. outubro 2012.

RODRIGUEZ, A; WEEKS, S; HOEGH, O. 2012. **Climate Variability of The Great Barrier Reef in Relation to the Tropical Pacific and “El Niño” Southern Oscillation.** Magazine Marine and Freshwater Research No 63. Disponível em <http://www.ecomagazine.com/paper/EC12212.htm>, data de acesso dezembro 2012.

SAITO, C.H. 2013. **Environmental Education and Biodiversity concern: beyond the ecological literacy.** American Journal of Agricultural and Biological Sciences, v.8, n.1:12-27.

SAITO C. H, RIBEIRO, M. G; ALMEIDA, L. E. 2011. **“Does a baconian vision of nature dominate among researchers in ecology? A case study in an ecological reserve of the IBGE in central Brazil”.** Revista Human. Ecology., 39: 835-839. DOI: 10.1007/s10745-011-9440-9.

SAMPAIO, G. 2001. **“O El Niño e você” O fenômeno Climático** Editora Transtec São José Dos Campos (SP)

SANDIN, N.A; McNAMARA, D.E. 2012. **Spatial dynamics of benthic competition on coral reefs”.** Magazin Oecologia vol:168 iss:4 pg:1079 -1090. Disponível em Periódicos Capes. Data de acceso. Maio 2013

SALAZAR, V. S. 2002. **Huracanes y Biodiversidad Costera Tropical**, Revista de Biología Tropical vol 50. Disponível em: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77442002000200004&script=sci_arttext, data de acesso janeiro 2013.

SILVERMAN, J; LAZAR, B; CAO, L; CALDEIRA, K.E.J; 2009. **Coral reefs may start dissolving when atmospheric CO2 doubles**. Geophysical Research Letters Volume 36, Número 5, Março 2009. Disponível em: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2008GL036282/abstract;jsessionid=6D49338B635B6E069F1BDAEC136EE9A6.d02t04> Data de Acesso. Maio 2013

CUEVAS, S. 2011. Climate Change, **Vulnerability and Risk Linkages**, **Journal of Climate Change Startegies and Mangment**. Disponível em: www.periodicos.capes.gov.br, data de acesso Fevereiro 2013

SMALL, A..M; ADDEY, W.H; SPOON, D (1998). **“Are Current Estimates of Corais Reef Biodiversity to Low? The view through the window of a microcosmo”**.Research Bulletin No 458 Disponível em: www.peridicoscapes.gov.br, data de acesso: Abril 2012

SMIT, B; WANDEL, J. 2006. **Adaptation, Adaptive Capacity and Vulnerability**. Disponível em: <http://www.uio.no/studier/emner/annet/sum/SUM4015/h08/Smit.pdf>, data de acesso fevereiro 2013

STUMPF, R; HOLDERIED, K., 2003. **Determination of Water Depth High Resolutyion Satellite Imagery Over Variable Bottom Types**. Magazine Limnology Oceanography No 48. Disponível em: <http://www.watercolumncorrection.com/documents/Stumpf-and-Holderied.pdf>, data de acesso maio 2011.

THOMAS, J. G; RAYMOND, L. H; MCALLISTER, D. 2004. **“Regional Patterns of Sea Surface temperature Rise: Implications For Global Ocean Circulation Change And The Future Of Coral Reefs And Fisheries”** World Resource Review Vol. 17 No. 3.

UNION INTERNACIONAL PARA CONSERVAÇÃO DA NATUREÇA. **“The IUCN Red List of Threatened Species”**. Disponível em: <http://www.iucnredlist.org/technical-documents/spatial-data#corals>. Data de Acesso. Março 2013.

UNION INTERNACIONAL PARA CONSERVAÇÃO DA NATUREÇA, 2009. **“Coral Reefs, Climate Change and Resilience an Agenda for Action from the IUCN World Conservation Congress in Barcelona, Spain”**. Disponível em: http://cmsdata.iucn.org/downloads/resilience_barcelona.pdf. Data de Acesso. Março 2013.

UNION INTERNACIONAL PARA CONSERVAÇÃO DA NATUREÇA, 2000. **“Cuidando do Planeta Terra, uma estratégia para o future da vida.”**. WWF, 1992 - 246 pages.

URRAYA, C.M; COTTE I, G, GILL, J.A.2004. **Island-Specific Preferences of Tourist For Environmental Features: Implications of climate change for Tourism-Dependent States**. Magazim Environmental Conservation No 32 em: <http://www.cep.unep.org/publications-and-resources/databases/document-database/other/article-on-implications-of-climate-change-for-tourism.pdf>, data de acesso novembro 2012

UYARRA, M; WATKINSON, A; CÔTÉ, I. 2009. **Managing Dive Tourism for the Sustainable Use of Corais Reefs: Validating Diver Perceptions of Attractive Site Features**. Journal of Environmental Management Volumen 43 Pag 1-16. Disponível em: http://www.periodicos.capes.gov.br.ez54.periodicos.capes.gov.br/index.php?option=com_pmetabusca, data de acesso fevereiro 2013.

VALENCIA, P, I. 2011. **Impactos Del reconocimiento multicultural en el archipiélago de San Andrés Y, Providencia y Santa Catalina.** Revista Colombiana de Antropología Vol 47 No 2

VALLEJO, S; SALAZAR, I. 2002. "Huracanes y biodiversidad costera tropical"- Revista. Biol. Trop. 50(2): 415-428, 2002. Disponível em: http://www.biologiatropical.ucr.ac.cr/attachments/volumes/vol50-2/03-Salazar_Hurac.pdf. Data de Acesso. Março 2012

VAN'T HOF, T. 2001. **Tourism Impacts on Coral Reefs: Increasing Awareness in the Tourism Sector .Saba,** Netherlands Antilles: UNEP. Disponível em: <http://fama2.us.es:8080/turismo/turismonet1/economia%20del%20turismo/turismo%20y%20medio%20ambiente/TOURISM%20IMPACTS%20ON%20CORAL%20REEFS.PDF>.

VILLAMIL, C; VIDAL, A; SEPULVEDA, M. 2006. "**Distribución vertical, composición, riqueza y densidad de corales hermatípicos**" Disponível em: www.scielo.unal.edu.co/scielo

WEEKS, R; RUSS, G; ALCALA, A; WHITES, A. 2009. **Effectiveness of Marine Protected Areas in the Philippines for Biodiversity Conservation.** Conservation Biology Vol 24 # 2. Disponível em: www.periodicos.capes.gov.br, data de acesso: fevereiro 2013

WHITEMAN, E, 2010. "**Fatal Switch for Corals?**" Magazine PLoS, Biology Vol. 8(3) Disponível em www.periodicos.capes.gov.br. Data de Acesso. Maio 2013

WORLD WILD LIFE FOUNDATION, 2011. "**Coral Reefs in Rapid Change**" Disponível em: http://wwf.panda.org/about_our_earth/blue_planet/coasts/corals_reefs/, data de acesso julho 2011

WORLD WILD LIFE FOUNDATION, 2011 "**The WWF mission and tourism**". Disponível em: http://awsassets.panda.org/downloads/wwf_tourism_position.pdf. Data de acesso Julho 2011

WORLD COMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT, 1987
Disponível em: <http://www.un-documents.net/ocf-02.htm>, data de acesso dezembro 2012.

WORLD RESOURCE INSTITUTE, 2005 “**The Reefs at Risk Threat Index**”
Disponível em: www.wri.org > [Our Work](#) > [All Programs & Projects](#). Data de acesso. Julho 2011

LEÃO, L; ZELINDA, M; ANDRADE, N.L; RUY, K.P.K; MARÍLIA, D.MD.
2008 **Branqueamentos de corais nos recifes da Bahia e sua relação com eventos de anomalias térmicas nas águas superficiais do oceano.** Revista Biota Neotropica vol.8 no.3 Campinas setembro. 2008. Data de acesso Fevereiro 2012

ZHAO, M; HELD, I; VECCHI, A. 2009. **Simulation of Global Hurricane Climatology, interannual Variability, and Response to Global Warming Using 50-Km Resolution GCM NOAA.** Disponível em: http://www.gfdl.noaa.gov/bibliography/related_files/miz0902.pdf, data de acesso fevereiro 2013.

7 ANEXOS

7.1 ANEXO I

7.1.1 Lista de Espécies reportadas pelo INVEMAR (2006).

ESPECIE
<i>Acropora cervicornis</i>
<i>A. palmata</i>
<i>Agaricia</i> sp.
<i>Agaricia agaricetes</i>
<i>A. fragilis</i>
<i>Colpophyllia natans</i>
<i>Diploria divosa</i>
<i>D. labyrinthiformis</i>
<i>D. strigosa</i>
<i>Dichocoenia stokesi</i>
<i>Eusmilia fastigiata</i>
<i>Favia fragum</i>
<i>Helioseris cucullata</i>
<i>Isophyllastrea rigida</i>
<i>Isophyllia sinuosa</i>
<i>Madracis decactis</i>
<i>Manicina areolata</i>
<i>Meandrina meandrites</i>
<i>Millepora alcicornis</i>
<i>M. complanata</i>
<i>Montastraea annularis</i>
<i>M. cavernosa</i>
<i>M. faveolata</i>
<i>M. franksi</i>
<i>Mycetophyllia</i> sp.
<i>M. ferox</i>
<i>M. lamarckiana</i>
<i>Porites astreoides</i>
<i>P. porites</i>
<i>Scolymia</i> sp.
<i>Siderastrea radians</i>
<i>S. siderea</i>
<i>Stephanocoenia intersepta</i>

7.1.2 Lista de Espécies reportadas durante o trabalho de campo (2012).

Espécies Registradas
<i>Acropora palmatta</i>
<i>Acropora cervicornis.</i>
<i>Agaricia agaricites</i>
<i>Diploria strigosa</i>
<i>Diploria labyrinthiformis.</i>
<i>Diploria clivosa.</i>
<i>Monastrea annularis</i>
<i>Montastrea faveolata.</i>
<i>Montastrea cavernosa.</i>
<i>Siderastrea siderea</i>
<i>Siderastrea radians.</i>
<i>Stephanocoenia intersepta</i>
<i>Porites porites</i>
<i>Porites divaricata</i>
<i>Porites astreoides.</i>
<i>Millepora alcicornis</i>
<i>Millepora complanata.</i>
<i>Monastrea franksi</i>
<i>Porites furcata</i>
<i>Octocorais</i>

7.2 ANEXO II

7.2.1 Localização das estações monitoradas pelo INVEMAR (2006)

ESTAÇÃO	LOCALIZAÇÃO	TIPO DE AVALIAÇÃO	% CORAIS	%A LGAS	PROFUNDIDADE APROX. (m)
001	N13.37653 W81.34872	visual	10	81,2 5	9
002	N13.37626 W81.34867	Visual	10	80	9
003	N13.37627 W81.34889	Transecto	1	88	9
004	N13.37598 W81.34569	Transecto	8,7 5	78,7 5	9
005	N13.37601 W81.34583	Transecto	1	84	4
006	N13.37674 W81.34401	Transecto	1,2 5	95	4
007	N13.37672 W81.34418	Transecto	1	89	5
008	N13.37659 W81.34689	visual	6,2 5	86,2 5	8
009	N13.37662 W81.34689	visual	3	94	8
010	N13.37664 W81.34683	visual	11, 25	72,5	3
011	N13.37957 W81.34664	visual	5	73	4
012	N13.37951 W81.34664	Transecto	5	83,7 5	6

ESTAÇÃO	LOCALIZAÇÃO	TIPO DE AVALIAÇÃO	% CORAIS	%A LGAS	PROFUNDIDADE APROX. (m)
013	N13.37949 W81.34687	Transecto	1	88	6
014	N13.37830 W81.34941	Transecto	5	95	8
015	N13.37824 W81.34941	Transecto	2,5	95	8
016	N13.37848 W81.34946	visual	20	80	5
017	N13.35901 W81.34661	Transecto	3,7 5	92,5	15
018	N13.35901 W81.34674	Transecto	20	50	15
019	N13.35894 W81.34635	Transecto	15	73	4
020	N13.36112 W81.34734	visual	20	58	6
021	N13.36125 W81.34752	Transecto	2,5	96,2 5	9
022	N13.36203 W81.34833	Transecto	20	65	10
023	N13.36201 W81.34852	Transecto	0	96,2 5	6
024	N13.35768 W81.34364	visual	5	81	5
025	N13.35849 W81.34247	visual	nd	nd	nd
026	N13.35760 W81.34244	visual	2	90	8
027	N13.36154 W81.34620	visual	5	85	6
028	N13.36434 W81.34599	visual	40	60	40
029	N13.36436 W81.34594	visual	2,5	88,7 5	20
030	N13.36624 W81.34684	visual	28, 8	65	6
031	N13.36615 W81.34705	Transecto	2,5	88,7 5	8
032	N13.36693 W81.34506	Transecto	15	65	6
033	N13.36675 W81.34506	Transecto	13, 75	75	3
034	N13.37625 W81.33753	visual	5	73	6
035A	N13.37619 W81.33756	Transecto	13, 75	85	5
036A	N13.37608 W81.33776	Transecto	1	88	5
037A	N13.38212 W81.33664	Transecto	1	49	5
038A	N13.38215 W81.33686	Transecto	1	49	8
039A	N13.37970 W81.34047	Transecto	1,2 5	98,7 5	5
040A	N13.37980 W81.34050	Transecto	0,5	35	5
041	N13.38073 W81.34440	Transecto	1	99	2
042	N13.37365 W81.33996	Transecto	1	99	3
043	N13.37369 W81.34032	Transecto	1	80	3
044	N13.37367 W81.34020	Transecto	16, 25	83,7 5	4
045	N13.36929 W81.35176	Transecto	30	60	7
046	N13.36917 W81.35200	Transecto	30	60	7
047	N13.36941	Transecto	30	60	7

ESTAÇÃO	LOCALIZAÇÃO	TIPO DE AVALIAÇÃO	% CORAIS	%A LGAS	PROFUNDIDADE APROX. (m)
	W81.35244				
048	N13.37012 W81.35189	visual	25	50	6
049	N13.37020 W81.35190	visual	25	50	6
050	N13.37001 W81.35203	visual	25	75	7
051	N13.37094 W81.35223	visual	20	80	6
052	N13.37117 W81.35200	visual	20	80	6
053	N13.37254 W81.35270	visual	7	85	5
054	N13.37586 W81.35144	visual	7	85	4
055	N13.37588 W81.35145	visual	5	75	3
056	N13.37543 W81.35245	Transecto	25	4	4
057	N13.37550 W81.35260	Transecto	20	65	4
058	N13.37681 W81.35240	visual	nd	nd	nd
059	N13.37682 W81.35240	visual	7	90	5
060	N13.37683 W81.35239	visual	7	90	5
061	N13.37659 W81.35094	Visual	15	7	5
062	N13.37043 W81.34711	visual	10	5 ^{83,7}	4
063	N13.37040 W81.34713	visual	25	45	7
064	N13.37034 W81.34723	Visual	25	49	8
065	N13.37364 W81.34756	Visual	15	59	5
066	N13.37364 W81.34764	Transecto	5 ^{6,2}	5 ^{78,7}	9
067	N13.37353 W81.34759	visual	5	90	8
068	N13.37488 W81.34369	Transecto	5 ^{3,7}	95	7
069	N13.37489 W81.34370	visual	nd	nd	nd
070	N13.37499 W81.34390	Transecto	1	89	8
071	N13.37463 W81.34382	visual	1	85	8
072	N13.37349 W81.34535	Transecto	5	85	7
073	N13.37347 W81.34560	Transecto	5	89	7
074	N13.37206 W81.34371	visual	5	87	9
075	N13.37205 W81.34194	visual	7	87	9
076	N13.37118 W81.34360	visual	5	94	8
077	N13.37126 W81.34344	visual	nd	nd	nd
078	N13.37021 W81.34335	visual	nd	nd	nd
079	N13.37020 W81.34335	visual	5	94	7
080	N13.37023 W81.34444	Transecto	5	87	7
081	N13.37008 W81.34442	Transecto	0	5 ^{93,7}	7

7.4 ANEXO IV Tabela de Dados Gerais para calculo do índice de estado das coberturas recifais.

7.4.1 Estação 44V.

FOTO	SITIO	CV	CM	ALGAS	OC	IND	TOTAL	# Sp
1	44V	0	3	7	6	0	16	0
2	44V	0	8	4	4	0	16	0
3	44V	6	2	6	2	0	16	1
4	44V	2	3	6	5	0	16	1
5	44V	12	1	1	2	0	16	1
6	44V	0	3	8	5	0	16	0
(foto 6 pontos)	44V						0	
8	44V	8	3	10	1	0	22	1
9	44V	0	0	15	1	0	16	0
10	44V	0	2	13	1	0	16	0
11	44V	3	3	9	0	1	16	1
12	44V	0	2	13	1	0	16	0
13	44V	0	4	11	1	0	16	0
14	44V	0	3	12	1	0	16	0
15	44V	6	4	4	2	0	16	1
16	44V	1	1	14	0	0	16	1
17	44V	5	4	6	1	0	16	1
18	44V	9	3	4	0	0	16	1
19	44V	5	0	4	7	0	16	1
20	44V	6	2	8	0	0	16	2
21	44V	3	2	1	1	0	7	1
22	44V	11	0	4	1	0	16	1
23	44V	0	1	14	1	0	16	0
24	44V	0	0	12	4	0	16	0

FOTO	SITIO	CV	CM	ALGAS	OC	IND	TOTAL	# Sp
25	44V	0	0	14	2	0	16	0
26	44V	2	2	9	3	0	16	1
27	44V	8	0	4	4	0	16	1
28	44V	1	2	12	1	0	16	1
29	44V	4	2	6	3	1	16	1
30	44V	0	1	14	1	0	16	0
31	44V	2	3	8	3	0	16	1
32	44V	0	1	14	1	0	16	0
33	44V	0	0	15	1	0	16	0
34	44V	0	0	14	2	0	16	0
35	44V	2	1	10	1	2	16	1
36	44V	1	3	11	1	0	16	1
37	44V	0	0	15	1	0	16	0
38	44V	2	4	9	1	0	16	1
39	44V	2	0	13	1	0	16	1
40	44V	0	1	14	1	0	16	0
41	44V	1	0	14	1	0	16	1
42	44V	1	1	12	0	2	16	1
43	44V	0	0	15	1	0	16	0
44	44V	0	0	15	1	0	16	0
45	44V	7	0	8	1	0	16	1
46	44V	0	0	14	2	0	16	0
47	44V	2	3	10	1	0	16	1
48	44V	1	5	9	1	0	16	1
49	44V	3	1	12	0	0	16	1
50	44V	1	1	12	2	0	16	1
51	44V	1	6	8	1	0	16	1
52	44V	11	3	1	1	0	16	1
53	44V	3	2	11	0	0	16	1
54	44V	7	2	7	0	0	16	1

7.4.2 Estação 45V

45V JULIO 30								
55	45V	1	1	12	2	0	16	1
56	45V	0	1	14	1	0	16	0
57	45V	2	1	12	1	0	16	1
58	45V	1	5	7	1	2	16	1
59	45V	2	5	8	1	0	16	1
60	45V	5	5	6	0	0	16	2
61	45V	8	2	3	3	0	16	1
62	45V	2	5	5	4	0	16	1
63	45V	5	10	0	1	0	16	1
64	45V	2	0	12	2	0	16	1
65	45V	0	3	11	2	0	16	0
66	45V	1	6	5	4	0	16	1
67	45V	5	5	5	1	0	16	1
68	45V	1	7	7	1	0	16	1
69	45V	0	0	14	2	0	16	0
70	45V	8	7	1	0	0	16	1
71	45V	2	7	6	1	0	16	1
72	45V	0	1	14	1	0	16	0
73	45V	4	3	2	7	0	16	1
74	45V	0	1	6	9	0	16	0
75	45V	2	3	10	1	0	16	1
76	45V	4	6	4	2	0	16	1
77	45V	8	5	3	0	0	16	2
78	45V	1	4	9	2	0	16	1
79	45V	2	2	7	5	0	16	1
80	45V	0	7	8	1	0	16	0
81	45V	9	2	5	0	0	16	1
82	45V	2	1	13	0	0	16	1
83	45V	0	6	4	6	0	16	0
84	45V	1	5	9	1	0	16	1
85	45V	0	2	13	1	0	16	0
86	45V	3	4	8	1	0	16	1
87	45V	1	4	8	3	0	16	1
88	45V	0	1	14	1	0	16	0
89	45V	0	0	12	4	0	16	0
90	45V	0	0	14	2	0	16	0
91	45V	8	3	1	4	0	16	1
92	45V	0	1	1	14	0	16	0
93	45V	7	4	5	0	0	16	1
94	45V	0	0	0	0	0	0	0
95	45V	1	16	9	6	0	32	1

45V JULIO 30								
96	45V	0	7	3	6	0	16	0
97	45V	1	8	2	5	0	16	1
98	45V	7	2	6	1	0	16	1
99	45V	1	3	11	1	0	16	1
100	45V	1	7	3	3	2	16	1
101	45V	0	13	1	1	1	16	0
102	45V	0	0	11	5	0	16	0
103	45V	0	4	9	2	1	16	0
104	45V	0	1	7	8	0	16	0
105	45V	2	1	6	7	0	16	1
106	45V	0	0	8	8	0	16	0
107	45V	0	1	8	7	0	16	0
108	45V	0	3	7	6	0	16	0
109	45V	1	0	8	7	0	16	1
110	45V	1	2	8	4	1	16	1
111	45V	0	1	14	1	0	16	0
112	45V	0	0	1	15	0	16	0
113	45V	0	2	6	8	0	16	0
114	45V	0	0	13	3	0	16	0
115	45V	1	0	13	2	0	16	1
116	45V	0	3	10	3	0	16	0
117	45V	0	1	11	4	0	16	0
118	45V	0	1	11	4	0	16	0
119	45V	0	3	9	4	0	16	0
120	45V	0	0	0	0	0	0	0
121	45V	16	2	9	5	0	32	1
122	45V	1	12	2	1	0	16	1
123	45V	0	1	12	3	0	16	0
124	45V	0	5	8	3	0	16	0
125	45V	1	4	9	2	0	16	1
126	45V	6	2	4	4	0	16	1
127	45V	3	5	7	1	0	16	1
128	45V	1	2	12	1	0	16	1
129	45V	3	7	5	1	0	16	2
130	45V	0	0	12	4	0	16	0
131	45V	0	0	8	8	0	16	0
132	45V	0	0	9	7	0	16	0
133	45V	2	0	11	3	0	16	1
134	45V	0	0	2	14	0	16	0
135	45V	5	8	1	2	0	16	1
136	45V	5	3	7	0	1	16	1
137	45V	1	7	7	1	0	16	1
138	45V	1	3	10	1	1	16	1
139	45V	6	5	5	0	0	16	1
140	45V	1	1	10	4	0	16	1
141	45V	0	0	11	5	0	16	0
142	45V	0	0	10	6	0	16	0
143	45V	0	3	1	12	0	16	0
144	45V	0	2	10	4	0	16	0
145	45V	0	2	12	2	0	16	0

45V JULIO 30								
146	45V	0	5	7	4	0	16	0
147	45V	0	7	8	1	0	16	0
148	45V	0	3	9	4	0	16	0
149	45V	1	5	9	1	0	16	1
150	45V	0	0	14	1	1	16	0
151	45V	0	2	13	1	0	16	0
152	45V	3	5	4	4	0	16	1
153	45V	0	11	4	1	0	16	0
154	45V	4	5	5	2	0	16	1
155	45V	4	2	7	1	2	16	1
156	45V	8	3	5	0	0	16	1
157	45V	3	3	8	2	0	16	1
158	45V	3	7	5	1	0	16	1
159	45V	0	1	2	12	1	16	0
160	45V	0	0	4	12	0	16	0
161	45V	0	3	4	9	0	16	0
162	45V	2	0	6	7	1	16	1
163	45V	10	5	1	0	0	16	1
164	45V	0	2	8	6	0	16	0
165	45V	0	3	3	10	0	16	0
166	45V	0	1	6	9	0	16	0
167	45V	0	0	14	2	0	16	0
168	45V	2	1	12	1	0	16	1
169	45V	0	0	0	16	0	16	0
170	45V	0	0	1	15	0	16	0
171	45V	3	2	11	0	0	16	1
172	45V	3	4	8	1	0	16	1
173	45V	0	0	9	7	0	16	0
174	45V	3	2	11	0	0	16	1
175	45V	2	1	11	2	0	16	0
176	45V	1	1	13	1	0	16	1
177	45V	1	0	13	2	0	16	0
178	45V	0	1	14	1	0	16	0
179	45V	0	3	4	9	0	16	0
180	45V	1	0	13	2	0	16	1
181	45V	0	2	12	1	1	16	0
182	45V	9	3	2	2	0	16	1
183	45V	3	4	8	1	0	16	1
184	45V	3	2	6	4	1	16	1
185	45V	4	3	7	1	1	16	1
186	45V	0	0	0	16	0	16	0
187	45V	0	0	7	9	0	16	0
188	45V	3	1	12	0	0	16	1
189	45V	0	2	13	1	0	16	0
Totales		241	393	1020	489	17	2160	

7.4.3 Estação 46V

46V JULIO 31								
1	46V	3	1	11	0	1	16	1
2	46V	0	0	0	0	0	0	0
3	46V	5	1	26	0	0	32	1
4	46V	7	1	6	0	2	16	1
5	46V	2	2	10	2	0	16	1
6	46V	0	1	5	10	0	16	0
7	46V	5	6	3	2	0	16	1
8	46V	2	0	8	6	0	16	1
9	46V	0	3	9	4	0	16	0
10	46V	0	2	13	1	0	16	0
11	46V	3	0	10	3	0	16	1
12	46V	0	2	0	14	0	16	0
13	46V	4	0	9	3	0	16	1
14	46V	12	3	1	0	0	16	1
15	46V	7	3	2	3	1	16	1
16	46V	0	0	4	12	0	16	0
17	46V	0	7	3	6	0	16	0
18	46V	0	9	1	6	0	16	0
19	46V	3	0	9	4	0	16	1
20	46V	0	0	5	11	0	16	0
21	46V	5	4	6	1	0	16	1
22	46V	0	4	5	7	0	16	0
23	46V	0	1	1	14	0	16	0
24	46V	0	0	11	5	0	16	0
25	46V	0	0	12	4	0	16	0
26	46V	2	2	10	2	0	16	1
27	46V	10	2	1	3	0	16	1
28	46V	0	1	0	15	0	16	0
29	46V	0	3	10	3	0	16	0
30	46V	0	2	3	11	0	16	0
31	46V	4	2	10	0	0	16	1
32	46V	7	3	5	1	0	16	1
33	46V	0	0	12	4	0	16	0
34	46V	0	2	10	4	0	16	0
35	46V	0	0	13	3	0	16	0
36	46V	0	1	11	4	0	16	0
37	46V	3	5	4	4	0	16	1
38	46V	0	0	14	2	0	16	0
39	46V	2	1	13	0	0	16	2
40	46V	0	0	2	14	0	16	0
41	46V	0	6	10	0	0	16	0
42	46V	0	6	9	1	0	16	0
43	46V	8	1	7	0	0	16	1
44	46V	0	1	12	3	0	16	0
45	46V	1	3	11	1	0	16	1
46	46V	0	4	11	1	0	16	0
47	46V	1	1	13	1	0	16	1
48	46V	3	3	8	2	0	16	2
49	46V	0	5	9	2	0	16	0
50	46V	0	1	15	0	0	16	0
51	46V	0	8	7	1	0	16	0
52	46V	0	9	7	0	0	16	0
53	46V	1	0	10	4	1	16	1
54	46V	4	6	6	0	0	16	1
55	46V	5	6	3	2	0	16	1
56	46V	1	2	13	0	0	16	1
57	46V	0	4	6	6	0	16	0

46V JULIO 31								
58	46V	0	6	8	2	0	16	0
59	46V	1	2	29	0	0	32	1
60	46V	0	0	0	0	0	0	1
61	46V	0	0	0	0	0	0	1
62	46V	5	8	15	4	0	32	3
63	46V	2	4	10	0	0	16	1
64	46V	1	6	8	1	0	16	1
65	46V	0	7	6	3	0	16	0
66	46V	2	1	6	7	0	16	2
67	46V	3	0	9	4	0	16	1
68	46V	4	10	2	0	0	16	1
69	46V	3	4	7	2	0	16	1
70	46V	2	3	2	9	0	16	1
71	46V	1	1	13	1	0	16	1
77	46V	9	1	4	1	1	16	1
78	46V	4	4	6	1	1	16	1
79	46V	6	4	4	2	0	16	2
80	46V	7	6	3	0	0	16	2
81	46V	8	3	5	0	0	16	1
82	46V	1	1	10	4	0	16	1
83	46V	0	1	15	0	0	16	0
84	46V	7	2	5	2	0	16	1
85	46V	0	0	8	8	0	16	0
86	46V	11	3	1	0	1	16	1
87	46V	3	6	6	1	0	16	1
88	46V	5	2	8	0	1	16	1
89	46V	8	5	3	0	0	16	1
90	46V	2	4	8	2	0	16	1
91	46V	2	5	5	4	0	16	1
92	46V	3	1	11	1	0	16	1
93	46V	0	0	14	2	0	16	0
94	46V	0	13	2	1	0	16	0
95	46V	0	1	14	1	0	16	0
96	46V	1	1	13	1	0	16	1
97	46V	0	2	14	0	0	16	0
98	46V	1	2	12	1	0	16	1
99	46V	0	0	14	2	0	16	0
100	46V	0	3	10	3	0	16	0
101	46V	0	0	14	2	0	16	0
102	46V	3	2	7	4	0	16	1
103	46V	0	0	16	0	0	16	0
104	46V	1	4	10	1	0	16	1
105	46V	0	0	12	4	0	16	0
106	46V	0	0	9	7	0	16	0
107	46V	6	3	6	0	1	16	1
108	46V	2	2	11	1	0	16	1
109	46V	0	0	12	4	0	16	0
110	46V	4	0	6	6	0	16	1
111	46V	0	0	12	4	0	16	0
112	46V	0	0	4	12	0	16	0
113	46V	0	2	9	5	0	16	0

46V JULIO 31								
114	46V	0	1	13	2	0	16	0
115	46V	0	2	11	3	0	16	0
116	46V	0	2	3	11	0	16	0
117	46V	0	0	0	16	0	16	0
118	46V	0	0	15	1	0	16	0
119	46V	0	0	0	16	0	16	0
120	46V	0	0	20	12	0	32	0
121	46V	0	0	0	0	0	0	0
122	46V	0	0	15	1	0	16	0
123	46V	0	0	7	9	0	16	0
124	46V	6	1	7	2	0	16	1
125	46V	2	0	0	14	0	16	1
126	46V	0	0	4	12	0	16	0
127	46V	0	0	13	3	0	16	0
128	46V	0	0	12	4	0	16	0
129	46V	2	0	2	12	0	16	1
130	46V	0	0	9	7	0	16	0
131	46V	3	2	0	11	0	16	1
132	46V	0	1	0	15	0	16	0
133	46V	0	0	0	16	0	16	0
134	46V	0	0	3	13	0	16	0
135	46V	7	2	6	1	0	16	1
136	46V	0	0	10	6	0	16	0
137	46V	2	0	3	11	0	16	1
138	46V	0	0	4	12	0	16	0
139	46V	0	0	9	7	0	16	0
140	46V	0	2	11	3	0	16	0
141	46V	0	1	5	10	0	16	0
142	46V	0	6	5	5	0	16	0
143	46V	2	9	0	5	0	16	1
144	46V	5	5	6			16	1
145	46V	3	2	10	0	1	16	1
Totales		260	311	1086	572	11	2240	

7.4.4 Estação 47V

JULIO 31 47V								
161	47 V	6	0	9	1	0	16	2
162	47 V	12	0	4	0	0	16	2
163	47 V	3	0	11	2	0	16	1
164	47 V	1	0	11	2	2	16	1
165	47 V	5	2	8	1	0	16	1
166	47 V	3	1	10	1	1	16	1
167	47 V	2	4	9	1	0	16	1
168	47 V	3	4	8	1	0	16	1
169	47 V	5	4	6	1	0	16	2
170	47 V	5	1	9	1	0	16	1
171	47 V	1	1	13	1	0	16	1
172	47 V	2	0	9	4	1	16	1
173	47 V	1	2	11	2	0	16	1
174	47 V	5	2	8	1	0	16	2
175	47 V	4	4	7	1	0	16	1
176	47 V	7	2	6	1	0	16	1
177	47 V	3	0	11	2	0	16	1
178	47 V	5	0	10	1	0	16	1
179	47 V	3	0	12	1	0	16	1
180	47 V	1	0	12	3	0	16	1
181	47 V	1	0	7	8	0	16	1
182	47 V	2	1	7	6	0	16	1
183	47 V	1	0	8	7	0	16	1
184	47 V	9	2	2	3	0	16	1
185	47 V	7	1	6	1	1	16	1
186	47 V	5	1	8	2	0	16	1
187	47 V	2	5	7	1	1	16	2
188	47 V	0	5	10	1	0	16	0
189	47 V	6	5	4	1	0	16	1
190	47 V	1	4	10	1	0	16	1
191	47 V	2	5	8	1	0	16	1
192	47 V	3	9	3	1	0	16	1
193	47 V	2	2	11	1	0	16	1
194	47 V	11	3	1	1	0	16	1
195	47 V	7	4	4	1	0	16	1
196	47 V	2	2	11	1	0	16	1
197	47 V	1	0	14	1	0	16	1
198	47 V	2	5	8	1	0	16	1
199	47 V	1	4	9	2	0	16	1
200	47 V	2	2	11	1	0	16	1
201	47 V	2	0	13	1	0	16	1
202	47 V	0	0	15	1	0	16	0
203	47 V	0	2	12	1	1	16	0
204	47 V	0	1	14	1	0	16	0
205	47 V	1	0	14	1	0	16	1
206	47 V	0	5	10	1	0	16	0
207	47 V	0	5	9	1	1	16	0
208	47 V	0	1	14	1	0	16	0
209	47 V	0	1	14	1	0	16	0

JULIO 31 47V								
210	47 V	0	0	0	0	0	0	0
211	47 V	0	1	30	1	0	32	0
212	47 V	0	2	13	1	0	16	0
213	47 V	2	1	12	1	0	16	1
214	47 V	0	3	12	1	0	16	0
215	47 V	0	1	14	1	0	16	0
216	47 V	2	8	5	1	0	16	1
217	47 V	1	2	12	1	0	16	1
218	47 V	0	2	13	1	0	16	0
219	47 V	0	3	12	1	0	16	0
220	47 V	1	3	11	1	0	16	1
221	47 V	0	3	12	1	0	16	0
222	47 V	1	5	9	1	0	16	1
223	47 V	1	0	14	1	0	16	1
224	47 V	3	1	11	1	0	16	1
225	47 V	0	0	15	1	0	16	0
226	47 V	0	2	5	9	0	16	0
227	47 V	0	3	6	7	0	16	0
228	47 V	6	0	7	3	0	16	1
229	47 V	2	1	12	1	0	16	1
230	47 V	9	2	5	0	0	16	1
231	47 V	6	2	6	2	0	16	1
232	47 V	0	4	10	2	0	16	0
233	47 V	8	1	5	2	0	16	1
234	47 V	1	0	10	5	0	16	1
235	47 V	1	2	10	3	0	16	1
236	47 V	0	5	10	1	0	16	0
237	47 V	1	1	9	5	0	16	1
238	47 V	3	0	11	2	0	16	3
239	47 V	4	3	6	3	0	16	1
240	47 V	3	5	7	1	0	16	1
241	47 V	0	6	9	1	0	16	0
242	47 V	0	0	0	0	0	0	0
243	47 V	4	23	3	2	0	32	1
244	47 V	2	1	9	4	0	16	1
245	47 V	0	1	8	7	0	16	0
246	47 V	0	1	4	11	0	16	0
247	47 V	1	0	13	2	0	16	1
248	47 V	0	0	15	1	0	16	0
249	47 V	2	1	11	1	1	16	1
259	47 V	0	0	14	2	0	16	0
260	47 V	0	1	8	7	0	16	0
261	47 V	0	5	6	5	0	16	0
262	47 V	0	1	14	1	0	16	0
263	47 V	0	3	0	13	0	16	0
264	47 V	1	0	7	8	0	16	1
265	47 V	0	0	1	15	0	16	0
266	47 V	0	1	13	2	0	16	0
267	47 V	0	1	13	2	0	16	0
268	47 V	2	5	7	1	1	16	1
269	47 V	0	1	9	6	0	16	0
270	47 V	0	11	0	5	0	16	0

JULIO 31 47V								
271	47 V	2	0	13	1	0	16	1
272	47 V	0	0	13	3	0	16	0
273	47 V	0	0	13	3	0	16	0
274	47 V	0	1	9	6	0	16	0
275	47 V	1	0	7	8	0	16	1
276	47 V	0	2	4	10	0	16	0
277	47 V	0	1	11	4	0	16	0
278	47 V	8	0	4	4	0	16	1
279	47 V	2	1	11	2	0	16	1
280	47 V	1	4	10	1	0	16	1
281	47 V	0	9	5	1	1	16	0
282	47 V	0	2	12	2	0	16	0
283	47 V	0	0	15	1	0	16	0
284	47 V	0	0	0	0	0	0	0
285	47 V	0	2	29	1	0	32	0
286	47 V	0	1	12	3	0	16	0
287	47 V	0	7	5	4	0	16	0
288	47 V	0	3	11	2	0	16	0
289	47 V	1	4	8	3	0	16	1
290	47 V	2	3	7	3	1	16	1
291	47 V	6	0	9	1	0	16	1
292	47 V	0	5	7	3	1	16	0
293	47 V	0	0	12	3	1	16	0
294	47 V	1	2	8	5	0	16	1
295	47 V	0	1	11	4	0	16	0
296	47 V	3	4	4	5	0	16	1
297	47 V	0	3	7	5	1	16	0
298	47 V	0	3	10	3	0	16	0
299	47 V	0	7	8	1	0	16	0
300	47 V	1	2	12	1	0	16	1
301	47 V	2	7	5	2	0	16	1
302	47 V	0	8	7	1	0	16	0
303	47 V	0	0	0	0	0	0	0
304	47 V	3	3	25	1	0	32	1
305	47 V	5	6	4	1	0	16	2
306	47 V	6	2	7	1	0	16	1
307	47 V	0	7	8	1	0	16	0
308	47 V	0	14	1	1	0	16	0
309	47 V	4	3	8	1	0	16	1
310	47 V	0	2	9	5	0	16	0
311	47 V	2	0	11	3	0	16	1
312	47 V	0	1	12	3	0	16	0
313	47 V	0	5	9	2	0	16	0
314	47 V	0	7	5	4	0	16	0
315	47 V	0	0	13	3	0	16	0
316	47 V	0	1	9	6	0	16	0
317	47 V	0	0	15	1	0	16	0
318	47 V	6	0	9	1	0	16	2
319	47 V	6	4	5	1	0	16	1
320	47 V	5	1	9	1	0	16	1
321	47 V	4	5	6	1	0	16	2
322	47 V	8	2	5	1	0	16	2
326	47 V	3	5	7	1	0	16	2
327	47 V	2	3	5	6	0	16	1
328	47 V	0	0	0	0	0	0	0
329	47 V	1	2	11	18	0	32	1
330	47 V	6	8	1	1	0	16	1
331	47 V	1	6	5	4	0	16	1
332	47 V	0	3	12	1	0	16	0
333	47 V	1	4	7	3	1	16	1
334	47 V	2	10	3	1	0	16	2
335	47 V	0	1	1	14	0	16	0
336	47 V	1	0	10	5	0	16	1
337	47 V	1	4	6	5	0	16	1
338	47 V	0	1	14	1	0	16	0
339	47 V	0	2	1	13	0	16	0
340	47 V	1	4	5	4	2	16	1
341	47 V	0	4	10	2	0	16	0
342	47 V	0	1	12	3	0	16	0
343	47 V	0	1	14	1	0	16	0
344	47 V	9	6	1	0	0	16	1
345	47 V	0	13	2	1	0	16	0
346	47 V	0	4	11	1	0	16	0
347	47 V	2	6	4	4	0	16	2
348	47 V	2	5	8	1	0	16	1
349	47 V	0	5	10	1	0	16	0
350	47 V	1	7	7	1	0	16	1
TOTAIS		326	480	1562	462	18	2848	

7.4.5 Estação 33V

AGOSTO 01 33V								
1	33V	1	6	6	3	0	16	1
2	33V	0	4	8	4	0	16	0
3	33V	7	2	0	7	0	16	1
4	33V	1	6	8	1	0	16	1
5	33V	0	3	7	6	0	16	0
6	33V	0	0	1	15	0	16	0
7	33V	1	0	0	15	0	16	1
8	33V	2	5	6	3	0	16	1
9	33V	2	0	1	13	0	16	1
10	33V	2	3	3	8	0	16	1
11	33V	1	7	2	6	0	16	1
12	33V	0	1	1	14	0	16	0
13	33V	0	7	4	5	0	16	0
14	33V	0	1	5	10	0	16	0
15	33V	0	6	9	1	0	16	0
16	33V	2	13	0	1	0	16	1
17	33V	5	4	1	6	0	16	1
18	33V	0	12	0	4	0	16	0
19	33V	4	5	3	4	0	16	2
20	33V	3	6	3	3	1	16	1
21	33V	0	13	2	1	0	16	0
22	33V	0	0	0	16	0	16	0
23	33V	1	13	1	1	0	16	1
24	33V	2	11	2	1	0	16	1
25	33V	2	13	0	1	0	16	1
26	33V	1	8	5	2	0	16	1
27	33V	0	2	8	6	0	16	0
28	33V	5	7	3	1	0	16	2
29	33V	4	10	0	2	0	16	1
30	33V	0	8	0	8	0	16	0
31	33V	11	4	1	0	0	16	1
32	33V	4	3	2	7	0	16	1
33	33V	3	5	7	1	0	16	2
36	33V	2	5	4	5	0	16	1
37	33V	0	14	1	1	0	16	0
38	33V	5	6	2	3	0	16	2
39	33V	8	4	4	0	0	16	2
40	33V	13	1	1	1	0	16	1
41	33V	0	13	2	1	0	16	0
42	33V	2	6	3	5	0	16	1
43	33V	2	5	1	8	0	16	1
44	33V	3	6	6	1	0	16	1
46	33V	2	4	9	1	0	16	2
48	33V	6	4	6	0	0	16	1
49	33V	1	8	6	1	0	16	1
53	33V	7	3	6	0	0	16	1
54	33V	0	7	6	3	0	16	0
55	33V	6	4	2	4	0	16	1
56	33V	5	1	8	2	0	16	1
58	33V	5	7	0	4	0	16	1
60	33V	5	3	4	4	0	16	1
62	33V	9	0	4	3	0	16	1
64	33V	1	6	8	1	0	16	1
65	33V	8	3	5	0	0	16	1
66	33V	14	17	0	1	0	32	1
67	33V	0	0	0	0	0	0	0
Totales		168	315	187	225	1	896	

7.4.6 Estação 19N

AGOSTO 01 SITIO 19N								
92	19N	1	1	12	1	1	16	1
93	19N	1	1	14	0	0	16	1
94	19N	2	1	12	0	1	16	1
95	19N	0	4	11	1	0	16	0
96	19N	1	1	12	0	2	16	1
97	19N	3	6	6	1	0	16	1
100	19N	2	1	13	0	0	16	1
101	19N	0	1	14	1	0	16	0
102	19N	0	1	14	1	0	16	0
103	19N	0	0	15	1	0	16	0
104	19N	0	1	14	1	0	16	0
105	19N	1	0	14	1	0	16	1
106	19N	0	2	11	3	0	16	0
107	19N	1	0	14	1	0	16	1
108	19N	0	2	13	1	0	16	0
109	19N	0	0	14	2	0	16	0
110	19N	0	3	12	1	0	16	0
111	19N	1	3	11	1	0	16	1
112	19N	2	5	8	1	0	16	1
113	19N	5	0	9	2	0	16	1
114	19N	1	6	8	1	0	16	1
115	19N	0	0	0	0	0	0	0
116	19N	0	1	30	1	0	32	0
117	19N	1	3	27	1	0	32	1
118	19N	0	0	0	0	0	0	0
119	19N	2	0	12	2	0	16	1
120	19N	3	3	10	0	0	16	2
121	19N	0	0	14	2	0	16	0
122	19N	2	2	6	6	0	16	1
123	19N	1	2	9	4	0	16	1
124	19N	2	8	18	4	0	32	0
125	19N	0	0	0	0	0	0	0
126	19N	0	0	0	0	0	0	0
127	19N	0	0	0	0	0	0	0
128	19N	2	2	40	4	0	48	1
129	19N	1	1	11	3	0	16	1
130	19N	9	1	1	5	0	16	1
131	19N	3	0	5	8	0	16	2
132	19N	0	0	5	11	0	16	0
133	19N	0	10	5	1	0	16	0
134	19N	0	1	14	1	0	16	0
135	19N	8	2	6	0	0	16	1
136	19N	1	11	3	1	0	16	1
138	19N	0	0	10	6	0	16	0
139	19N	1	3	10	2	0	16	1
140	19N	0	1	11	4	0	16	0
141	19N	0	1	7	8	0	16	0
142	19N	2	2	6	1	5	16	1
145	19N	0	2	7	7	0	16	0
146	19N	0	0	9	7	0	16	0
147	19N	3	0	11	2	0	16	1
148	19N	0	0	0	0	0	0	0
149	19N	2	0	20	10	0	32	1
150	19N	0	0	6	10	0	16	0
151	19N	0	0	13	3	0	16	0
152	19N	0	0	13	3	0	16	0
153	19N	0	0	0	0	0	0	0
154	19N	2	0	23	7	0	32	1
155	19N	1	1	12	2	0	16	1

AGOSTO 01 SITIO 19N								
156	19N	0	0	8	8	0	16	0
157	19N	0	2	0	14	0	16	0
158	19N	0	5	19	8	0	32	0
159	19N	0	0	0	0	0	0	0
160	19N	1	0	13	2	0	16	1
161	19N	4	0	9	3	0	16	1
162	19N	0	1	11	4	0	16	0
163	19N	0	0	4	12	0	16	0
164	19N	0	0	6	10	0	16	0
165	19N	0	0	15	1	0	16	0
166	19N	3	2	10	1	0	16	1
167	19N	0	3	9	4	0	16	0
168	19N	1	2	12	1	0	16	1
169	19N	0	1	4	11	0	16	0
170	19N	0	0	9	7	0	16	0
171	19N	0	0	13	3	0	16	0
172	19N	0	1	5	10	0	16	0
173	19N	1	1	14	0	0	16	1
174	19N	0	0	4	12	0	16	0
175	19N	0	1	8	7	0	16	0
176	19N	0	0	13	3	0	16	0
177	19N	9	0	5	2	0	16	1
178	19N	2	0	21	9	0	32	1
179	19N	0	0	0	0	0	0	0
180	19N	2	0	13	1	0	16	1
181	19N	0	1	9	6	0	16	0
182	19N	1	1	13	1	0	16	1
183	19N	0	0	13	3	0	16	0
184	19N	1	0	13	2	0	16	1
185	19N	7	0	5	2	2	16	2
Totales		99	117	903	294	11	1424	

7.4.7 Estação 41V

AGOSTO 02 SITIO 41V								
6	41V	3	7	0	5	1	16	1
7	41V	0	1	7	7	1	16	0
8	41V	1	7	2	6	0	16	1
9	41V	1	12	2	1	0	16	1
10	41V	2	1	7	6	0	16	1
11	41V	0	14	1	1	0	16	0
12	41V	2	5	6	1	2	16	1
13	41V	4	2	9	0	1	16	1
14	41V	2	1	7	6	0	16	1
15	41V	0	4	1	11	0	16	0
16	41V	3	0	3	10	0	16	2
17	41V	0	0	5	11	0	16	0
18	41V	1	0	3	12	0	16	1
19	41V	4	0	0	12	0	16	1

AGOSTO 02 SITIO 41V								
20	41V	8	0	2	6	0	16	1
21	41V	3	0	2	11	0	16	1
23	41V	0	0	5	11	0	16	0
24	41V	5	1	6	4	0	16	1
25	41V	0	2	12	2	0	16	0
26	41V	2	2	5	6	1	16	1
27	41V	1	1	3	11	0	16	1
28	41V	1	1	5	9	0	16	1
29	41V	2	2	8	4	0	16	1
30	41V	0	2	9	5	0	16	0
37	41V	0	0	11	5	0	16	0
38	41V	1	1	7	7	0	16	1
39	41V	1	0	1	14	0	16	1
40	41V	0	2	3	11	0	16	0
41	41V	4	0	2	10	0	16	1
42	41V	0	4	5	7	0	16	0
43	41V	0	1	4	11	0	16	0
44	41V	0	8	0	8	0	16	0
45	41V	3	5	2	6	0	16	1
46	41V	3	9	3	1	0	16	1
47	41V	3	8	1	4	0	16	1
48	41V	3	2	5	6	0	16	1
49	41V	5	1	3	7	0	16	1
50	41V	1	11	2	2	0	16	1
51	41V	2	2	5	7	0	16	2
52	41V	3	0	6	7	0	16	1
55	41V	0	3	0	13	0	16	0
56	41V	0	1	7	8	0	16	0
57	41V	6	0	6	4	0	16	1
58	41V	4	3	3	6	0	16	1
59	41V	0	0	6	10	0	16	0
60	41V	5	0	3	8	0	16	1
61	41V	1	7	1	7	0	16	1
62	41V	0	2	7	7	0	16	0
63	41V	2	5	8	1	0	16	1
64	41V	0	6	5	5	0	16	0
65	41V	2	0	8	5	1	16	1
66	41V	0	0	0	0	0	0	0
67	41V	1	0	25	6	0	32	1
68	41V	5	0	3	8	0	16	1
69	41V	5	3	3	5	0	16	1
70	41V	0	0	3	13	0	16	0
Totales		105	149	258	377	7	896	

7.4.8 Estação 42V

AGOSTO 02 SITIO 42V								
77	42V	9	1	5	1	0	16	1
78	42V	1	13	1	1	0	16	1
79	42V	2	4	9	1	0	16	1
80	42V	4	1	6	5	0	16	1
81	42V	3	4	7	2	0	16	1
82	42V	4	3	2	0	7	16	1
83	42V	0	10	5	1	0	16	0
84	42V	1	2	9	2	2	16	1
85	42V	4	11	0	1	0	16	1
86	42V	4	1	8	3	0	16	1

AGOSTO 02 SITIO 42V								
87	42V	3	5	4	3	1	16	1
88	42V	1	8	6	1	0	16	1
89	42V	11	2	1	1	1	16	2
90	42V	2	9	4	1	0	16	2
91	42V	6	3	6	1	0	16	1
92	42V	4	4	5	3	0	16	2
93	42V	2	8	5	1	0	16	1
94	42V	1	1	0	14	0	16	1
95	42V	3	0	6	7	0	16	2
96	42V	6	1	0	6	3	16	1
98	42V	2	3	10	1	0	16	1
99	42V	1	8	6	1	0	16	1
100	42V	3	5	5	1	2	16	1
101	42V	8	6	1	0	1	16	1
103	42V	2	1	1	12	0	16	1
106	42V	3	1	11	1	0	16	2
107	42V	2	0	10	4	0	16	1
114	42V	0	1	2	13	0	16	0
115	42V	0	1	1	14	0	16	0
116	42V	3	2	9	2	0	16	1
117	42V	4	5	4	1	2	16	2
118	42V	3	2	10	1	0	16	1
119	42V	1	3	5	7	0	16	1
120	42V	1	5	6	3	1	16	1
121	42V	2	6	1	1	6	16	1
122	42V	2	8	5	1	0	16	1
123	42V	5	3	8	0	0	16	1
124	42V	3	6	6	1	0	16	1
125	42V	2	1	8	2	3	16	1
126	42V	1	14	0	1	0	16	1
127	42V	0	10	4	2	0	16	0
135	42V	4	0	10	2	0	16	1
136	42V	0	12	2	2	0	16	0
137	42V	6	3	6	1	0	16	1
138	42V	4	3	9	0	0	16	1
139	42V	6	4	5	0	1	16	1
140	42V	2	12	1	1	0	16	1
141	42V	3	4	3	6	0	16	1
142	42V	0	0	9	7	0	16	0
143	42V	5	2	5	4	0	16	1
144	42V	0	0	6	10	0	16	0
145	42V	0	0	4	12	0	16	0
146	42V	0	2	12	2	0	16	0
147	42V	5	0	6	5	0	16	1
148	42V	0	0	5	11	0	16	0
Totales		154	224	285	187	30	880	

7.4.9 Estação 56N

AGOSTO 03 SITIO 56N								
79	56N	2	1	12	1	0	16	1
80	56N	1	0	10	5	0	16	1
81	56N	1	0	14	1	0	16	1
82	56N	0	0	10	6	0	16	0
83	56N	4	0	6	6	0	16	1
84	56N	1	0	3	12	0	16	1
85	56N	1	0	10	5	0	16	1

AGOSTO 03 SITIO 56N								
86	56N	1	0	11	4	0	16	1
87	56N	1	1	14	0	0	16	1
88	56N	3	5	7	1	0	16	1
89	56N	2	0	12	2	0	16	2
90	56N	2	2	11	1	0	16	1
91	56N	3	4	8	1	0	16	1
92	56N	1	3	11	1	0	16	1
93	56N	3	1	7	5	0	16	1
94	56N	4	5	6	1	0	16	2
95	56N	3	7	5	1	0	16	1
96	56N	0	7	8	1	0	16	0
97	56N	5	0	10	1	0	16	1
98	56N	0	4	11	1	0	16	0
99	56N	1	4	2	9	0	16	1
100	56N	10	0	5	1	0	16	2
101	56N	8	1	6	1	0	16	2
102	56N	5	0	10	1	0	16	1
103	56N	2	2	8	4	0	16	2
104	56N	2	1	13	0	0	16	1
105	56N	3	2	10	1	0	16	2
106	56N	0	4	11	1	0	16	0
107	56N	0	1	14	1	0	16	0
108	56N	2	1	12	1	0	16	1
109	56N	0	0	13	3	0	16	0
110	56N	0	1	8	7	0	16	0
111	56N	8	7	1	0	0	16	1
112	56N	9	4	3	0	0	16	2
113	56N	8	2	4	1	1	16	2
114	56N	1	0	14	1	0	16	1
115	56N	0	3	12	1	0	16	0
116	56N	0	0	3	13	0	16	0
Totales		97	73	335	102	1	608	

7.4.10 Estação 57N

AGOSTO 03 SITIO 57N								
126	57N	0	2	13	1	0	16	0
127	57N	6	6	3	1	0	16	3
128	57N	2	7	6	1	0	16	1
129	57N	3	2	10	0	1	16	1
130	57N	7	6	3	0	0	16	2
131	57N	1	2	12	1	0	16	1
132	57N	1	0	14	1	0	16	1
133	57N	2	1	11	2	0	16	2
134	57N	6	3	6	0	1	16	3
135	57N	3	3	10	0	0	16	2
136	57N	0	1	6	9	0	16	0
137	57N	0	0	0	16	0	16	0
138	57N	7	0	5	4	0	16	4
139	57N	1	0	14	1	0	16	1
140	57N	2	1	12	1	0	16	1
141	57N	1	1	3	11	0	16	1
142	57N	4	4	7	1	0	16	1
143	57N	0	0	0	0	0	0	0
144	57N	4	2	26	0	0	32	3
145	57N	8	0	3	3	2	16	2

AGOSTO 03 SITIO 57N								
146	57N	5	1	9	1	0	16	1
147	57N	1	5	2	1	7	16	1
148	57N	6	4	4	0	2	16	4
149	57N	0	0	15	1	0	16	0
150	57N	0	0	13	3	0	16	0
151	57N	0	8	7	1	0	16	0
152	57N	4	3	6	2	1	16	3
153	57N	0	0	15	1	0	16	0
154	57N	2	1	2	11	0	16	1
155	57N	7	0	7	2	0	16	2
156	57N	0	1	8	7	0	16	0
157	57N	3	4	8	1	0	16	2
158	57N	3	7	5	1	0	16	2
159	57N	0	0	9	7	0	16	0
160	57N	0	1	14	1	0	16	0
161	57N	0	0	0	0	0	0	0
162	57N	2	2	28	0	0	32	2
163	57N	0	3	12	1	0	16	0
164	57N	0	0	0	0	0	0	0
165	57N	5	1	25	1	0	32	1
166	57N	0	0	14	2	0	16	0
167	57N	0	1	14	1	0	16	0
168	57N	2	2	12	0	0	16	2
169	57N	0	0	15	1	0	16	0
170	57N	4	1	6	5	0	16	1
171	57N	0	1	2	13	0	16	0
172	57N	3	1	9	0	3	16	3
Totales		105	88	425	117	17	752	

7.4.11 Estação 61N

AGOSTO 03 SITIO 61 N								
5	61N	8	2	6	0	0	16	1
6	61N	1	1	14	0	0	16	1
7	61N	2	0	13	1	0	16	1
8	61N	4	0	11	1	0	16	1
9	61N	3	2	8	3	0	16	1
10	61N	0	0	8	8	0	16	0
11	61N	2	0	12	2	0	16	1
12	61N	2	1	13	0	0	16	1
13	61N	3	0	12	1	0	16	2
14	61N	0	4	7	1	4	16	0
15	61N	3	2	7	4	0	16	1
16	61N	2	6	5	3	0	16	1
17	61N	3	0	12	1	0	16	2
18	61N	4	4	5	3	0	16	2
19	61N	1	0	11	4	0	16	1
20	61N	2	1	8	5	0	16	1
21	61N	0	0	0	0	0	0	0
22	61N	15	2	13	2	0	32	2
27	61N	9	1	6	0	0	16	1
28	61N	3	4	8	1	0	16	1
29	61N	0	0	0	16	0	16	0
30	61N	0	3	2	11	0	16	0

AGOSTO 03 SITIO 61 N								
31	61N	0	2	8	6	0	16	0
32	61N	0	2	13	1	0	16	0
33	61N	4	0	6	6	0	16	1
34	61N	1	0	12	3	0	16	1
35	61N	1	1	14	0	0	16	1
36	61N	1	0	5	10	0	16	1
37	61N	0	7	8	1	0	16	0
38	61N	6	3	6	0	1	16	1
39	61N	5	4	6	0	1	16	2
40	61N	6	5	3	2	0	16	2
41	61N	3	4	8	1	0	16	2
42	61N	1	11	3	1	0	16	1
43	61N	4	4	4	4	0	16	2
44	61N	3	7	5	1	0	16	1
45	61N	1	1	13	1	0	16	1
46	61N	4	1	3	8	0	16	2
47	61N	0	1	0	15	0	16	0
48	61N	4	3	6	3	0	16	1
49	61N	0	0	1	15	0	16	0
50	61N	6	1	9	0	0	16	3
51	61N	3	3	9	1	0	16	3
60	61N	7	2	6	0	1	16	1
61	61N	2	1	4	9	0	16	1
62	61N	2	2	7	4	1	16	1
63	61N	5	4	7	0	0	16	1
64	61N	7	6	1	2	0	16	3
65	61N	6	2	4	4	0	16	2
66	61N	2	3	8	2	1	16	1
67	61N	9	4	3	0	0	16	1
68	61N	9	3	3	0	1	16	1
69	61N	3	7	5	1	0	16	1
70	61N	17	3	11		1	32	2
71	61N	0	0	0	0	0	0	0
72	61N	1	4	10	1	0	16	1
73	61N	12	1	3	0	0	16	1
Totales		202	135	395	169	11	912	

7.5 ANEXO V

7.5.1 Tabela de Equivalência para Normalizar o Índice de Estado das Coberturas

Recifais:

INDICE ESTADO DE SAUDE PRESIÇÃO (-+) 0,01			
indice saude	indice normalizado	2,4228	0,48
0,14	1	2,4667	0,47
0,1839	0,99	2,5106	0,46
0,2278	0,98	2,5545	0,45
0,2717	0,97	2,5984	0,44
0,3156	0,96	2,6423	0,43
0,3595	0,95	2,6862	0,42
0,4912	0,92	2,8179	0,39
0,5351	0,91	2,8618	0,38
0,579	0,9	2,9057	0,37
0,6229	0,89	2,9496	0,36
0,6668	0,88	2,9935	0,35
0,7107	0,87	3,0374	0,34
0,7546	0,86	3,0813	0,33
0,7985	0,85	3,1252	0,32
0,8424	0,84	3,1691	0,31
0,8863	0,83	3,213	0,3
0,9302	0,82	3,2569	0,29
0,9741	0,81	3,3008	0,28
1,018	0,8	3,3447	0,27
1,0619	0,79	3,3886	0,26
1,1058	0,78	3,4325	0,25
1,1497	0,77	3,4764	0,24
1,1936	0,76	3,5203	0,23
1,2375	0,75	3,5642	0,22
1,2814	0,74	3,6081	0,21
1,3253	0,73	3,652	0,2
1,3692	0,72	3,6959	0,19
1,4131	0,71	3,7398	0,18
1,457	0,7	3,7837	0,17
1,5009	0,69	3,8276	0,16
1,5448	0,68	3,8715	0,15
1,5887	0,67	3,9154	0,14
1,6326	0,66	3,9593	0,13
1,6765	0,65	4,0032	0,12
1,7204	0,64	4,0471	0,11
1,7643	0,63	4,091	0,1
1,8082	0,62	4,1349	0,09
1,8521	0,61	4,1788	0,08
1,896	0,6	4,2227	0,07
1,9399	0,59	4,2666	0,06
1,9838	0,58	4,3105	0,05
2,0277	0,57	4,3544	0,04
2,0716	0,56	4,3983	0,03
2,1155	0,55	4,4422	0,02
2,1594	0,54	4,4861	0,01
2,2033	0,53	4,53	0
2,2472	0,52		
2,2911	0,51		
2,335	0,5		
2,3789	0,49		

7.5.2 Tabela de normalização índice de tamanho

Tabela normalização Índice extensão áreas de corais (-+0,01)		Area	índice	Area	índice	Area	índice
Area	índice	184,89	0,72	348,20	0,43	509,72	0,15
21,586	1,000	186,69	0,71	350,00	0,43	511,51	0,15
23,381	0,997	188,48	0,71	351,79	0,42	513,31	0,14
25,176	0,994	190,28	0,71	353,59	0,42	515,10	0,14
26,970	0,991	192,07	0,70	355,38	0,42	516,89	0,14
28,765	0,988	193,87	0,70	357,18	0,42	518,69	0,13
30,559	0,984	195,66	0,70	358,97	0,41	520,48	0,13
32,354	0,981	197,46	0,69	360,76	0,41	522,28	0,13
34,149	0,978	199,25	0,69	362,56	0,41	524,07	0,12
35,943	0,975	201,05	0,69	364,35	0,40	525,87	0,12
37,738	0,972	202,84	0,68	366,15	0,40	527,66	0,12
39,532	0,969	204,64	0,68	367,94	0,40	529,46	0,12
41,327	0,966	206,43	0,68	369,74	0,39	531,25	0,11
43,122	0,962	208,22	0,67	371,53	0,39	533,05	0,11
44,916	0,959	210,02	0,67	373,33	0,39	534,84	0,11
46,711	0,956	211,81	0,67	375,12	0,38	536,64	0,10
48,505	0,953	213,61	0,67	376,92	0,38	538,43	0,10
50,300	0,950	215,40	0,66	378,71	0,38	540,22	0,10
52,095	0,947	217,20	0,66	380,51	0,37	542,02	0,09
53,889	0,944	218,99	0,66	382,30	0,37	543,81	0,09
55,684	0,941	220,79	0,65	384,09	0,37	545,61	0,09
57,478	0,937	222,58	0,65	385,89	0,37	547,40	0,08
59,273	0,934	224,38	0,65	387,68	0,36	549,20	0,08
61,067	0,931	226,17	0,64	389,48	0,36	550,99	0,08
62,862	0,928	227,96	0,64	391,27	0,36	552,79	0,07
64,657	0,925	229,76	0,64	393,07	0,35	554,58	0,07
66,451	0,922	231,55	0,63	394,86	0,35	556,38	0,07
68,246	0,919	233,35	0,63	396,66	0,35	558,17	0,07

Tabela normalização Índice extensão áreas de corais (-+0,01)		Area	índice	Area	índice	Area	índice
70,040	0,916	235,14	0,63	398,45	0,34	559,96	0,06
71,835	0,912	236,94	0,62	400,25	0,34	561,76	0,06
73,630	0,909	238,73	0,62	402,04	0,34	563,55	0,06
75,424	0,906	240,53	0,62	403,84	0,33	565,35	0,05
77,219	0,903	242,32	0,62	405,63	0,33	567,14	0,05
79,013	0,900	244,12	0,61	407,42	0,33	568,94	0,05
80,808	0,897	245,91	0,61	409,22	0,32	570,73	0,04
82,603	0,894	247,71	0,61	411,01	0,32	572,53	0,04
84,397	0,891	249,50	0,60	412,81	0,32	574,32	0,04
86,192	0,887	251,29	0,60	414,60	0,32	576,12	0,03
87,986	0,884	253,09	0,60	416,40	0,31	577,91	0,03
89,781	0,881	254,88	0,59	418,19	0,31	579,71	0,03
91,576	0,878	256,68	0,59	419,99	0,31	581,50	0,02
93,370	0,875	258,47	0,59	421,78	0,30	583,29	0,02
95,165	0,872	260,27	0,58	423,58	0,30	585,09	0,02
96,959	0,869	262,06	0,58	425,37	0,30	586,88	0,02
98,754	0,866	263,86	0,58	427,16	0,29	588,68	0,01
100,549	0,862	265,65	0,57	428,96	0,29	590,47	0,01
102,343	0,859	267,45	0,57	430,75	0,29	592,27	0,01
104,138	0,856	269,24	0,57	432,55	0,28	594,06	0,00
105,932	0,853	271,04	0,57	434,34	0,28	595,86	0,00
107,727	0,850	272,830	0,562	436,138	0,278		
109,522	0,847	274,624	0,559	437,932	0,275		
111,316	0,844	276,419	0,556	439,727	0,272		
113,111	0,841	278,213	0,553	441,522	0,269		
114,905	0,837	280,008	0,550	443,316	0,266		
116,700	0,834	281,803	0,547	445,111	0,262		
118,495	0,831	283,597	0,544	446,905	0,259		
120,289	0,828	285,392	0,541	448,700	0,256		
122,084	0,825	287,186	0,537	450,495	0,253		
123,878	0,822	288,981	0,534	452,289	0,250		
125,673	0,819	290,776	0,531	454,084	0,247		
127,468	0,816	292,570	0,528	455,878	0,244		
129,262	0,812	294,365	0,525	457,673	0,241		
131,057	0,809	296,159	0,522	459,468	0,237		
132,851	0,806	297,954	0,519	461,262	0,234		
134,646	0,803	299,749	0,516	463,057	0,231		
136,440	0,800	301,543	0,512	464,851	0,228		
138,235	0,797	303,338	0,509	466,646	0,225		
140,030	0,794	305,132	0,506	468,441	0,222		
141,824	0,791	306,927	0,503	470,235	0,219		
143,619	0,787	308,722	0,500	472,030	0,216		
145,413	0,784	310,516	0,497	473,824	0,212		
147,208	0,781	312,311	0,494	475,619	0,209		
149,003	0,778	314,105	0,491	477,414	0,206		
150,797	0,775	315,900	0,487	479,208	0,203		
152,592	0,772	317,695	0,484	481,003	0,200		
154,386	0,769	319,489	0,481	482,797	0,197		

Tabela normalização Índice extensão áreas de corais (-+0,01)		Area	índice	Area	índice
156,181	0,766	321,284	0,478	484,592	0,194
157,976	0,762	323,078	0,475	486,387	0,191
159,770	0,759	324,873	0,472	488,181	0,187
161,565	0,756	326,668	0,469	489,976	0,184
163,359	0,753	328,462	0,466	491,770	0,181
165,154	0,750	330,257	0,462	493,565	0,178
166,949	0,747	332,051	0,459	495,359	0,175
168,743	0,744	333,846	0,456	497,154	0,172
170,538	0,741	335,641	0,453	498,949	0,169
172,332	0,737	337,435	0,450	500,743	0,166
174,127	0,734	339,230	0,447	502,538	0,162
175,922	0,731	341,024	0,444	504,332	0,159
177,716	0,728	342,819	0,441	506,127	0,156
179,511	0,725	344,614	0,437	507,922	0,153
181,305	0,722	346,408	0,434		
183,100	0,719				
184,895	0,716				
186,689	0,712				
188,484	0,709				
190,278	0,706				
192,073	0,703				
193,868	0,700				
195,662	0,697				
197,457	0,694				
199,251	0,691				
201,046	0,687				
202,840	0,684				
204,635	0,681				
206,430	0,678				
208,224	0,675				
210,019	0,672				
211,813	0,669				
213,608	0,666				
215,403	0,662				
217,197	0,659				
218,992	0,656				
220,786	0,653				
222,581	0,650				
224,376	0,647				
226,170	0,644				
227,965	0,641				
229,759	0,637				
231,554	0,634				
233,349	0,631				
235,143	0,628				
236,938	0,625				
238,732	0,622				
240,527	0,619				
242,322	0,616				
244,116	0,612				
245,911	0,609				
247,705	0,606				
249,500	0,603				
251,295	0,600				
253,089	0,597				
254,884	0,594				

Tabela de Normalização índices de temperatura e concentração de CO₂

TABELA NORMALIZAÇÃO INDICES DE ACIDEZ		TABELA NORMALIZAÇÃO INDICES DE TEMPERATURA	
ACIDEZ ppm	INDICE	TEMPERATURA °C	INDICE
280	0	26	0
300	0,071	27	0,25
320	0,14	27,2	0,3
340	0,21	27,4	0,35
360	0,28	27,6	0,4
380	0,36	27,8	0,45
400	0,42	28	0,5
420	0,5	29	0,75
440	0,57	30	1
460	0,64		
480	0,711		
500	0,782		
520	0,85		
540	0,93		
560	1		