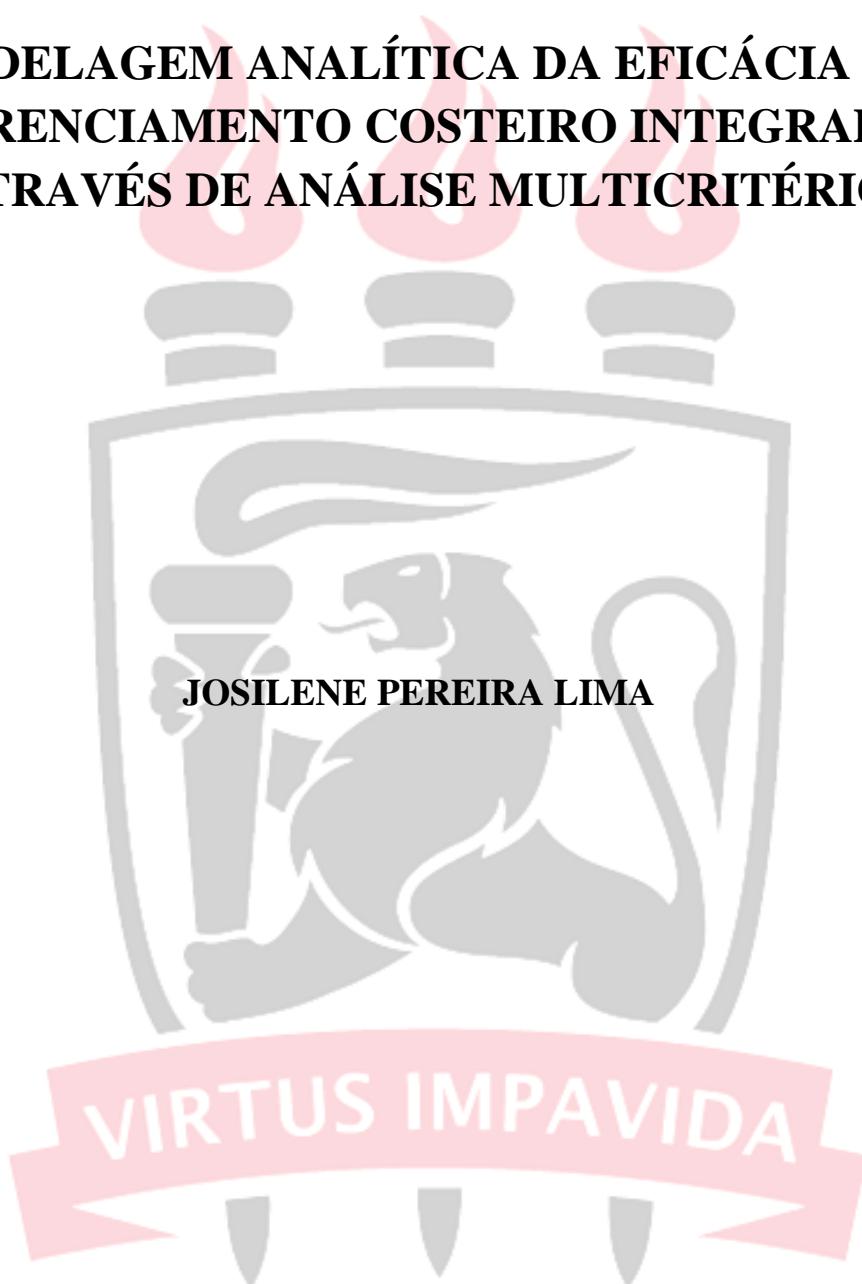


---

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO – UFPE  
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CARTOGRÁFICA - DECART  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS GEODÉSICAS E  
TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO

---

**MODELAGEM ANALÍTICA DA EFICÁCIA DO  
GERENCIAMENTO COSTEIRO INTEGRADO  
ATRAVÉS DE ANÁLISE MULTICRITÉRIO**



RECIFE, 2015

---

**JOSILENE PEREIRA LIMA**

**MODELAGEM ANALÍTICA DA EFICÁCIA DO  
GERENCIAMENTO COSTEIRO INTEGRADO ATRAVÉS DE  
ANÁLISE MULTICRITÉRIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologia, do Centro de Tecnologias e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco-UFPE, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação.

**Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Mikosz Gonçalves**

Recife  
2015

---

Catalogação na fonte  
Bibliotecária Margareth Malta, CRB-4 / 1198

L732m Lima, Josilene Pereira.

Modelagem analítica da eficácia do gerenciamento costeiro integrado através de análise multicritério / Josilene Pereira Lima . - Recife: O Autor, 2015.

85 folhas, il., gráfs., tabs.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Mikosz Gonçalves.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, 2015.

Inclui Referências e anexos.

1. Engenharia Cartográfica. 2. Cartografia costeira. 3. Gerenciamento costeiro integrado. 4. Análise multicritério. 5. *Analytic Hierarchy Process* - AHP. I. Gonçalves, Rodrigo Mikosz. (Orientador). II. Título.

UFPE

526.1 CDD (22. ed.)

BCTG/2015-163

**“MODELAGEM ANALÍTICA DA EFICÁCIA DO GERENCIAMENTO COSTEIRO  
INTEGRADO ATRAVÉS DE ANÁLISE MULTICRITÉRIO”**

**POR**

**JOSILENE PEREIRA LIMA**

Dissertação defendida e aprovada em 10/03/2015.

Banca Examinadora:

---

**Prof. Dr. RODRIGO MIKOSZ GONÇALVES**

Departamento de Engenharia Cartográfica - Universidade Federal de Pernambuco

---

**Profa. Dra. ANDREA FLÁVIA TENÓRIO CARNEIRO**

Departamento de Engenharia Cartográfica - Universidade Federal de Pernambuco

---

**Prof. Dr. PEDRO DE SOUZA PEREIRA**

Departamento de Oceanografia - Universidade Federal de Pernambuco

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por todas as bênçãos recebidas, pelo dom da vida, pela minha saúde e por me prover da persistência necessária para atingir os objetivos ao longo do meu caminho.

Aos meus pais, Josinete e João pela base e educação. As minhas irmãs, Jacinete e Jocilene pela amizade e paciência.

Aos professores do Departamento de Engenharia Cartográfica pelos conhecimentos adquiridos, em especial ao meu orientador Prof. Dr. Rodrigo Mikosz pela orientação, ensinamentos, compreensão e paciência. Muito obrigada por tudo.

À Elizabeth Galdino, por sempre receber com um tanta atenção!

Aos professores componentes das bancas: Dra. Monica Ferreira da Costa, Dr. Marcio Augusto Reolon Schmidtt. Dra. Andrea Flávia Tenório Carneiro e ao Dr. Pedro de Souza Pereira pelas contribuições na pesquisa.

A todos que fizeram parte da turma do curso de Pos Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologia da Geoinformação 2013.1 pela amizade e companheirismo. Em especial à Lilian Nina por sua parceria e amizade.

A equipe da Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade – SEMAS (Andrea Olinto, Vanessa Lira e Alan Oliveira pela colaboração. A Maria das Neves do ITEP pela disponibilidade.

A todos que contribuíram de alguma forma: aos amigos do ABIEL, a minha amiga Claudiana Leal pelos ensinamentos e apoio; a João Alexandre, Pamela Stevens e Julie Eugênio, amigos mais que especiais do Curso de Tecnologia em Geoprocessamento, obrigada pelo carinho de sempre.

A todos, muito obrigada!

## RESUMO

A gestão integrada da zona costeira (do inglês *Integrated Coastal Zone Management – ICZM*) envolve uma abordagem integrada de elementos naturais e antrópicos e deve ser organizada para minimizar os conflitos e utilizar os recursos de forma sustentável. O gerenciamento costeiro integrado pode ser considerado como um processo administrativo permanente onde as ações tomadas, podem ou não serem eficazes para uma comunidade, um estuário ou a costa de uma nação inteira. A partir da definição sobre ICZM e demais legislações brasileiras foram identificadas algumas possíveis variáveis para fazer parte de um modelo de avaliação da eficácia do gerenciamento costeiro integrado. A avaliação da eficácia foi determinada pela análise multicritério através do método *Analytic Hierarchy Process – AHP*, considerando níveis hierárquicos distribuídos em critérios sociais, econômicos e ambientais, totalizando 11 variáveis. Os critérios para estabelecer os pesos entre as variáveis, foram estabelecidos através de um questionário aplicado a um especialista em gerenciamento costeiro. A saída deste modelo representa um valor numérico, considerando a variação entre 0,000 e 1,000, onde a medida que a nota aumenta melhores são as condições associadas a gestão costeira integrada. Após desenvolvido o modelo analítico, dados amostrais considerando informações espaciais obtidas por sensoriamento remoto e estatísticas obtidas pelo censo do IBGE (2000 e 2010) foram aplicadas ao município da Ilha de Itamaracá-PE. Os resultados numéricos encontrados para este estudo de caso foram 0,344 e 0,401 para os anos de 2000 e 2010 respectivamente. Para analisar os resultados foram considerados um limiar mínimo e máximo da eficácia do gerenciamento costeiro integrado tendo como referência informações das variáveis encontradas para os municípios pertencentes a zona costeira de Pernambuco onde foram obtidos os valores 0,279 e 0,650 representando a variação mínima e máxima encontrada para este Estado. Por fim uma análise separada de cada variável foi efetuada através da construção de mapas temáticos e comparações de informações numéricas identificando assim, o comportamento individual de cada variável no modelo analítico. Destaca-se que a aplicação do método de avaliação multicritério AHP para este estudo de análise da eficácia do gerenciamento costeiro integrado demonstrou ser uma importante ferramenta para diagnosticar e fornecer subsídios à tomada de decisão em ambientes costeiros.

Palavras chaves: Cartografia costeira. Gerenciamento costeiro integrado. Análise multicritério. *Analytic Hierarchy Process – AHP*.

## ABSTRACT

The Integrated Coastal Zone Management (ICZM) involves an integrated approach of natural and anthropic elements and it should be organized to minimize conflicts and apply resources in a sustainability way. The integrated coastal management can be considered as a permanent administrative process where the actions taken, may or may not be effective for a community, an estuary or the coast of an entire nation. From the definition of ICZM and other Brazilian laws was identified a number of possible variables to be part of an evaluation model for the effectiveness of integrated coastal zone management. The efficacy was determined by multi-criteria analysis using the method Analytic Hierarchy Process - AHP considering hierarchical levels distributed in social, economic and environmental criteria, a total of 11 variables. The criteria for establishing the weights between variables were established through an inquiry requested to a specialist in coastal management. The output of this model is a numerical value, considering the variation between 0.000 and 1.000, with the increasing of this score represents a better condition related to integrate coastal zone management. After the analytical model developed, sample data considering spatial information obtained by remote sensing and statistics obtained by the IBGE (Brazilian Institute of Geography and Statistics) census (2000 and 2010) were applied to the municipality of Itamaracá Island - PE. The numerical results for this case study were 0.344 and 0.401 for the years 2000 and 2010 respectively. To analyse the results were considered a minimum and maximum threshold of ICZM effectiveness having as reference information found for the variables considering all Pernambuco coastal zone municipalities, were was obtained 0.279 and 0.650 representing the minimum and maximum variation found for this state. Finally a separate analysis of each variable was performed by building thematic maps and numerical comparisons identifying the behaviour of each variable in the analytical model. It is noteworthy that the application of multi-criteria evaluation method AHP for this study case using ICZM effectiveness has proven to be an important tool to diagnose and provide subsidies to decision making in coastal environments.

Keywords: Coastal mapping. Integrated Coastal Zone Management (ICZM). Multi-criteria analysis. Analytic Hierarchy Process - AHP.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - As etapas da política cíclica do ICZM.....	19
Figura 2 - Estruturação da gestão costeira no Brasil.....	26
Figura 3 - Zona Costeira do Brasil .....	28
Figura 4 - Estruturação da gestão costeira em Pernambuco.....	30
Figura 5 - Municípios litorâneos e estuarinos de Pernambuco.....	31
Figura 6 - Estrutura Hierárquica genérica de problemas de decisão .....	36
Figura 7- Exemplo de Matriz de julgamentos .....	37
Figura 8 - Mapa de localização do município da Ilha de Itamaracá.....	43
Figura 9 - Dados populacionais do município da Ilha de Itamaracá .....	44
Figura 10 - Modelo para analisar a eficácia do ICZM .....	45
Figura 11 - Estrutura hierárquica das variáveis .....	52
Figura 12 - Pilares da sustentabilidade .....	52
Figura 13 - Valor da eficácia máxima e mínima .....	57
Figura 14 - Mapa do Abastecimento de água do município da Ilha de Itamaracá para os anos 2000 e 2010. ....	60
Figura 15 - Mapa de resíduos sólidos do município da Ilha de Itamaracá para os anos 2000 e 2010. ....	61
Figura 16 - Mapa do sistema de esgotamento sanitário do município da Ilha de Itamaracá para os anos 2000 e 2010. ....	63
Figura 17 - Mapa das áreas preservadas do município da Ilha de Itamaracá para os anos 2000 e 2010. ....	64
Figura 18 - Valores do IDH M do município da Ilha de Itamaracá para os anos 2000 e 2010. ....	65
Figura 19 – Mapa de evolução da posição da linha de costa do município da Ilha de Itamaracá considerado para os anos 2000 e 2010. ....	66
Figura 20 - Eficácia ICZM para o ano 2000.....	67
Figura 21 - Eficácia ICZM para o ano 2010.....	68

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 - Ações essenciais que correspondem aos passos do ciclo de gerenciamento costeiro integrado .....	20
Quadro 2 - Número de Comparações .....	38
Quadro 3 - Valores numéricos dos indicadores .....	51
Quadro 4 - Pesos das variáveis .....	54
Quadro 5 - Valores dos indicadores máximo e mínimos. ....	56

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Escala Fundamental de Saaty para julgamentos comparativos.....	37
Tabela 2 - Consistências médias de matrizes aleatórias (índice aleatório - RI – valores).....	40

---

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
1.1 Objetivo Geral .....	14
1.2 Objetivos Específicos.....	14
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	15
2.1 <i>Integrated Coastal Zone Management – ICZM</i> .....	15
2.2 Evolução e desafios do gerenciamento costeiro no Brasil.....	21
2.2.1 Gerenciamento costeiro no Brasil .....	21
2.2.2 Definição dos limites da Zona Costeira no Brasil.....	27
2.2.3 Desafios do gerenciamento costeiro no Brasil .....	28
2.2.4 Gerenciamento Costeiro do Estado de Pernambuco .....	30
2.3 Análise Multicritério.....	34
2.3.1 Processo decisório .....	34
2.3.2 Métodos multicritério de apoio à decisão .....	34
2.4 <i>Analytic Hierarchy Process – AHP</i> .....	35
2.5 Área de estudo .....	43
3 ELABORAÇÃO DO MODELO PARA ANALISAR A EFICÁCIA DO ICZM .....	45
3.1 Materiais - informações geográficas da área de estudo .....	45
3.2 Definição das variáveis .....	46
3.3 Configuração das variáveis.....	48
3.4 Cálculo dos indicadores .....	50
3.5 Construção do método AHP .....	51
3.5.1 Estruturação hierárquica das variáveis .....	51
3.5.2 Atribuição de pesos .....	54
3.5.3 Comparação “par a par” .....	55
3.6 Saída analítica do modelo .....	55
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	56
4.1 Eficácia do Gerenciamento Costeiro .....	57
4.2 Comparação entre os indicadores do Gerenciamento Costeiro na Ilha de Itamaracá.....	59
4.3 Análise comparativa entre a eficácia do ICZM .....	67
5 CONCLUSÕES .....	70
6 RECOMENDAÇÕES.....	71
REFERÊNCIAS .....	72
ANEXOS .....	78

## 1 INTRODUÇÃO

A zona costeira é composta por uma estreita faixa de planícies costeiras e extensa área de águas costeiras tornando-se o principal local para o desenvolvimento de diversas atividades econômicas. Em nível global, as zonas costeiras compreendem 20% da superfície da Terra e aproximadamente 50% da população mundial vivem em áreas costeiras (UNITED NATIONS, 2002).

As zonas costeiras com sua diversidade de características naturais, favorável a termos de biodiversidade, clima, fertilidade e acessibilidade, atraem diversas atividades, tais como: lazer, turismo, moradias, comércio, indústria, consequentemente, há uma tendência para uso e ocupação excessiva deste território (PINHO et al., 2007). De acordo com dados do censo demográfico brasileiro realizado em 2010, cerca de 26,6% da população, o equivalente a 50,7 milhões de habitantes estão inseridos em municípios da zona costeira (IBGE, 2010).

A região costeira brasileira apresenta um quadro preocupante em relação à degradação ambiental, especialmente, em regiões próximas aos grandes centros urbanos (ASMUS, 2006), onde é possível observar problemas relacionados com: erosão costeira, inundações, degradação de habitats, poluição, entre outros (COASTLEARN, 2012).

Para que um ambiente possa atender as demandas de todos os habitantes é necessário um controle e planejamento das diversas atividades que ocorrem de forma a atender às necessidades da população, respeitando os limites de sustentação natural. Dessa forma, é necessário estabelecer condutas para a vida harmoniosa entre os cidadãos (CASSILHA, 2009).

A gestão integrada da zona costeira (do inglês *Integrated Coastal Zone Management – ICZM*) é um conceito que envolve um processo para a gestão da zona costeira, utilizando uma abordagem integrada dos elementos naturais e antrópicos que atuam na zona costeira com o intuito de alcançar a sustentabilidade. De acordo com Misdorp (2011) o ICZM envolve a avaliação global, estabelece os objetivos, realiza planejamento e gestão de sistemas e recursos costeiros, considerando aspectos culturais, históricos e interesses de uso conflitante.

A iniciativa de uma gestão costeira integrada objetiva manter, restaurar ou melhorar as características específicas de ecossistemas costeiros. Ela deve atender as necessidades para o desenvolvimento e conservação em lugares geograficamente específicos, considerando características globais ou locais como, por exemplo: uma comunidade, um estuário ou a costa de uma nação inteira (OLSEN et al., 1997).

Uma importante iniciativa para gerenciar os sistemas costeiros vem sendo adotada no âmbito internacional, a exemplo da União Europeia, onde é possível verificar a importância de comissões para propor legislação, políticas e programas de ação ao Parlamento Europeu e ao Conselho da União Europeia. No que diz respeito ao ICZM é possível encontrar, por exemplo, documentos relacionados a ações estratégicas para a Europa (EUROPEAN COMMISSION, 2000), assim como recomendações (EUROPEAN COMMISSION, 2002).

No Brasil também existe legislações específicas para subsidiar o gerenciamento costeiro em função dos conflitos existentes e assim propor normas e estruturar políticas públicas destinadas à gestão costeira como é o caso da lei nº 7.661/88 que determina a elaboração do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro – PNGC.

O PNGC tem como finalidade primordial, o estabelecimento de normas gerais, visando à gestão ambiental da Zona Costeira do País, lançando as bases para a formulação de políticas, planos e programas estaduais e municipais (AGRA FILHO, 2006).

Asmus et al. (2006) relatam que em muitos casos a implementação do PNGC tem sido inconstante e desigual considerando as diferentes regiões da costa brasileira e os diferentes instrumentos previstos para sua completa implementação. Entre as principais fragilidades envolvidas estão os aspectos políticos, econômicos, institucionais, ecológicos, administrativos e espaciais.

Em nível estadual foi instituída a Lei de Gerenciamento Costeiro do Estado de Pernambuco sob nº 14.258/2010. Esta objetiva promover e apoiar a conservação, recuperação e o controle de áreas que sejam representativas dos ecossistemas da zona costeira, assim como incentivar o desenvolvimento de atividades que respeitem as limitações e as potencialidades dos recursos ambientais.

A criação de normas e recomendações é fundamental para a gestão integrada da zona costeira, contudo torna-se fundamental verificar se tais instrumentos vêm sendo aplicados de forma eficaz e quais são suas deficiências. Alguns trabalhos se preocupam com essa questão como é o caso do trabalho de Ehler (2003) propõe um conjunto de indicadores de aplicabilidade global, avaliando o desempenho nos processos de administração envolvidos na gestão integrada de áreas marinhas. A iniciativa decorreu de *workshops*, reunindo cientistas e gestores para o desenvolvimento de um guia com indicadores biofísico, socioeconômicos e administrativos com o intuito de avaliar a eficácia da gestão costeira em áreas marinhas protegidas.

Bowen (2003) aborda o uso de modelos conceituais na construção de indicadores socioeconômicos, fornecendo parâmetros para compreensão da dinâmica e da integração

social/ambiental. Destaca-se a necessidade de incluir no modelo a avaliação institucional, o entendimento dinâmico da comunidade e a avaliação de políticas. O modelo Pressão-Estado-Resposta, popularizado pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico – OCDE é um exemplo de uma estrutura de avaliação ambiental e tem contribuído para refinar e ampliar a abordagem.

Em Pickavera et al. (2004) é descrito um novo modelo de indicador para medir o progresso na implementação da gestão integrada da zona costeira. A metodologia utilizada reconhece que o ciclo de gestão ICZM pode ser dividido numa série de ações classificados como discretas. As ações, 26 no total, não são completamente exaustivas, mas abrangente o suficiente para permitir que o progresso no ICZM seja mensurado. Destacando que uma análise comparativa pode ser conduzida por uma avaliação com base em critérios semi-quantitativos.

Muitos dos modelos citados anteriormente são avaliados a partir de dados globais e através de indicativos se uma determinada tarefa foi concluída com sucesso ou não. A complexidade espacial e características físicas locais para gestão costeira devem ser levadas em consideração.

Desta forma, este trabalho visa elaboração de uma modelagem analítica, levando em consideração aspectos socioeconômicos e ambientais, como também fazendo o uso de geotecnologias através da construção de mapas temáticos, para simular e avaliar a eficácia da gestão costeira integrada. Para isso, a presente pesquisa faz uso do modelo chamado *Analytic Hierarchy Process – AHP*, o qual é um método introduzido na década de 70 e que tem sido aplicado em vários problemas que envolvem processos de decisão.

A seguir são apresentados os objetivos gerais e específicos desta pesquisa, assim como a revisão de literatura no capítulo 2 onde é abordado os conceitos de ICZM, evolução, desafios do gerenciamento costeiro no Brasil e aspectos da análise multicritério. O capítulo 3 retrata os materiais e métodos. O capítulo 4 apresenta os resultados e discussões da pesquisa. Finalmente, no capítulo 5 encontram-se as conclusões.

## 1.1 Objetivo Geral

Elaborar um modelo utilizando o *Analytic Hierachy Process* – AHP para calcular a eficácia da aplicação do gerenciamento costeiro integrado para a Ilha de Itamaracá levando em consideração aspectos socioeconômicos e ambientais.

## 1.2 Objetivos Específicos

- Identificar as variáveis para a modelagem analítica considerando as normativas do MMA, a Lei de Gerenciamento Costeiro do Estado de Pernambuco, o estado da arte em ICZM e demais legislações pertinentes aplicadas ao Brasil;
- Propor uma modelagem utilizando o AHP através de conceitos de ICZM;
- Aplicar a modelagem para a Ilha de Itamaracá, PE, Brasil considerando amostras experimentais tendo como base os anos 2000 e 2010;
- Analisar os resultados da modelagem e propor ações para o aperfeiçoamento do ICZM.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 *Integrated Coastal Zone Management – ICZM*

A zona costeira pode ser caracterizada como um sistema que interliga os ambientes terrestres e marinhos com as atividades humanas representando um dos ambientes naturais mais dinâmicos e que se tornou o principal local de interação entre as atividades humanas.

O sistema costeiro possui as seguintes características (THIA-ENG, 1993):

- presença de habitats e ecossistemas (por exemplo, estuários, recifes de corais, manguezais, lagoas, baías, golfos), que fornecem bens (por exemplo, peixes, petróleo, gás, minerais) e serviços (por exemplo, a defesa natural contra tempestades e maremotos, recreação, transporte) para as comunidades costeiras. Estes sistemas produtivos e de defesa naturais são mantidos em equilíbrio ecológico através da interação de um conjunto de processos físicos, químicos e biológicos nos sistemas costeiros;
- competição de várias partes interessadas que utilizam os recursos terrestres e marinhos resultando muitas vezes em graves conflitos e destruição da integridade funcional dos recursos do sistema;
- suporte para maioria das economias nacionais dos Estados costeiros, com proporção significativa do produto nacional bruto, dependente de resultados das atividades costeiras; e
- normalmente tem alta concentração de assentamentos humanos sendo um local selecionado para a urbanização.

Dada à diversidade natural e à fragilidade do ambiente costeiro diante da demanda por recursos costeiros e dos impactos humanos (crescimento populacional, degradação dos habitats, múltiplos conflitos de uso dos recursos e a sobre-exploração dos recursos) combinada com as mudanças climáticas globais tem motivado conflitos entre usuários.

As zonas costeiras são áreas especialmente vulneráveis em muitas partes do mundo. Uma melhor compreensão das inter-relações entre as variáveis naturais e socioeconômicas é essencial para a gestão sustentável da zona costeira (FABRI, 1998).

De acordo com Post (1996), a gestão da zona costeira como uma atividade governamental formal, foi realizada pela primeira vez nos Estados Unidos em 1972, com a promulgação pelo Congresso da Lei de Gestão da Zona Costeira dos EUA. No final dos anos de 1970 e início dos anos 1980 alguns países reuniram esforços para realizar a gestão costeira,

mas não havia consenso no uso de terminologias e os programas não analisavam os eventos da zona costeira de forma abrangente.

A partir de meados da década de 1980, pela dificuldade em gerenciar algo tão complexo como a zona costeira, surgiu o conceito Gestão Integrada da Zona Costeira - GIZC com uma abordagem mais abrangente, com o intuito de compreender todas as atividades e recursos da zona costeira e como lidar com as questões econômicas e sociais, bem como as preocupações ambientais / ecológicas (POST, 1996).

Na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (UNCED), que ocorreu no Rio de Janeiro, em 1992, houve a inclusão de GIZC como uma das principais recomendações da Agenda 21, dando ao conceito a importância internacional e legitimidade política (CUMMINS et al., 2003).

A Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento aprovou a Agenda 21, a qual tratava dos compromissos assumido por 179 países. É um documento coletivo, um pacto social, que propõe atitudes e ações transformadoras para estabelecer um padrão de desenvolvimento sustentável para o século XXI. Entre os Planos de ação da Agenda 21, aprovado na Rio 92, está o capítulo 17 relacionado ao meio ambiente marinho e costeiro (POST, 1996).

O capítulo 17 da Agenda 21 estabelece os direitos e obrigações dos Estados e oferece a base internacional sobre a qual exerce a proteção e desenvolvimento sustentável do ambiente marinho e costeiro e dos seus recursos. Isso requer novas abordagens para a gestão e desenvolvimento da área marinha e costeira, nos níveis nacional, sub-regional, regional e global, como refletido nas seguintes áreas (UNITED NATIONS, 1992):

- a gestão integrada e o desenvolvimento sustentável das zonas costeiras, inclusive zonas econômicas exclusivas;
- a proteção do ambiente marinho;
- uso sustentável e conservação dos recursos marinhos vivos de alto mar;
- uso sustentável e conservação dos recursos marinhos vivos sob jurisdição nacional;
- análise das incertezas críticas para a gestão do ambiente marinho e mudança do clima;
- fortalecimento internacional, regional, cooperações e coordenações;
- desenvolvimento sustentável das pequenas ilhas.

A sustentabilidade envolve desenvolvimento econômico, social e respeito ao equilíbrio e às limitações dos recursos naturais. De acordo com o relatório da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, o desenvolvimento sustentável visa “ao atendimento das

necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras em satisfazer suas próprias necessidades”.

A gestão costeira integrada pode ser definida como um processo contínuo e dinâmico para alcançar o desenvolvimento sustentável das zonas costeiras e marinhas para reduzir a vulnerabilidade das zonas costeiras e os riscos naturais aos seus habitantes, e para manter os processos ecológicos essenciais, sistemas de suporte à vida, e da diversidade biológica em áreas costeiras e marinhas (CICIN-SAIN, 1998).

O ICZM implica um estilo que envolve e funciona em parceria com todos os segmentos da sociedade civil, exigindo a colaboração de todas as partes interessadas da zona costeira na concepção e na implementação de um modelo de desenvolvimento de interesse mútuo (EUROPEAN COMMISSION, 2000).

A integração é um aspecto essencial do sistema de gestão que garante não só a harmonia interna entre as políticas e ações, projetos e programas, mas também articula entre o processo de planejamento e implementação. Integração proporciona uma perspectiva mais abrangente e coerente de todo o programa ICZM ao concentrar os esforços para alcançar as metas do desenvolvimento sustentável (THIA-ENG, 1993).

De acordo com Post (1996) com uma gestão costeira integrada são maximizados os benefícios proporcionados pela zona costeira e minimizados os conflitos e os efeitos nocivos das atividades sobre o outro, sobre os recursos e sobre o meio ambiente.

De acordo com European Commission (2002), o ICZM é baseado em uma série de princípios, tais como:

- uma perspectiva geral ampla (temática e geográfica), tendo em vista a interdependência dos sistemas naturais e das atividades humanas com impacto sobre as zonas costeiras;
- uma perspectiva a longo prazo, considerando o princípio da precaução e a necessidade das gerações presente e futuras;
- uma gestão adaptativa num processo gradual que promove o ajuste conforme o início de um problema ou o desenvolvimento do conhecimento;
- considerar a especificidade local e a grande diversidade das zonas costeiras e possibilitar responder as suas necessidades reais com soluções específicas e medidas flexíveis;
- trabalhar com processos naturais e respeitar a capacidade de regeneração dos ecossistemas;
- envolver todas as partes envolvidas no processo de gestão;

- apoiar o envolvimento de entidades administrativas relevantes a nível nacional; e
- usar uma combinação de instrumentos desenvolvidos para facilitar a integração entre os objetivos das políticas setoriais com o planejamento e gerenciamento da política regional e local.

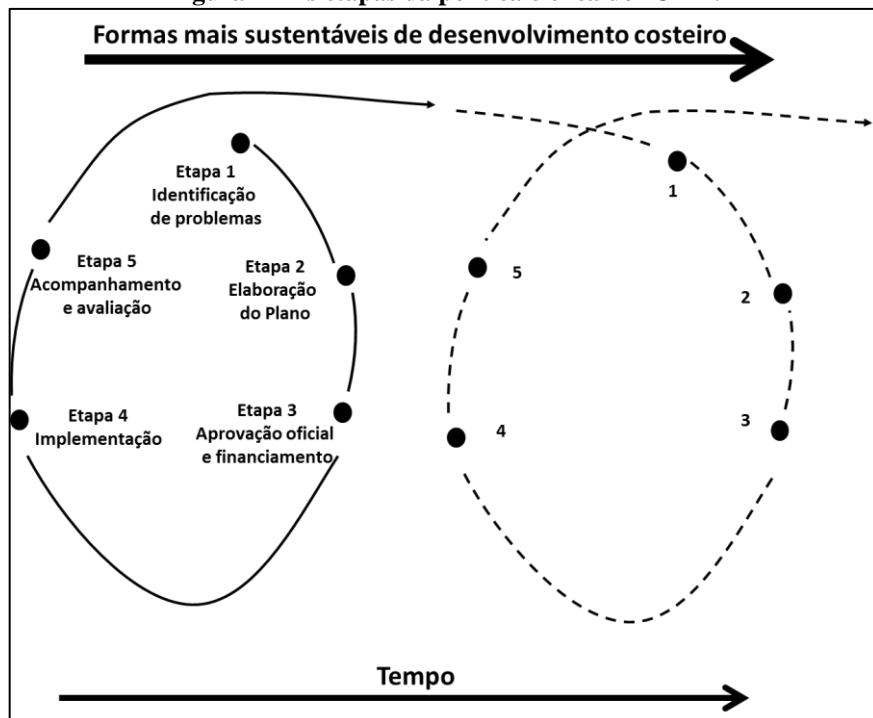
A necessidade de estabelecer um programa de gestão costeira integrada pode surgir por uma série de razões: esgotamento dos recursos costeiros e oceânicos; aumento da poluição, que ameaça a saúde pública e as atividades relacionadas ao uso da água; para aumentar os benefícios econômicos obtidos com a utilização da costa e do oceano; e o desejo de desenvolver outras atividades como a extração de petróleo em alto mar ou outros minerais, ou a aquicultura marinha.

Um plano de ICZM bem projetado para uma área pode promover o crescimento socioeconômico, preservando simultaneamente o equilíbrio ecológico. O processo de desenvolvimento de um plano de ICZM é complexo e resulta da existência de diferentes partes interessadas e de objetivos conflitantes. Além disso, as partes interessadas provêm de diversas disciplinas e influenciam nos conceitos dos planos de ICZM (VARGHESE et al., 2008).

As áreas costeiras têm suas particularidades locais, conforme afirma Cummins et al. (2003) e são formadas por diferentes fatores físicos, sociais, econômicos, biológicos e culturais. Como resultado não há um padrão para a implementação de uma solução ICZM. Desta forma, a implementação de uma política, programa ou projeto ICZM de uma região requer um número de estágios iterativos. Estas fases podem ser divididas em cinco etapas, como descrito por (OLSEN et al., 1997) (Figura 1).

1. Identificação de problemas
2. Elaboração do Plano
3. Aprovação oficial e financiamento
4. Implementação
5. Acompanhamento e avaliação

Figura 1 - As etapas da política cíclica do ICZM.



Fonte: OLSEN et. al., 1997

O processo começa na etapa 1, identificando e analisando as questões na extensão da zona costeira e assim começa a definir objetivos e preparar um plano de políticas e ações da etapa 2. Em seguida, a etapa 3 consiste na formalização através de uma lei, decreto ou convênio interinstitucional e a garantia de recursos para a implementação. Na etapa 4 são delineados os procedimentos e ações previstas na fase de formulação de políticas para se tornar operacional. Entre alguns mecanismos podem ser incluídos reuniões públicas, resolução de conflitos e procedimentos de fiscalização, enquanto as ações abrangem a construção de infraestrutura física, o fortalecimento das instituições e as disseminações de formas adequadas de utilização dos recursos. A etapa 5 é a avaliação formal e muitas vezes é ignorado ou mal executado. Nesta etapa, os resultados do processo de decisão política são comparados com o resultado desejado (OLSEN et al., 1997). No Quadro 1 são identificadas as ações prioritárias associadas a cada etapa.

**Quadro 1 - Ações essenciais que correspondem aos passos do ciclo de gerenciamento costeiro integrado**

Fases	Ações Essenciais
Fase 1 Identificação e Análise	<ul style="list-style-type: none"> <li>A. Identificar e avaliar os principais assuntos ambientais, sociais e institucionais e suas implicações.</li> <li>B. Identificar os principais atores (governamentais e não governamentais) e seus respectivos interesses.</li> <li>C. Verificar as lideranças governamentais e não-governamentais sobre os assuntos selecionados.</li> <li>D. Selecionar os assuntos sobre os quais se concentrarão os esforços da iniciativa de gerenciamento.</li> <li>E. Definir as metas do gerenciamento costeiro integrado.</li> </ul>
Fase 2 Preparação do Programa	<ul style="list-style-type: none"> <li>A. Realizar as pesquisas identificadas como prioritárias;</li> <li>B. Preparar o plano de gerenciamento e a estrutura institucional sobre as quais será implementada;</li> <li>C. Iniciar o desenvolvimento da capacidade técnica local.</li> <li>D. Planejar a sustentação financeira.</li> <li>E. Desenvolver ações de implementação em escala piloto (atividade demonstrativa em temas ou áreas relativamente novas de um programa, que se executa para desenvolver a experiência, criar interesse e capacidade para esforços de gerenciamento de maior escala, bem como com visão de futuro).</li> <li>F. Realizar programas de educação pública e conscientização.</li> </ul>
Fase 3: Adoção Formal e Financiamento	<ul style="list-style-type: none"> <li>A. Obter a aprovação governamental da proposta.</li> <li>B. Implementar o marco institucional básico do processo de Gerenciamento Costeiro Integrado e obter o respaldo governamental para os diversos arranjos institucionais.</li> <li>C. Prover os fundos requeridos para a implementação do programa.</li> </ul>
Fase 4 Implementação	<ul style="list-style-type: none"> <li>A. Modificar as estratégias do programa conforme seja necessário.</li> <li>B. Promover o cumprimento das políticas e estratégias do programa.</li> <li>C. Fortalecer o marco institucional e o marco legal do programa.</li> <li>D. Fortalecer o compromisso da administração do processo e dos atores de acordo com as estratégias e os resultados a serem obtidos.</li> <li>E. Fortalecer a capacidade gerencial, técnica e de gerenciamento financeiro do programa.</li> <li>F. Assegurar a construção e manutenção da infraestrutura física.</li> <li>G. Alimentar a participação aberta de quem respalda o programa.</li> <li>H. Implementar os procedimentos da resolução dos conflitos.</li> <li>I. Alimentar o apoio político e a presença do programa na agenda de grandes temas em nível local, estadual e nacional.</li> <li>J. Monitorar o desempenho do programa e as tendências do ecossistema.</li> </ul>
Fase 5: Avaliação	<ul style="list-style-type: none"> <li>A. Adaptar o programa a sua própria experiência, bem como às novas condições ambientais, políticas e sociais.</li> <li>B. Determinar os propósitos e impactos da avaliação.</li> </ul>

Fonte: OLSEN et al., 1997.

Programas de ICZM experientes são aquelas que já tenham concluído uma sequência de ciclos de gestão costeira para alcançar avanços em cenários e na integração entre setores (CUMMINS et al., 2003). Programas de gestão costeira tanto nos países desenvolvidos quanto nos países em desenvolvimento sugerem geralmente que a conclusão de um primeiro ciclo requer anos. Cada ciclo pode ser chamado de uma geração de um programa ICZM (OLSEN et al., 1997).

As políticas ICZM devem ser capazes de garantir uma maior gestão dos espaços costeiros na sua totalidade, compreendendo os processos naturais e a dinâmica dos espaços costeiros, observando os princípios do desenvolvimento sustentável.

## **2.2 Evolução e desafios do gerenciamento costeiro no Brasil**

### **2.2.1 Gerenciamento costeiro no Brasil**

O Brasil possui 8.500 km de linha costeira, abrangendo 17 estados litorâneos e concentrando 13 das 27 capitais brasileiras, algumas das quais são regiões metropolitanas, onde vivem milhões de pessoas (MMA, 2010). Além disso, ao longo do litoral brasileiro encontram-se os mais variados ecossistemas de alta relevância ambiental, que incluem recifes de corais, dunas, restingas, praias arenosas, costões rochosos, lagoas, estuários e marismas que abrigam inúmeras espécies da fauna e da flora.

Sendo o Brasil um país de formação colonial, a ocupação de seu território ocorreu no sentido dos núcleos costeiros para a hinterlândia. Dessa maneira, suas primeiras cidades e áreas de adensamento populacional se localizaram na zona litorânea, exatamente nos polos de difusão do povoamento interior (MORAES, 1999).

Historicamente as atividades econômicas foram concentradas ao longo da costa. Essas atividades incluem a extração e refino de petróleo, portos, agricultura, aquicultura, extração mineral, pesca, pecuária, reflorestamento, produção de sal, resorts de verão e turismo.

No entanto, os recursos costeiros terrestres e marinhos têm sofrido cada vez mais com a degradação do seu ambiente. Entre as principais causas têm-se o aumento da pressão populacional, a crescente urbanização, a industrialização e o turismo.

Diante da diversidade do ambiente natural e dos tipos de usos do espaço costeiro tornou-se necessário propor normas e estruturar políticas públicas destinadas à gestão dos espaços costeiros.

Torna-se, assim, imprescindível que, na esfera político-administrativa da jurisdição federal, sejam estabelecidos critérios e normas de ordem legal, que contribuam para o

ordenamento do espaço costeiro, a utilização de seus recursos e a racionalização das atividades socioeconômicas ou culturais desenvolvidas dentro de seus limites (CIRM, 1990).

A preocupação do governo brasileiro com a utilização dos recursos marítimos e dos espaços costeiros emerge, nos anos setenta, paralelamente, ao aparecimento de uma ótica ambiental no planejamento estatal realizado no país (MORAES, 1999).

Os instrumentos legais aqui apresentados constituíram importantes recursos na elaboração do arcabouço institucional do gerenciamento costeiro no Brasil, tais como:

- Política Nacional para os Recursos do Mar - PNRM;

A PNRM é instituída pelo decreto de 12/05/1980 e tem a Comissão Interministerial para os Recursos do Mar, como seu órgão de execução e coordenada pelo Ministério da Marinha.

- Política Nacional de Meio Ambiente - PNMA;

A PNMA foi instituída pela lei nº 6.938/81 tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no país, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana (BRASIL, 1981).

De acordo com o artigo 5 “as diretrizes da PNMA serão formuladas em normas e planos, destinados a orientar a ação dos Governos da União, dos Estados, do Distrito Federal, dos Territórios e dos Municípios no que se relaciona com a preservação da qualidade ambiental e manutenção do equilíbrio ecológico”.

- Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro - PNGC;

A Lei nº 7.661/88 institui o PNGC constitui-se da base legal fundamental do planejamento ambiental da zona costeira no Brasil com o objetivo de orientar a utilização racional dos recursos naturais na zona costeira de forma a contribuir para elevar a qualidade de vida de sua população e a proteção do seu patrimônio natural, histórico, étnico e cultural.

- Constituição Federal

A Constituição Federal se refere às funções essenciais e as regras que disciplina e enquadra as competências entre o governo federal, estados e municípios. No capítulo VI, artigo 225, da Constituição Brasileira (BRASIL, 1988), percebe-se a preocupação com o meio ambiente: "todos têm direito a um ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum

do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo ao Poder Público e para a população o dever de defender e preservá-lo para as gerações presentes e futuras ”.

Com relação a zona costeira, o Artigo 225, § 4º define como patrimônio nacional, e sua utilização dentro de condições que assegurem a preservação do meio ambiente, inclusive quanto ao uso dos recursos naturais. No seu Artigo 20, trata das praias marítimas como bens da União.

O patrimônio nacional constitui um interesse bem público, ou, como uma nação. A zona costeira é um patrimônio que interessa a todos os brasileiros e, por essa razão, a sua proteção, bem como seus recursos naturais, respeitando as peculiaridades de cada região, é vital (MARRONI, 2013).

#### - Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro I – PNGC I

A Resolução da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar nº 001/90 aprova a primeira versão do PNGC, definindo o detalhamento e operacionalização da lei nº 7.661/88. O plano previa três instrumentos de ação:

- a criação de um Sistema Nacional de Informações do Gerenciamento Costeiro composto de um banco de dados georeferenciado e da constituição de uma rede *on line* articulando todos os dezessete estados litorâneos;
- a implementação de um programa de zoneamento da zona costeira, executado de forma descentralizada pelos órgãos de meio ambiente estaduais, coordenados pelo governo federal;
- a elaboração, também descentralizada e participativa, de planos de gestão e programas de monitoramento para uma atuação mais localizada em áreas críticas ou de alta relevância ambiental na zona costeira (MORAES, 1999).

Mediante a vinculação da metodologia do zoneamento como atividade prioritária para a implementação dos demais instrumentos previstos (Sistema Nacional de Informações do Gerenciamento Costeiro, planos de ação e monitoramento) demandou a realização de uma revisão na metodologia e do modelo institucional.

Havia certa confusão quanto aos objetivos e finalidades do programa. A intenção era que o programa não fosse apenas restritivo a definição de áreas de preservação, mas indutor para haver áreas planejadas passíveis de serem exploradas. As atividades de coordenação não se encontravam bem definidas, deixando a esfera federal sem uma função clara no organograma de trabalho.

- Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro II – PNGC II

A Resolução CIRM nº5/97 estabelece PNGC II, que cria o Grupo de Integração do Gerenciamento Costeiro e do Subgrupo de Integração do Programa Estadual.

O PNGC II buscou estabelecer as bases para a continuidade das ações, de forma a consolidar os avanços obtidos e possibilitar o seu aprimoramento, mantendo a flexibilidade necessária para o atendimento da ampla diversidade de situações que se apresentam ao longo da extensa zona costeira brasileira.

O plano considera 7 instrumentos de gestão, sendo cinco de caráter técnico e dois de caráter normativo:

- O Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro, legalmente estabelecido, deve explicitar os desdobramentos do PNGC, visando à implementação da Política Estadual de Gerenciamento Costeiro, incluindo a definição das responsabilidades e procedimentos institucionais para a sua execução;
- O Plano Municipal de Gerenciamento Costeiro, legalmente estabelecido, deve explicitar os desdobramentos do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e do Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro II, visando à implementação da Política Municipal de Gerenciamento Costeiro, incluindo as responsabilidades e os procedimentos institucionais para a sua execução. O Plano Municipal de Gerenciamento Costeiro deve guardar estreita relação com os planos de uso e ocupação territorial e outros pertinentes ao planejamento municipal;
- O Sistema de Informações do Gerenciamento Costeiro, componente do Sistema Nacional de Informações sobre Meio Ambiente, se constitui em um sistema que integra informações do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro, proveniente de banco de dados, sistema de informações geográficas e sensoriamento remoto, devendo propiciar suporte e capilaridade aos subsistemas estruturados/gerenciados pelos Estados e Municípios;
- O Sistema de Monitoramento Ambiental da Zona Costeira se constitui na estrutura operacional de coleta de dados e informações, de forma contínua, de modo a acompanhar os indicadores de qualidade socioambiental da Zona Costeira e propiciar o suporte permanente dos Planos de Gestão;
- O Relatório de Qualidade Ambiental da Zona Costeira consiste no procedimento de consolidação periódica dos resultados produzidos pelo monitoramento ambiental e, sobretudo, de avaliação da eficiência e eficácia das medidas e ações da gestão desenvolvidas. Esse Relatório deverá ser elaborado, periodicamente, pela Coordenação Nacional do Gerenciamento Costeiro, a partir dos Relatórios desenvolvidos pelas Coordenações Estaduais;

- O Zoneamento Ecológico-Econômico Costeiro se constitui no instrumento balizador do processo de ordenamento territorial necessário para a obtenção das condições de sustentabilidade ambiental do desenvolvimento da Zona Costeira, em consonância com as diretrizes do Zoneamento Ecológico-Econômico do território nacional;
- O Plano de Gestão da Zona Costeira compreende a formulação de um conjunto de ações estratégicas e programáticas, articuladas e localizadas, elaboradas com a participação da sociedade, que visam à orientação da execução do gerenciamento costeiro. Esse plano poderá ser aplicado nos diferentes níveis de governo e em variadas escalas de atuação.

**- Regulamentação da Lei nº 7.661/88**

O decreto nº 5.300/04 regulamenta a Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988, que institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro, “define normas gerais visando a gestão ambiental da zona costeira do País, estabelecendo as bases para a formulação de políticas, planos e programas federais, estaduais e municipais”.

**- Política Nacional para os Recursos do Mar - PNRM**

A PNRM é implementada através de planos e programas plurianuais através do decreto nº 5.377/05, com a “finalidade orientar o desenvolvimento das atividades que visem à efetiva utilização, exploração e aproveitamento dos recursos vivos, minerais e energéticos do Mar Territorial, da Zona Econômica Exclusiva e da Plataforma Continental,” de acordo com os princípios do desenvolvimento sustentável. (BRASIL, 2005)

**- Plano Setorial para os Recursos do Mar - PSRM**

O PSRM com vigência plurianual constitui um dos desdobramentos da PNRM tendo por objetivos conhecer e avaliar as potencialidades do mar, bem como monitorar os recursos vivos e não vivos e os fenômenos oceanográficos e do clima das áreas marinhas sob jurisdição e de interesse nacional, visando à gestão, ao uso sustentável desses recursos e à distribuição justa e equitativa dos benefícios derivados dessa utilização (CIRM, 2015).

Desde a sua instituição o plano setorial possui oito versões, onde as seis primeiras versões o objetivo esteve centrado na geração de conhecimento sobre o ambiente marinho e no uso sustentável. O VII PSRM, que vigorou de 2008 a 2011, especificamente, ressaltou a dimensão socioeconômica e a qualidade do ambiente marinho, o reconhecimento do papel dos oceanos nas mudanças climáticas e a necessidade de articulação do governo, da comunidade científica, da iniciativa privada e da sociedade para contemplar o aproveitamento sustentável dos recursos do mar (CIRM, 2015).

Com vigência de 2012 a 2015, o VIII Plano Setorial para os Recursos do Mar, considerando os princípios da PNRM, constitui um aprimoramento de planos anteriores, introduzindo um novo modelo de gestão participativa e integrada com vários Ministérios, órgãos de fomento, comunidades acadêmica e científica e iniciativa privada.

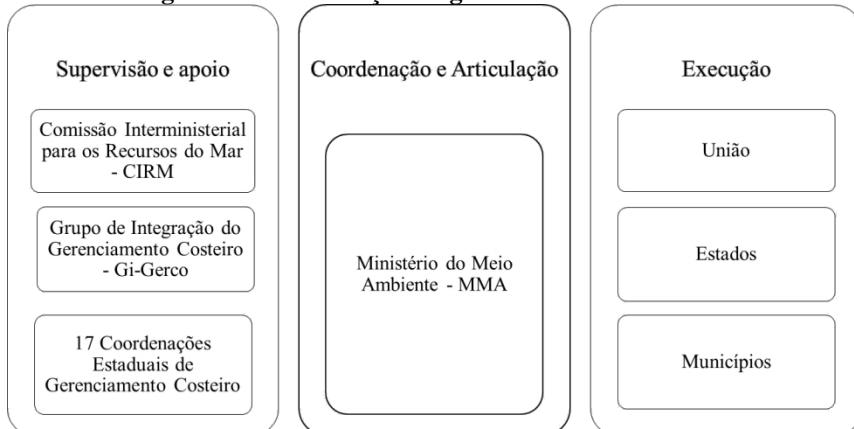
A implementação de políticas pertinentes à área oceânica do Brasil está orientada para o uso racional dos recursos da zona costeira-marítima, a fim de garantir a qualidade de vida da população costeira e para efetivamente proteger os ecossistemas existentes (MARRONI, 2013).

Marroni (2013) ainda salienta a melhoria dos recursos humanos como fator principal na formalização de políticas costeiras e marítimas, além da necessidade de políticas específicas para determinados espaços costeiros com o objetivo de melhorar as condições de vida da população de acordo com as peculiaridades regionais.

Além dos planos e políticas voltados diretamente para a gestão costeira, outros instrumentos também são incidentes sobre estas regiões como as Políticas de Recursos Hídricos, Resíduos Sólidos, Saneamento, a legislação sobre Patrimônio da União e o Estatuto das Cidades, além das ações relacionadas a áreas protegidas, pesca, exploração de recursos naturais, turismo, navegação e defesa nacional, entre outras.

Com vistas a apoiar a implementação do PNGC tem-se o Grupo de Integração do Gerenciamento Costeiro - Gi-Gerco, que promove a articulação das ações federais incidentes na zona costeira, a partir do Plano de Ação Federal, e o MMA, que articula ações federais com órgão a nível estadual e municipal (BRASIL, 2014) (Figura 2).

**Figura 2 - Estruturação da gestão costeira no Brasil.**



Fonte: (BRASIL, 2014)

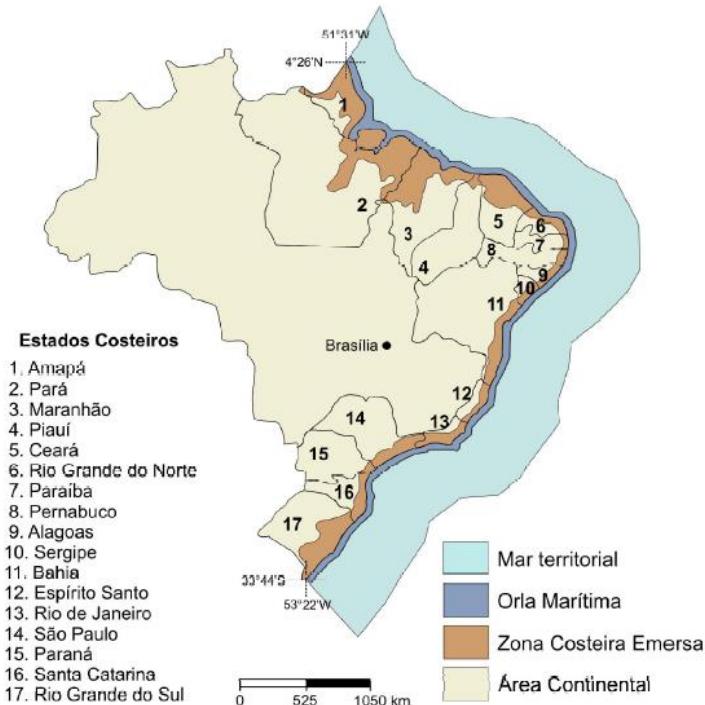
É clara a necessidade do poder público proceder a uma regulação política eficaz. A intervenção política necessária para detectar as consequências ecológicas da atividade econômica, para avaliar os custos das externalidades e para garantir mecanismos regulatórios que restrinjam, pelo menos, a forma como se dá a ocupação é, no entanto, frequentemente limitada pelos alinhamentos institucionais do Estado capitalista (VOIVODIC, 2007).

### **2.2.2 Definição dos limites da Zona Costeira no Brasil**

No PNGC I, os limites terrestres e marítimos da zona costeira eram estabelecidos nos Planos Estaduais de Gerenciamento Costeiro em função de suas características naturais e aspectos socioeconômicos. No PNGC II, o limite municipal passou a ser a unidade de delimitação da faixa terrestre da zona costeira e apresenta as seguintes vantagens: facilita o envolvimento do município e o estabelecimento de parcerias locais, viabiliza a descentralização de ações e favorece a utilização das informações disponíveis para a elaboração dos diagnósticos e estudos necessários à gestão.

Conforme o decreto nº 5.300/2004, a zona costeira brasileira tem-se seguintes limites (Figura 3):

- Faixa marítima: compreende o espaço, que se estende por doze milhas náuticas, medido a partir das linhas de base, compreendendo, dessa forma, a totalidade do mar territorial;
- Faixa terrestre: espaço compreendido pelos limites dos municípios, que sofrem influência direta dos fenômenos ocorrentes na zona costeira, a saber:
  - 1) os municípios defrontantes com o mar, assim considerados em listagem desta classe, estabelecida pelo Instituto Brasileiro de Geografia Estatística (IBGE);
  - 2) os municípios não defrontantes com o mar que se localizem nas regiões metropolitanas litorâneas;
  - 3) os municípios contíguos às grandes cidades e às capitais estaduais litorâneas, que apresentem processo de conurbação;
  - 4) os municípios próximos ao litoral, até 50 km da linha de costa, que aloquem, em seu território, atividades ou infraestruturas de grande impacto ambiental sobre a Zona Costeira, ou ecossistemas costeiros de alta relevância;
  - 5) os municípios estuarinos-lagunares, mesmo que não diretamente defrontantes com o mar, dada a relevância destes ambientes para a dinâmica marítimo-litorânea; e
  - 6) os municípios que, mesmo não defrontantes com o mar, tenham todos seus limites estabelecidos com os municípios referidos nas alíneas anteriores.

**Figura 3 - Zona Costeira do Brasil**

Fonte: (SOUZA, 2009).

### 2.2.3 Desafios do gerenciamento costeiro no Brasil

Os desafios no gerenciamento costeiro estão em como conciliar os conflitos econômicos e ambientais pelos múltiplos interesses em desenvolver atividades, explorar os recursos costeiros e como manter os ecossistemas ambientais.

De acordo com Agra Filho (2006) a dinâmica de articulação transversal ou de comprometimento das políticas públicas algumas vezes desenvolvidas pela coordenação nacional tem perdido fôlego, pois há uma descontinuidade gerada pelas mudanças de governo, consequentemente, dos interlocutores governamentais.

Do ponto de vista da coordenação nacional do PNCG, há dificuldades no sentido de que se desenvolva de forma descentralizada e harmônica entre os estados. Desta forma, apesar dos crescentes esforços, ainda é constatada uma falta de compatibilização das políticas públicas que incidem na zona costeira e dificuldades do rebatimento das políticas federais no nível dos estados e municípios (ASMUS et al., 2006).

Asmus et al. (2006) elencaram algumas dificuldade na implementação do PNGC relatadas a seguir:

- questões econômicas e de desenvolvimento – existência de precariedade nas estruturas de planejamento e saneamento nos municípios costeiros, que não

conseguem acompanhar o ritmo acelerado da ocupação de algumas áreas litorâneas. A questão fundiária também é apontada pelo valor dos terrenos do litoral, especialmente, próximos aos grandes centros urbanos;

- fragilidade na participação da sociedade nas ações do gerenciamento costeiro pelas dificuldades no estabelecimento de representações legítimas nos fóruns para tratar das questões costeiras, principalmente, no âmbito local;

- a ciência e a tecnologia, como suporte ao gerenciamento costeiro, ainda precisa de um maior desenvolvimento nos órgãos de gestão, onde tenha uma cultura de tecnologia referente à implantação e utilização de sistemas de informação georeferenciados. Quando se tem algum sistema de informação há dificuldades em ter seus sistemas alimentados com informações ambientais obtidas com frequência e a um custo acessível, e nem sempre há pessoal qualificado para estruturar e alimentar os sistemas de informação. A própria base de informação científica é deficitária. Para alguns locais da costa brasileira, o conhecimento do ambiente, quando existe de forma razoável, muitas vezes, é centrado na descrição de seus componentes ecológicos, econômicos e sociais, não avançando no entendimento dos processos dinâmicos que os produzem e moldam os ecossistemas costeiros;

- questões institucionais são graves como, por exemplo, as descontinuidades administrativas, que geram, muitas vezes, a perda de recursos e tempo gasto em atividades, que não são abortadas antes de sua efetivação; e

- há ainda um significativo descompasso entre a sofisticação dos instrumentos de gestão propostos e recomendados pelo programa nacional e a capacidade de atuação prática realizada pelos órgãos ambientais responsáveis por sua implementação. Muitas vezes, as atividades de planejamento (diagnósticos, monitoramento, oficinas de formulações participativas, etc) não são acompanhadas por ações de fiscalização e implementação, gerando um quadro de baixa concretização das metas estabelecidas pelos planos propostos.

Uma política nacional é considerada um requisito fundamental na forma de um conjunto de diretrizes e procedimentos, sobre o meio ambiente costeiro e a exploração de seus recursos naturais, para orientar a atividade de gerenciamento costeiro (XAVIER, 1994).

É fundamental a existência de um arcabouço legislativo e de instituições capazes de fornecerem subsídios técnicos para implementar programas, no entanto, eles devem ser transformados em ações efetivas que visem ao gerenciamento costeiro.

Atualmente, quanto a implementação dos instrumentos previstos no PNGC II, pode-se afirmar que 7 estados dispõem de marco legal que institui o Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro - PEGC, 15 já apresentam pelo menos um setor com zoneamento ecológico econômico costeiro - ZEEC consolidado e 12 têm institucionalizado a Comissão Técnica Estadual para a zona costeira (MMA, 2010).

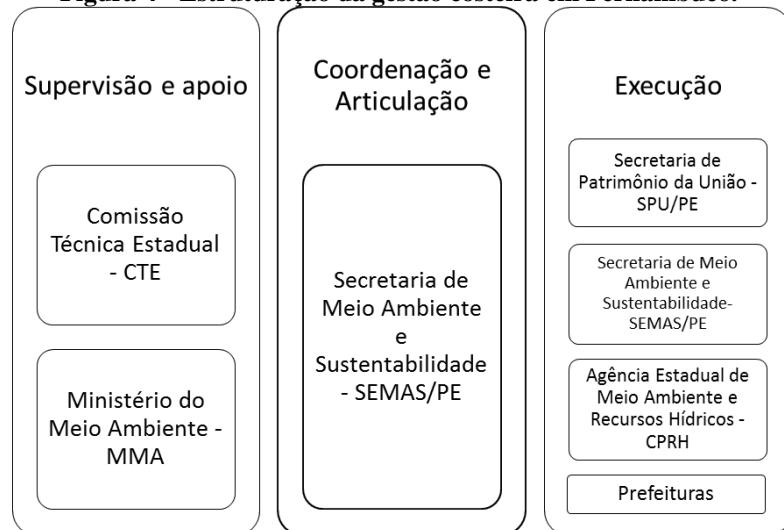
#### 2.2.4 Gerenciamento Costeiro do Estado de Pernambuco

O litoral do Estado de Pernambuco tem sido afetado nos últimos anos por processos costeiros e antrópicos, Segundo Manso et al. (2006) o crescimento demográfico exponencial na zona costeira do estado de Pernambuco acompanhado pela explosão desordenada das atividades turísticas, precipitaram a sua descaracterização, consideradas como irreversível em alguns setores de vários municípios.

Desta forma, as atividades desenvolvidas pelo gerenciamento costeiro no Estado de Pernambuco fornecem subsídios para a gestão ambiental e territorial do Estado, principalmente, para as atividades de controle, licenciamento e monitoramento ambiental, de forma a melhorar a qualidade do meio ambiente e gerar benefícios socioeconômicos.

O gerenciamento costeiro no Estado de Pernambuco é coordenado pela Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade – SEMAS, de maneira articulada com as três esferas do governo – os municípios, órgãos, instituições e organizações da sociedade, na qual vem aplicando os instrumentos de gestão do PNGC (Figura 4).

**Figura 4 - Estruturação da gestão costeira em Pernambuco.**



Fonte: (OLINTO et al., 2006).

A Zona Costeira de Pernambuco (Figura 5) se estende desde o município de Goiana, ao norte, até o de São José da Coroa Grande, ao sul, apresentando ecossistemas extremamente produtivos, onde ora se sucedem e ora se entrelaçam segmentos de planície recobertos pelos coqueirais, remanescentes de Mata Atlântica, restingas, praias, estuários com extensos manguezais, recifes de coral, coroas, falésias e ilhas (OLINTO et al., 2006).

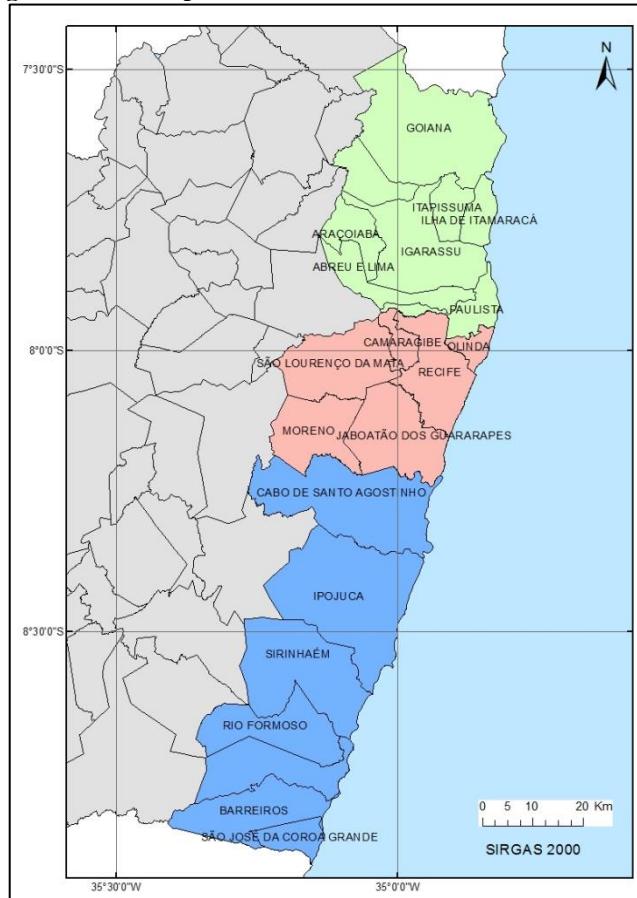
Para fins de gerenciamento, os 187 km de faixa costeira do Estado de Pernambuco, compreendendo 21 municípios, nos quais estão inseridos os municípios litorâneos e estuarinos, e os municípios integrantes da Região Metropolitana do Recife, foram delimitados em três setores:

I - Setor Norte, composto pelos Municípios: Goiana, Itamaracá, Igarassu, Araçoiaba, Abreu e Lima, Paulista, Itapissuma e Itaquitoinga;

II - Setor Núcleo Metropolitano, composto pelos Municípios: Recife, Olinda, Jaboatão dos Guararapes, São Lourenço da Mata, Camaragibe e Moreno; e

III - Setor Sul, composto pelos Municípios: Cabo de Santo Agostinho, Ipojuca, Sirinhaém, Rio Formoso, Tamandaré, Barreiros e São José da Coroa Grande.

**Figura 5 - Municípios litorâneos e estuarinos de Pernambuco**



O Gerenciamento Costeiro de Pernambuco - GERCO/PE vem atuando desde o ano de 1989 e conforme Olinto et al. (2006) tem como principal objetivo avaliar e orientar o processo de ocupação e uso do solo na zona costeira, através do planejamento participativo e de ações integradas de gestão, apoiadas pelo controle ambiental, licenciamento, fiscalização e monitoramento, com vistas a proteger os ecossistemas costeiros, fortalecendo as comunidades locais, de maneira a minimizar os conflitos, reverter as tendências de ocupação irregular e a potencializar as atividades sustentáveis.

O marco foi a implantação em 1990 da Companhia Pernambucana do Meio Ambiente - CPRH e do Programa de Gerenciamento Costeiro de Pernambuco tendo como um dos objetivos específicos elaborar o Zoneamento Ecológico-Econômico Costeiro do Estado de Pernambuco e, com base neste, estabelecer as normas de uso e ocupação do solo e de manejo dos recursos naturais na zona costeira, visando promover o desenvolvimento sustentável da área e a melhoria da qualidade de vida das populações locais (CPRH, 1999).

Desde então, foram executadas, dentre outras, as seguintes atividades neste setor:

- Estudo da Erosão Marinha Maracaípe (1995-1997);
- Diagnóstico Socioambiental ZEEC Litoral Sul (1997-1999);
- Diagnóstico Socioambiental ZEEC Litoral Norte (1999-2001);
- Plano de Gestão Integrada – Cabo Santo Agostinho, São José da Coroa Grande (2004);
- Plano de Gestão Integrada – Goiana, Rio Formoso, Sirinhaém, Tamandaré, Barreiros (2005);
- Plano de Gestão Integrada – Ilha de Itamaracá (2009-2010);
- Plano de Gestão Integrada – Paulista - Revisão São José da Coroa Grande (2013).

O Estado de Pernambuco institui a Política de Gerenciamento Costeiro, por meio da Lei nº 14. 258, de 23 de Dezembro de 2010, que tem o objetivo geral disciplinar e orientar a utilização dos recursos naturais da Zona Costeira do Estado de Pernambuco, através de instrumentos próprios, visando à melhoria da qualidade de vida das populações locais, à proteção dos ecossistemas, à beleza cênica do patrimônio natural, histórico e cultural.

**Objetivos específicos:**

- I - promover o equilíbrio ecológico, considerando o meio ambiente como patrimônio público a ser necessariamente protegido, tendo em vista o seu uso coletivo;
- II - promover o ordenamento do uso dos recursos naturais e da ocupação dos espaços costeiros, otimizando a aplicação dos instrumentos de controle e de gestão da zona costeira;
- III - planejar e estabelecer as diretrizes para a instalação e o gerenciamento das atividades socioeconômicas na zona costeira, de modo integrado, descentralizado e participativo, garantindo a utilização sustentável, por meio de medidas de controle, proteção, preservação e recuperação dos recursos naturais e dos ecossistemas costeiros e marinhos;
- IV - promover e apoiar a preservação, a conservação, a recuperação e o controle de áreas que sejam representativas dos ecossistemas da zona costeira;
- V - incentivar o desenvolvimento de atividades que respeitem as limitações e as potencialidades dos recursos ambientais e culturais, conciliando as exigências do desenvolvimento com a sua proteção;
- VI - fomentar o desenvolvimento de ações e de pesquisas relacionadas a medidas de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas na zona costeira;
- VII - apoiar a capacitação da comunidade para a participação ativa na defesa do meio ambiente e de sua melhor qualidade de vida;
- VIII - fortalecer as instituições de pesquisa meteorológica e climatológica, com definição de mecanismos para produção de conhecimento com base regionalizada, referente a fenômenos e mudanças climáticas na zona costeira;
- IX - fomentar o desenvolvimento de ações de monitoramento dos recursos naturais e ocupações da zona costeira;
- X - promover ações de recuperação e regeneração das praias;
- XI - promover a integração do Sistema Estadual de Informações do Gerenciamento Costeiro com os outros sistemas estaduais de meio ambiente, recursos hídricos e de uso do solo;
- XII - promover e apoiar a capacitação dos servidores dos municípios da zona costeira para fortalecer o controle urbano ambiental. (PERNAMBUCO, 2010)

As ações desenvolvidas pelo Estado de Pernambuco vêm potencializando atividades sustentáveis com medidas para reverter as tendências de ocupação irregular, valorizar a paisagem e os atrativos turísticos (OLINTO et al., 2006).

Na implementação do gerenciamento costeiro em Itamaracá foram construídos 2 importantes instrumentos do gerenciamento costeiro: o Plano de Gestão Integrada - PGI da Orla Marítima e o Zoneamento Ambiental e Territorial das Atividades Náuticas - ZATAN.

O PGI da orla marítima foi elaborado de forma participativa, envolvendo vários setores da sociedade civil e entidades governamentais. O PGI é um importante instrumento de gestão para orientar o processo de ordenamento da orla da Ilha de Itamaracá, através de ações compartilhadas, de maneira a assegurar os acessos públicos às praias, proteger os recursos naturais e garantir a implantação de atividades produtivas, de turismo e de lazer de forma sustentável.

O Zoneamento Ambiental e Territorial das Atividades Náuticas da Ilha de Itamaracá-ZATAN (Decreto nº 28/2012, de 14 de agosto de 2012) foi uma demanda do comitê Gestor do Projeto ORLA do município, visando implementar ações previstas no PGI de 2010. O

objetivo principal deste zoneamento é contribuir para o ordenamento das atividades náuticas da Ilha.

## **2.3 Análise Multicritério**

### **2.3.1 Processo decisório**

Normalmente as pessoas, seja em sua vida social seja em sua vida profissional, se deparam com um processo de tomada de decisão. Por certas vezes, configura-se como algo simples. No entanto, muitos desses processos são complexos, em função de diversas nuances, das incertezas associadas e dos fatores que as influenciam (COSTA, 2009).

Decisão é o processo de análise e escolha entre várias alternativas disponíveis do curso de ação, que a pessoa deverá seguir. O tomador de decisão está inserido em uma situação, pretende alcançar objetivos, tem preferências pessoais e segue estratégias para alcançar resultados (FREITAS et al., 2006).

Muitos problemas complexos são submetidos à decisão das pessoas. De acordo com Gomes et al. (2002) a tomada de decisões complexas é uma das mais difíceis tarefas enfrentadas individualmente ou por grupos, pois invariavelmente, tais decisões devem atender múltiplos objetivos e seus impactos não podem ser claramente identificados.

A Teoria da Análise de Decisão permitiu um melhor entendimento e a estruturação de um problema que envolva a tomada de decisão a partir de uma série de fatores. Esta percepção permitiu o desenvolvimento de métodos quantitativos multicritério de apoio à decisão (COSTA, 2009).

### **2.3.2 Métodos multicritério de apoio à decisão**

A análise multicritério surgiu nos anos 60 enquanto instrumento de apoio à decisão. O objetivo da técnica consiste em estruturar e combinar as diferentes análises a ter em consideração no processo de tomada de decisão (OBSERVATORIO DO QREN, 2004).

Os métodos multicritérios de apoio à decisão são ferramentas importantes para auxiliar os tomadores de decisão a resolver problemas com objetivos conflitantes, e também dar suporte em toda a análise de escolha de forma mais direta envolvendo todos os elementos e consequências das ações potenciais (ALMEIDA, 2009).

A análise multicritério pode auxiliar no processo de tomada de decisão, uma vez que busca sintetizar os dados e as informações complexas e multidimensionais. No processo de

tomada de decisão multicritério o decisor procura ordenar elementos de um conjunto de alternativas do “melhor” ao “pior”, ou simplesmente escolher o melhor elemento. Para isso, o decisor identifica vários pontos de vista, dimensões ou critérios que lhe parecem pertinentes (POMPERMAYER et al., 2007).

No entanto, de acordo com Costa (2009) os métodos não substituem o papel do decisor, mas constituem-se ferramentas que fornecem um embasamento capaz de direcionar para a melhor decisão, a partir da situação apurada pelo decisor e das prioridades estabelecidas. Uma dificuldade natural enfrentada no processo de tomada de decisão surge quando o problema não é analisado por um indivíduo, mas sim por um grupo de pessoas.

Ao se tratar de metodologia multicritério existem alguns métodos, por exemplo: *Analytic Hierarchy Process* (AHP), *Elimination and Choice Expressing Reality* (ELECTRE) e *Preference Ranking Organisation Method for Enrichment Evaluations* (PROMETHEE).

Os métodos multicritério diferem entre si através da maneira pela qual os múltiplos critérios são operacionalizados. Em cada método existem diferentes propriedades com respeito aos seguintes fatores:

- modo pelo qual os critérios são julgados;
- obtenção de pesos (importância, preferência ou possibilidade) dos critérios ou alternativas;
- tratamento dos pesos para obtenção do desempenho (prioridade) global das alternativas; (GUGLIELMETTI, 2003).

De acordo com a análise do trabalho de Guglielmetti (2003) muitos tomadores de decisão e pesquisadores tem optado por utilizar o método AHP, por ter seu entendimento mais fácil do que os outros métodos como o ELECTRE e o PROMETHEE.

Conforme Santos Leite (2012) o método AHP é uma abordagem que pode ser escolhida quando o tomador de decisão utiliza seu julgamento e conhecimento para fazer uma avaliação entre critérios restritivos ou não para uma determinada situação. Desta forma, o método atende a metodologia utilizada neste trabalho utilizando a avaliação de critérios para analisar a eficácia do gerenciamento costeiro.

## **2.4 Analytic Hierarchy Process – AHP**

O AHP baseia-se na comparação de critérios pareadas com uma abordagem específica para determinar os pesos dos critérios, e utiliza os julgamentos dos tomadores de decisão para formar uma decomposição do problema em estruturas hierárquicas (PODVEZKO, 2009). A

complexidade do problema é representado pelo número de níveis na hierarquia que combinam com o modelo do tomador de decisão no problema a ser resolvido (ALEXANDER, 2012).

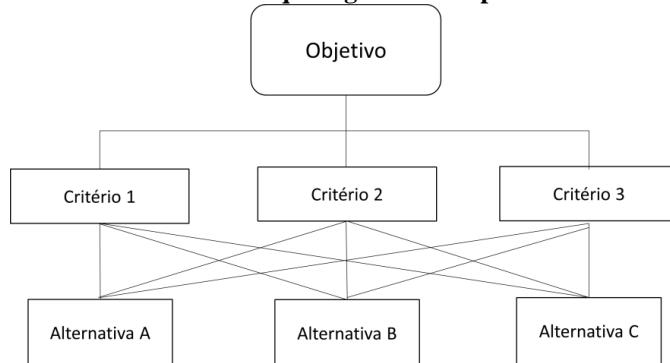
A aplicação do AHP é dividida em três etapas: Construção de hierarquias, Definição de prioridades e Consistência lógica.

#### **Primeira etapa: estruturação do problema em hierarquias.**

O problema deve ser estruturado em níveis hierárquicos, de modo que possibilite uma melhor avaliação e compreensão. Uma hierarquia é uma abstração da estrutura de um sistema para estudar as interações funcionais de seus componentes e seus impactos no sistema total que também facilita o processo de raciocínio humano (ALVES, 2015).

Os elementos principais de uma hierarquia são demonstrados na Figura 6. No nível mais alto da hierarquia encontra-se o objetivo, os níveis intermediários correspondem aos critérios e subcritérios, conforme a complexidade do problema. Na base estão as alternativas em análise, sujeitas ao processo decisório. A estruturação do problema em níveis hierárquicos busca uma melhor compreensão e avaliação do mesmo.

**Figura 6 - Estrutura Hierárquica genérica de problemas de decisão.**



#### **Segunda etapa: definição de prioridades e julgamentos.**

As prioridades de um critério sobre outro ou de uma alternativa sobre outra são estabelecidas através de comparações *par a par* fundamentadas na observação de um especialista, que determina a importância relativa entre eles (ALVES, 2015).

Os critérios são organizados em uma matriz de decisão quadrada  $m \times m$  denominada matriz de comparação *par a par*. As comparações são feitas para determinar a importância relativa de cada critério, em que o tomador de decisão deve expressar sua opinião sobre o valor de uma comparação pareada. Cada escolha pode ser demonstrada por uma expressão linguística, como: "A é mais importante do que a B" ou "A tem a mesma importância B", ou "A é um pouco mais importante do que a B".

Estas expressões linguísticas são convertidas em valores numéricos usando a Escala Fundamental de Saaty, onde essa escala de valores varia de 1 a 9 (Tabela 1).

**Tabela 1 - Escala Fundamental de Saaty para julgamentos comparativos.**

Intensidade de Importância	Definição	Explicação
<b>1</b>	Mesma importância	As duas atividades contribuem igualmente para o objetivo
<b>3</b>	Importância pequena de uma sobre a outra	A experiência e o julgamento favorecem levemente uma atividade em relação a outra.
<b>5</b>	Importância grande ou essencial	A experiência e o julgamento favorecem fortemente uma atividade em relação a outra.
<b>7</b>	Importância muito grande ou demonstrada	Uma atividade é muito fortemente favorecida em relação a outra; sua dominação de importância é demonstrada na prática
<b>9</b>	Importância absoluta	Quando se procura uma condição de compromisso entre duas definições.
<b>2, 4, 6, 8</b>	Valores intermediários entre os valores adjacentes	Quando se procura uma condição entre duas definições

Fonte: SAATY, 1990.

Considerando  $n$  elementos a serem comparados,  $C_1 \dots C_n$ , esses denotam a prioridade de  $C_i$  em relação a  $C_j$  através de  $a_{ij}$  que é uma matriz quadrada  $A = (a_{ij})$  e seus valores são determinados a partir das seguintes regras:

- $a_{ji} = 1/a_{ij}$  para  $i \neq j$ . Indica que, se na comparação de  $A_i$  em relação a  $A_j$ , por exemplo, for obtido o índice 7, entra-se na matriz o valor 7. Consequentemente, na comparação  $A_j$  em relação a  $A_i$ , entra-se na matriz o valor 1/7. Logo, se  $a_{ij} = k$ , então  $a_{ji} = 1/k$  para todo  $k > 0$ ;
- $a_{ii} = 1$ , todo  $i$ . Portanto, indica que qualquer critério comparado com ele próprio possui igual importância.

Estas regras caracterizam que a matriz de decisão é sempre uma matriz quadrada, recíproca e positiva. Os pesos são consistentes se forem transitiva, isto é,  $a_{ik} = a_{ij} \cdot a_{jk}$  para todo  $i, j$  e  $k$ . A matriz de julgamentos resultante pode ser escrita da seguinte maneira (Figura 7):

**Figura 7- Exemplo de Matriz de julgamentos**

1	$a_{12}$	$a_{13}$
$1/a_{12}$	1	$a_{23}$
$1/a_{13}$	$1/a_{23}$	1

O cálculo total de julgamentos para composição da matriz de comparações *par a par* é representado  $n(n-1)/2$ , equivalendo ao número de julgamentos no qual o decisor deverá efetuar. Por exemplo, quando houver 3 critérios ocorrerão três comparações. O Quadro 2 mostra o número de comparações.

**Quadro 2 - Número de Comparações**

Número de critérios ( $n$ )	1	2	3	4	5	6	7
Número de Comparações $n(n-1)/2$	0	1	3	6	10	15	21

### Terceira etapa: matriz prioridade e consistência das comparações.

Posto que a matriz de julgamentos de comparações de critérios em relação ao objetivo está disponível, as prioridades de critérios são obtidas e a consistência dos julgamentos é determinada.

Uma vez que a matriz comparação *par a par*  $C = \begin{bmatrix} C_{11} & C_{12} & C_{13} \\ C_{21} & C_{22} & C_{23} \\ C_{31} & C_{32} & C_{33} \end{bmatrix}$  de julgamentos de

comparações de critérios em relação ao objetivo é estabelecida pode-se determinar a matriz de comparação normalizada  $X_{norm}$  e consequentemente a matriz de prioridades, a partir das seguintes etapas:

- Somar os valores de cada coluna da matriz *par a par*:

$$C_{ij} = \sum_{i=1}^n C_{ij} \quad (1)$$

- Dividir cada elemento da matriz pelo total da coluna para gerar a matriz *par a par* normalizada.

$$X_{ij} = \frac{C_{ij}}{\sum_{i=1}^n C_{ij}}, \quad (2)$$

$$X_{ij} = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & X_{13} \\ X_{21} & X_{22} & X_{23} \\ X_{31} & X_{32} & X_{33} \end{bmatrix}.$$

- Os critérios para obter o vetor prioridade  $W$  é estabelecido pela média das entradas em cada linha da matrix  $X_{norm}$ .

$$W_{ij} = \frac{\sum_{i=1}^n X_{ij}}{n} \quad (3)$$

$$W_{ij} = \begin{bmatrix} W_{11} \\ W_{12} \\ W_{13} \end{bmatrix}.$$

Taylor (2010) afirma que os profissionais julgadores mesmo possuindo conhecimento e experiência, ainda podem ocorrer inconsistências principalmente quando existir um grande número de comparações a serem feitas no modelo. Portanto, é importante que haja uma forma de validar os julgamentos e assegurar que eles são consistentes, de modo que um conjunto de comparações paritárias seja consistente com um outro conjunto de comparações (ALVES, 2015).

Saaty permitiu algumas medidas de inconsistência (comum com o julgamento humano subjetivo) quando aplicada à lógica das preferências. Inconsistências surgem quando se comparam três itens, *A*, *B*, e *C*. Por exemplo, se o item *A* é mais preferível ao ponto *B*, e do item *B* é mais preferível ao ponto *C*, em seguida, pela propriedade transitiva, ponto *A* deve ser mais preferido sobre ponto *C*. Se não, então as comparações não são consistentes (ALEXANDER, 2012).

A AHP inclui uma técnica para verificar a consistência das avaliações realizadas pelo tomador de decisão na construção de cada uma das matrizes de comparação de pares envolvidos no processo. A técnica baseia-se no cálculo de um índice de consistência.

O vetor de consistência é obtido pela multiplicação da matriz de julgamento *C* e pelo vetor prioridade *W*, conforme demonstrado a seguir:

$$\begin{bmatrix} C_{11} & C_{12} & C_{13} \\ C_{21} & C_{22} & C_{23} \\ C_{31} & C_{32} & C_{33} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} W_{11} \\ W_{21} \\ W_{31} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Cv_{11} \\ Cv_{21} \\ Cv_{31} \end{bmatrix}.$$

As prioridades só fazem sentido se for proveniente de matrizes consistentes devendo ser aplicada uma verificação de consistência. Saaty (1977) propôs um índice de consistência (CI), que está relacionada com o método de autovalor:

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n-1},$$

onde  $\lambda_{\max}$  = autovalor máximo, *n* é o número de critérios, que está sendo julgado.

A relação de consistência é dada pela relação entre *CI* e *RI*:

$$CR = \frac{CI}{RI},$$

onde *RI* é o índice aleatório (a *CI* média de 500 matrizes preenchidas aleatoriamente).

Se o valor de *CR* for menor que 10%, então a matriz pode ser considerada como tendo consistência aceitável.

Saaty (1990) também propôs os Índices Aleatórios de forma a validar matrizes de acordo com seu tamanho. A Tabela 2 apresenta os índices propostos para matrizes de ordem 1 a 10.

**Tabela 2 - Consistências médias de matrizes aleatórias (índice aleatório - RI - valores)**

Tamanho	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

A seguir serão mostrados alguns exemplos em que são avaliadas as consistências dos valores das matrizes.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 1/3 \\ 1/3 & 1 & 3 \\ 3 & 1/3 & 1 \end{bmatrix} \Rightarrow CI/RI=1,150 \Rightarrow \text{Inconsistente}$$

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 3 \\ 1/3 & 1 & 3 \\ 1/3 & 1/3 & 1 \end{bmatrix} \Rightarrow CI/RI=0,118 \Rightarrow \text{Um pouco inconsistente}$$

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 5 \\ 1/3 & 1 & 3 \\ 1/5 & 1/3 & 1 \end{bmatrix} \Rightarrow CI/RI=0,033 \Rightarrow \text{Consistente}$$

Considera-se que se o *CR* da matriz for alto, os julgamentos de entrada não são consistentes, portanto, não são confiáveis. Em geral, uma relação consistência de 0,10 ou menor é considerada aceitável. Se o valor for maior, os julgamentos não podem ser confiáveis e devem serem realizados novamentes.

Podemos exemplificar isso, levando em consideração a seguinte situação. Suponha que na seleção de um emprego sejam considerados os seguintes critérios: salário, oportunidade e localização.

	Salário	Oportunidade	Localização
Salário	1	6	8
Oportunidade	1/6	1	4
Localização	1/8	1/4	1

Então, tem-se que o salário é comparado a oportunidade, sendo estabelecido que o critério “salário” é “essencialmente mais importante” do que o critério “oportunidade”, assim a comparação correspondente assume o valor de 6. A mesma interpretação é feita para as demais entradas.

O próximo passo é extrair as importâncias relativas feita nas comparações anteriores, quando é somada cada coluna da matriz.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 6 & 8 \\ 1/6 & 1 & 4 \\ 1/8 & 1/4 & 1 \end{bmatrix}$$

Soma 31/24 29/4 13

Em seguida, dividem-se cada elemento da matriz com a soma da sua coluna, obtendo a matriz normalizada, que deve ter a soma de cada coluna igual a 1.

$$A = \begin{bmatrix} 31/24 & 24/29 & 8/13 \\ 4/31 & 29/4 & 4/13 \\ 3/31 & 1/29 & 1/13 \end{bmatrix}$$

Soma 1 1 1

Os pesos são calculados fazendo a média das linhas da matriz normalizada.

$$W = \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 31/24 & 24/29 & 8/13 \\ 4/31 & 29/4 & 4/13 \\ 3/31 & 1/29 & 1/13 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,739 \\ 0,192 \\ 0,069 \end{bmatrix}$$

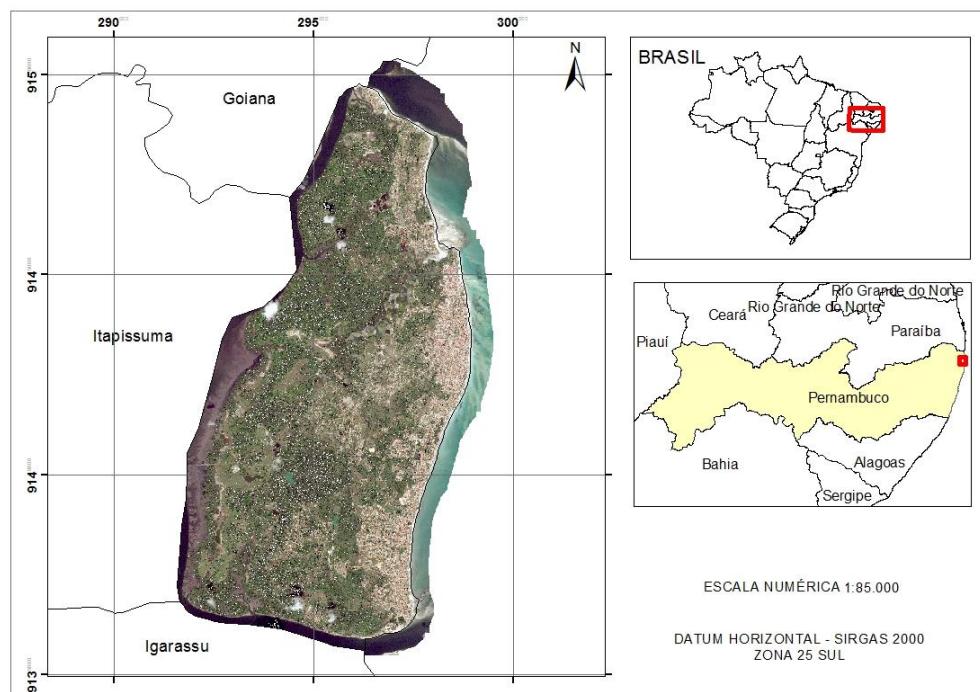
Em seguida, verifica-se a consistência dos julgamentos das matrizes, onde a relação de consistência  $CR$  deve ser inferior a 10%. Para isso é necessário estimar o índice de consistência, que é calculada multiplicando a matriz de julgamento  $A$  pela matriz de prioridades  $W$ . Isto produz uma aproximação do valor próprio máximo denotada por  $\lambda$ . Em seguida, o valor  $IC$  é calculado por meio da fórmula:  $IC = (\lambda - n) / (n - 1)$ . Logo, a proporção de consistência  $CR$  é obtida dividindo-se o valor  $IC$  pelo índice aleatório Consistência como dado na Tabela 2. Obtendo os seguintes valores  $\lambda = 3,139$ ,  $IC = 0,069$ , e  $CR = 0,120$ .

O método AHP tem sido empregado integrado aos sistemas de informações geográficas, como em DUC (2006), onde é analisado o uso sustentável do solo para o distrito Lam Ha, Lam Dong Província de Viet Nam, considerando simultaneamente 12 critérios diferentes. O trabalho de MOHD SAFIAN (2012) visa avaliar a qualidade das características de localização em um edifício comercial, então criou-se um sistema de índice qualidade locational através das características de localização, disponibilidade de opções de transporte, distância entre transporte / estacionamento, o fluxo de veículos, e a eficiência do mercado imobiliário. E no trabalho ŞENER et al. (2010) tem o objetivo de selecionar um local para disposição de resíduos de Senirkent-Uluborlu (Isparta) Basin, Turquia. Para tal foram selecionados dez critérios (litologia, água de superfície, de aquíferos, a profundidade das águas subterrâneas, de uso da terra, lineamentos, aspecto, elevação, inclinação e distância para estradas) são examinados em relação à seleção aterro.

## 2.5 Área de estudo

O município da Ilha de Itamaracá está situado no litoral Norte de Pernambuco e faz parte da Região Metropolitana do Recife, estando localizado a cerca de 40 km da capital pernambucana. Limitando-se a norte com Goiana, a sul com Igarassu, a leste com Oceano Atlântico, e a oeste com Itapissuma. (Figura 8)

**Figura 8 - Mapa de localização do município da Ilha de Itamaracá.**



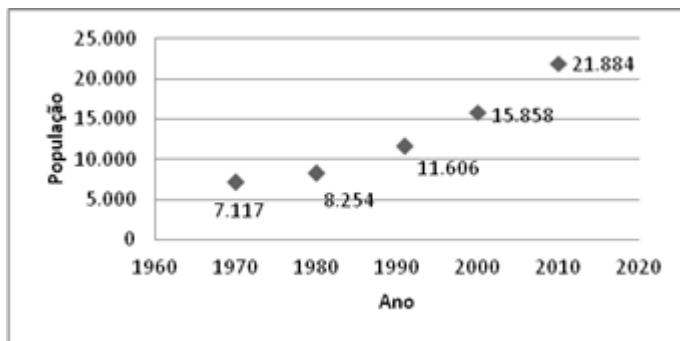
Embora sua emancipação tenha se dado em 31/12/1958 pela Lei Estadual nº 3.338, a ocupação do território municipal remonta-se ao período colonial. De acordo com Oliveira et. al. (2010), sua peculiaridade insular atraiu aos europeus no início do século XVI, pois a região de Itamaracá caracterizava-se por sua condição de isolamento e confinamento, sendo considerada uma vantagem natural de segurança para a instalação de povoamentos.

Com relação aos aspectos fisiográficos, o município de Itamaracá está inserido na unidade geoambiental da Baixada Litorânea, com relevo formado pelas Áreas Arenosas Litorâneas, onde se incluem as restingas, as dunas e os mangues. A vegetação é basicamente formada por Florestas Perenifólia de Restinga. O clima é do tipo Tropical Chuvoso com precipitação média anual é de 1.867mm. Os principais rios são os Paribe e o Jaguaribe (CPRM, 2005).

O município possui algumas reservas ecológicas definidas pela Lei Estadual nº. 9.989/87, que abrange as seguintes matas: Lanço dos Cações; Santa Cruz; Jaguaribe; Engenho Macaxeira; Engenho São João; Amparo. Há também reservas biológicas constituídas pelas áreas estuarinas definidas na Lei Estadual nº. 9.931/86, abrangendo: a área estuarina do rio Jaguaribe e a área estuarina do canal de Santa Cruz.

A ilha de Itamaracá possui uma área de 66 km<sup>2</sup> e 21.884 habitantes (IBGE 2010), estando com uma população urbana de 16.993 habitantes, população rural de 4.891 habitantes e taxa de urbanização 77,65%. Pela análise dos dados do Censo Demográfico, observa-se que a Ilha de Itamaracá foi marcada pelo crescimento populacional com um aumento de aproximadamente 200% entre os anos de 1970 e 2010 (Figura 9). O Município tem uma população flutuante significativa, devido à quantidade de segundas residências destinadas ao veraneio.

**Figura 9 - Dados populacionais do município da Ilha de Itamaracá.**



Fonte: IBGE

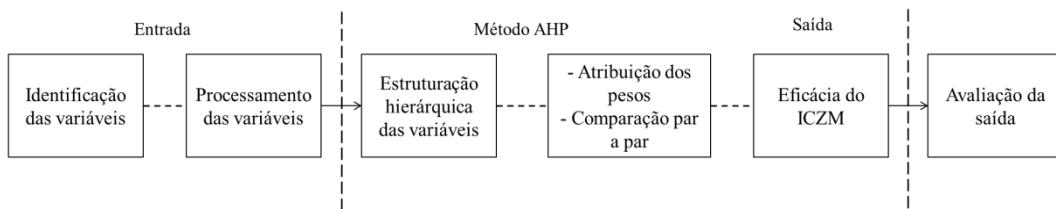
A maior parte da população da Ilha de Itamaracá exerce ocupações nas áreas de prestação de serviços, administração pública e comércio de mercadorias, corresponde com seguintes porcentagens 31,58%, 13,95% e 9,14%. Enquanto a área industrial, serviços auxiliares da atividade econômica e a área de comunicação e transportes, são as que abrigam as menores porcentagens da população (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2010).

De acordo com El-deir (1999), a microrregião de Itamaracá apresenta um grande potencial para a piscicultura, carcinocultura e ostreicultura, sendo que as principais atividades registradas para a área são a pesca artesanal e a agricultura, com predomínio da cultura da cana-de-açúcar e do coco. Notadamente relacionada à pesca, assinala-se a captura de mariscos, ostras, sururus, caranguejos, siris, e camarão e peixes como as atividades mais destacadas. Todos os produtos da pesca são vendidos localmente ou levados a mercados de maior porte a nível metropolitano. Também são retiradas madeiras e resinas do mangue para diversos usos.

### 3 ELABORAÇÃO DO MODELO PARA ANALISAR A EFICÁCIA DO ICZM

A Figura 10 apresenta a sequencia do modelo para analisar a eficácia do ICZM. As variáveis foram identificadas a partir das definições sobre ICZM e demais legislações brasileiras, e foram devidamente preparadas e processadas para atuarem como entrada do modelo. Após o processamento das variáveis, a estrutura hierárquica é agrupada e organizada de acordo com o método AHP. Os passos seguintes são as atribuições dos pesos, a comparação *par a par*, e por fim a aplicação da fórmula analítica que representa a saída deste modelo. A saída, por sua vez, representa a eficácia do ICZM em valores numéricos, ou seja, fornecendo uma avaliação em uma escala de 0,00 a 1,00 onde quanto maior a nota mais eficaz está sendo o gerenciamento costeiro integrado. Notas próximas a 0,00 podem indicar a necessidade de melhorias no gerenciamento costeiro e que medidas para mitigar os impactos causados, sobretudo pelos processos antrópicos devem ser revisados para promover o desenvolvimento dos espaços costeiros de forma sustentável. Por fim, são apresentados os resultados numéricos e análises para o estudo de caso na Ilha de Itamaracá desde a implementação do GERCO/PE.

**Figura 10 - Modelo para analisar a eficácia do ICZM**



#### 3.1 Materiais - informações geográficas da área de estudo

Os materiais utilizados nesta pesquisa são: dados socioeconômicos (Censo Demográfico IBGE 2000 e 2010); limites das unidades de conservação (CPRH); Ortofotocarta 1989 (CODEPE/FIDEM); imagens de satélites artificiais: *QuickBird* referente ao ano de 2005 e *WorldView - 2* referente ao ano de 2014; informações vetoriais sobre hidrografia (CODEPE/FIDEM); e dados do IDHM<sup>1</sup> disponibilizado no Atlas de Desenvolvimento Humano elaborado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA e Fundação João Pinheiro.

<sup>1</sup> O IDHM brasileiro considera as mesmas três dimensões do IDH Global – longevidade, educação e renda, adequando a metodologia global ao contexto brasileiro e à disponibilidade de indicadores nacionais.

### **3.2 Definição das variáveis**

As variáveis definidas para a modelagem da eficácia do ICZM tiveram como critérios os princípios do desenvolvimento sustentável e a disponibilidade de acesso as informações para inserção como parâmetros de entrada. A seguir são apresentadas as principais características para as variáveis de entrada do modelo:

#### **A - Coleta de resíduos sólidos**

As informações sobre a quantidade de resíduos coletados fornecem um indicador, que pode ser associado tanto à saúde da população quanto à proteção do ambiente, pois resíduos não coletados ou dispostos em locais inadequados favorecem a proliferação de vetores de doenças e podem contaminar o solo e os corpos d'água. A decomposição da matéria orgânica presente nos resíduos, por sua vez, origina gases de efeito estufa (IBGE, 2010).

#### **B - Sistema de abastecimento de água**

O acesso à água tratada é fundamental para a melhoria das condições de saúde e higiene. O abastecimento de água ligado à rede geral minimiza a contaminação por ingestão de água poluída (IBGE, 2010).

#### **C - Acesso ao esgotamento sanitário**

A existência de esgotamento sanitário é fundamental na avaliação das condições de saúde da população, pois o acesso ao saneamento básico é essencial para o controle e a redução de doenças. A presença de banheiro ligado à rede geral de esgoto evita a contaminação do solo e de corpos de água subterrâneos (IBGE, 2010).

#### **D - IDH M Educação**

A dimensão da educação é uma composição de indicadores de escolaridade da população adulta e de fluxo escolar da população jovem. A escolaridade da população adulta é medida pelo percentual da população de 18 anos ou mais de idade com o ensino fundamental completo (PNUD, 2013).

#### **E - IDH M Longevidade**

A dimensão da longevidade considera a esperança de vida ao nascer, ou seja, o número médio de anos que as pessoas municípios que residem em determinado lugar viveriam

a partir do nascimento, mantidos os mesmos padrões de mortalidade observados em cada período.

A esperança de vida ao nascer sintetiza as condições sociais, de saúde e de salubridade de uma população ao considerar as taxas de mortalidade em suas diferentes faixas etárias. Todas as causas de morte são contempladas para se chegar ao indicador, tanto doenças quanto causas externas, tais como violência e acidentes (PNUD, 2013).

#### F - IDH M Renda

A dimensão da renda considera a renda per capita da população que mede a capacidade média de aquisição de bens e serviços por parte dos habitantes do lugar de referência. Esse é um indicador da capacidade dos habitantes de um determinado lugar de garantir um padrão de vida capaz de assegurar suas necessidades básicas, como água, alimento e moradia (PNUD, 2013).

#### G - Índice de Gini

O índice de Gini é um instrumento usado para medir o grau de concentração de renda e aponta a diferença entre os rendimentos dos mais pobres e dos mais ricos (PNUD, 2013).

#### H – População área urbana

Expressa a relação entre a população da área urbana e a população total do município. O aumento e/ou diminuição da pressão no ambiente urbano podem ser ilustrados pelo crescimento populacional ao longo do tempo.

#### I - PIB per capita

O Produto Interno Bruto - PIB é o total dos bens e serviços produzidos pelas unidades produtoras residentes destinadas ao consumo final sendo, portanto, equivalente à soma dos valores adicionados pelas diversas atividades econômicas acrescida dos impostos, líquidos de subsídios sobre produtos. O PIB também é equivalente à soma dos consumos finais de bens e serviços valorados a preço de mercado sendo também equivalente à soma das rendas primárias.

#### J - Áreas preservadas

Áreas preservadas expressam a dimensão de espaços destinados à proteção do meio ambiente, onde a exploração dos recursos naturais é proibida ou controlada por legislação

específica. Compreendem as reservas ecológicas e biológicas estabelecidas por lei no município da Ilha de Itamaracá.

#### K - Erosão costeira

Os processos de erosão costeira podem causar impactos em vários segmentos, entre eles encontram-se: as residências, o turismo, o lazer, a pesca, a aquicultura, as atividades portuárias, as atividades comerciais industriais e a proteção de ecossistemas costeiros (SOUZA, 2009).

### 3.3 Configuração das variáveis.

Nesta etapa são descritos os processos para calcular o valor do indicador para cada variável dos critérios social, econômico e ambiental. Para as variáveis coleta de resíduos sólidos, acesso ao sistema de abastecimento de água, e o acesso ao sistema de esgotamento sanitário foram realizados os vínculos entre polígonos dos setores censitários (formato *shapefile*) e as tabelas (formato *.dbf*), que contém a descrição das variáveis, com base no identificador (*ID*) de cada setor, conforme a seguinte definição:

- coleta de resíduos sólidos - razão entre o total de domicílios particulares permanentes com lixo coletado por serviço de limpeza e o total de domicílios particulares permanentes;
- sistema de abastecimento de água - razão entre o total de domicílios particulares permanentes com abastecimento de água da rede geral e o total de domicílios particulares permanentes; e
- acesso a esgotamento sanitário - razão entre o total de domicílios particulares permanentes com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via rede geral de esgoto ou pluvial e o total de domicílios particulares permanentes com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário.

Os indicadores IDH M Longevidade e IDH M Educação foram obtidos no Atlas de Desenvolvimento Humano (2010) e são calculados conforme descrição a seguir:

- IDH M Longevidade - não podem ser obtidos diretamente das informações dos Censos Demográficos, recorrendo-se, então, a técnicas indiretas para sua obtenção, pois não é conhecido o padrão de mortalidade de cada população.

- IDH M Educação - é uma composição de indicadores de escolaridade da população adulta<sup>2</sup> e de fluxo escolar da população jovem<sup>3</sup>.

O IDH M Renda e o índice de Gini foram obtidos no Atlas de Desenvolvimento Humano (2010), enquanto o PIB per capita foi coletado no IBGE (2012) e são calculados conforme descrição a seguir:

- IDH M Renda - o indicador corresponde à razão entre o somatório de todos os rendimentos de todos os indivíduos residentes no lugar de referência, recebidos no mês anterior à data do Censo, e o número total desses indivíduos;
- Índice de Gini - numericamente, varia de 0 a 1, sendo que 0 representa a situação de total igualdade, ou seja, todos têm a mesma renda, e o valor 1 significa completa desigualdade de renda, ou seja, se uma só pessoa detém toda a renda do lugar;
- PIB *per capita* - Razão entre PIB *per capita* do município e o PIB *per capita* do Estado de Pernambuco.

O indicador da população urbana foi calculado pela razão entre a população da área urbana e a população total do município.

As áreas preservadas foram calculadas pela relação das áreas de preservação mapeadas pela CPRH que estão classificadas em:

- reservas ecológicas definidas na Lei Estadual nº. 13.539/08 e abrange as matas de: Lanço dos Cações, Santa Cruz, Jaguaribe, Engenho Macaxeira, Engenho São João, Amparo; e
- reservas biológicas são constituídas pelas áreas estuarinas definidas na Lei Estadual nº. 9.931/86, abrangendo as seguintes áreas: Área estuarina do rio Jaguaribe e a área estuarina do canal de Santa Cruz.

Na configuração da erosão costeira foram utilizadas ortofotocartas (1989), imagens de satélites artificiais de alta resolução *QuickBird* (2005) e *World View-2* (2014) que foram georeferenciadas no mesmo sistema geodésico de referência para extrair informações a respeito da variação temporal da linha de costa. Estudo demonstrando a importância em mapear e utilizar informações posicionais da linha de costa para predizer a sua posição podem ser encontrados como exemplo em Gonçalves (2010) e Gonçalves (2012a).

A linha de costa foi identificada e extraída conforme as informações temporais para os anos 1989-2005 e 2005-2014, sendo possível quantificar os locais de recuo e avanço posicional da linha de costa. Informações temporais costeiras também podem ser

---

<sup>2</sup> Medida pelo percentual da população de 18 anos ou mais de idade com o ensino fundamental completo.

<sup>3</sup> Medido pela média aritmética do percentual de crianças de 5 a 6 anos frequentando a escola; do percentual de jovens de 11 a 13 anos frequentando os anos finais do ensino fundamental regular; do percentual de jovens de 15 a 17 anos com ensino fundamental completo; e do percentual de jovens de 18 a 20 anos com ensino médio completo.

quantificadas em termos da sua taxa de recuo ou avanço em *metros/ano*, conforme os exemplos quantificados nos trabalho de Mendonça et al. (2014) e Gonçalves et al. (2012b).

O indicativo utilizado para delinear a linha de costa nas imagens de satélite artificial foi a linha de vegetação e nos casos urbanizados com problemas erosivos o limite das construções.

Destaca-se que para as áreas onde está ocorrendo recuo da linha de costa considerou-se neste modelo que estejam ocorrendo processos erosivos. O cálculo do indicador foi realizado utilizando o *The Digital Shoreline Analysis System* - versão 4.3, THIELER (2009), que é uma extensão do software ESRI ArcGIS para a versão 10 e permite ao usuário calcular deslocamentos a partir de seções transversais das posições históricas da linha de costa, fornecendo desta forma uma tabela onde é possível extraír estatísticas assim como taxas de velocidade para o período considerado.

Assim, foram calculadas as mudanças de velocidades para o período analisado considerando os valores negativos para os trechos com recuo e os valores positivos os trechos com avanço.

Desta forma, na quantificação do indicador da variável erosão costeira foi considerada a relação entre o comprimento dos trechos de valores positivos com o comprimento total da linha de costa.

### **3.4 Cálculo dos indicadores**

Os valores numéricos dos indicadores (Quadro 3) foram calculados a partir da definição e descrição das variáveis, onde a análise teve como referência os anos de 2000 e 2010 para avaliar a evolução nos indicadores da Ilha de Itamaracá. Os indicadores foram normalizados fazendo uma relação de valores com intervalo entre 0 e 1, para adaptar as escalas de análise a fim de facilitar a comparação entre as variáveis.

**Quadro 3 - Valores numéricos dos indicadores**

Variável	2000	2010
IDH M Longevidade	0,761	0,809
IDH M Educação	0,410	0,548
Coleta de resíduos sólidos	0,166	0,669
Sistema de abastecimento de água	0,503	0,756
Acesso a esgotamento sanitário	0,003	0,011
IDH M Renda	0,590	0,627
PIB Per capita	0,001	0,001
Índice de Gini	0,410	0,400
Áreas preservadas	0,880	0,874
Linha de costa	0,683	0,588
População Área Urbana	0,185	0,223

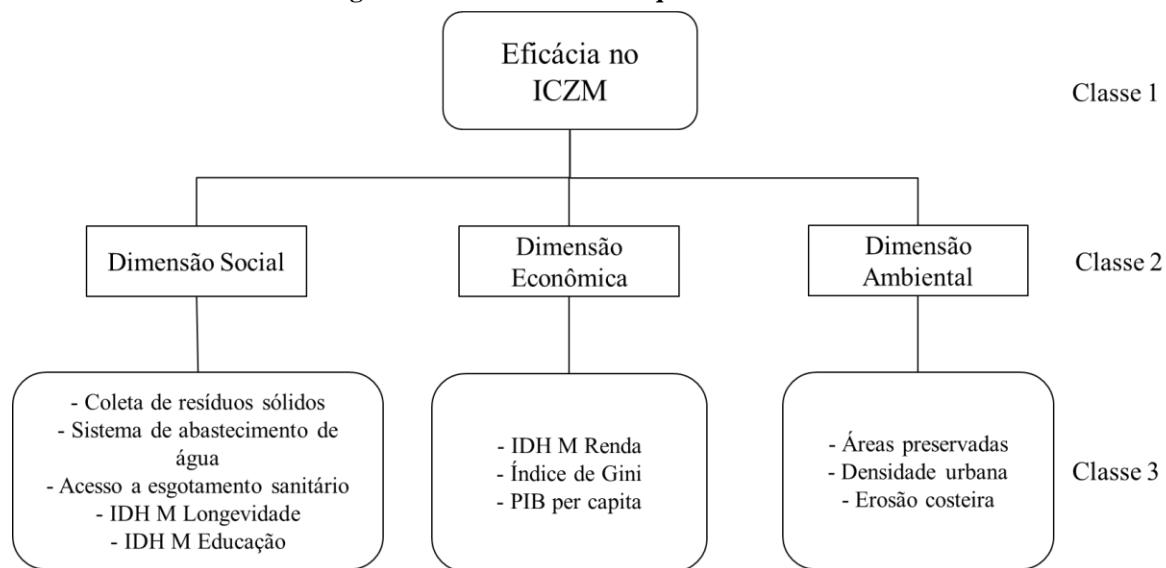
Ressalta-se que para a variável *população área urbana* foi realizado o cálculo pela relação inversa da quantidade populacional na área urbana, ou seja, quanto maior for a quantidade populacional na área urbana menor a eficácia para o ICZM. Desta forma, o indicador foi calculado:  $(1 - \text{População Área Urbana})$ . O *Índice de Gini* também seguiu a mesma regra, pois numericamente, varia de 0 a 1, sendo que 0 representa a situação de total igualdade e o valor 1 significa completa desigualdade. Uma relação inversa da que esta sendo utilizada neste trabalho.

### 3.5 Construção do método AHP

#### 3.5.1 Estruturação hierárquica das variáveis

A estrutura hierárquica foi dividida em três níveis definidos como: classe 1, classe 2 e classe 3, conforme a figura 11.

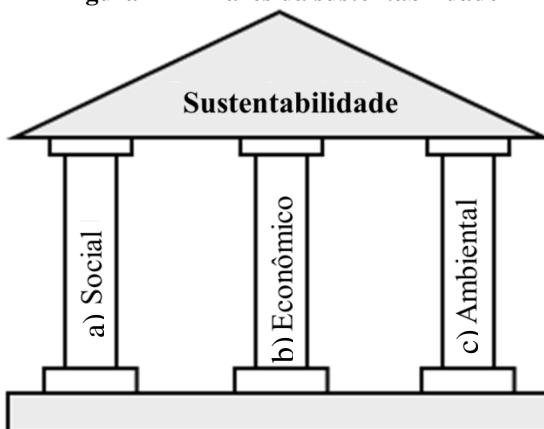
**Figura 11 - Estrutura hierárquica das variáveis**



Na classe 1, encontra-se o objetivo do modelo, que é avaliar a eficácia do ICZM. Os critérios estão definidos na classe 2. Na terceira classe hierárquica estão as 11 variáveis consideradas para o problema.

Os critérios para agrupar as subdivisões hierárquicas e assim implementar o modelo para verificar a eficácia do gerenciamento costeiro integrado teve como base a abordagem dos pilares da sustentabilidade no qual envolve três dimensões: social, econômica e ambiental e estão representados na Figura 12.

**Figura 12 - Pilares da sustentabilidade**



Fonte: (THWINK, 2015)

Neste subnível hierárquico foram encontradas algumas definições das suas principais características, para possibilitar o agrupamento e subdivisão das variáveis na classe 3. Entre estas características que podem ser consultadas com mais detalhes em (THWINK, 2015), destacam-se:

- (a) A sustentabilidade social é a capacidade de um sistema social, como um país, família, ou organização, que tem como característica funcionar em um determinado nível de bem estar social em harmonia. Supõe-se que todos os cidadãos tenham o mínimo necessário para uma vida digna e que exista um equilíbrio entre os bens, recursos naturais e energéticos. Isso significa erradicar a pobreza e definir o padrão de desigualdade aceitável, delimitando limites mínimos e máximos de acesso a bens materiais.
- (b) A sustentabilidade econômica é a capacidade de uma economia em suportar um determinado nível de produção econômica por tempo indeterminado. Neste pilar supõe-se, por exemplo, o aumento da eficiência da produção e do consumo considerando os aspectos econômicos de recursos naturais tais como: as fontes fósseis de energia, água e minerais.
- (c) A sustentabilidade ambiental é a capacidade do meio ambiente para suportar um determinado nível de qualidade ambiental e as taxas de extração de recursos naturais por tempo indeterminado. Supõe-se que o modelo de produção e consumo seja compatível com a base material em que se assenta a economia, como subsistema do meio natural. Trata-se, portanto, de produzir e consumir de forma a garantir que os ecossistemas possam manter sua autorreparação ou capacidade de resiliência.

Para a dimensão social procurou-se agrupar e identificar os principais aspectos relacionados à infraestrutura e as condições sociais composto por cinco variáveis: coleta de resíduos sólidos, acesso ao sistema de abastecimento de água, acesso ao sistema de esgotamento sanitário, IDH M longevidade e IDH M educação.

Para a dimensão econômica foram incluídas como variáveis: a IDH M Renda, o índice de Gini e o PIB *per capita*.

Para dimensão ambiental foram utilizadas as áreas preservadas, a densidade urbana e a variável nomeada como erosão costeira, ao considerar que as atividades antrópicas podem causar degradação ambiental quando desrespeitam os limites naturais do ecossistema.

### 3.5.2 Atribuição de pesos

A atribuição dos pesos consistiu em estabelecer o grau de importância entre as variáveis. A fim de obter as prioridades em todos os critérios foi aplicado um questionário ao gestor da área de gerenciamento costeiro do Estado de Pernambuco com o propósito de identificar as prioridades para analisar a eficácia do gerenciamento costeiro integrado da Ilha de Itamaracá (Anexo 1).

De acordo com as respostas nota-se que no nível 1 o gestor atribuiu uma importância maior para os critérios social e econômico, atribuindo assim as mesmas prioridades para ambos. Em contrapartida, para critério ambiental foi considerado um peso com menor valor.

No nível 2 entre as variáveis do critério social o sistema de esgotamento sanitário teve maior prioridade para garantir a eficácia do gerenciamento costeiro, em seguida o IDH M longevidade teve o segundo valor na prioridade. As variáveis resíduos sólidos e IDH M educação atribui-se os mesmos valores e por último com menor prioridade ficou a variável abastecimento de água. Para as variáveis do critério econômico e ambiental o gestor atribuiu igual prioridade (Quadro 4).

**Quadro 4 - Pesos das variáveis**

Nível 1	Pesos	Variáveis - Nível 2	Pesos
Critério Social	0,455	Sistema de abastecimento de água	0,074
		Coleta de Resíduos sólidos	0,137
		Acesso a esgotamento sanitário	0,404
		IDH M Longevidade	0,247
		IDH M Educação	0,137
		Total	1
Critério Econômico	0,455	IDH M Renda	0,333
		PIB Per capita	0,333
		Índice de Gini	0,333
		Total	1
Critério Ambiental	0,090	Áreas preservadas	0,333
		Linha de costa	0,333
		População Área Urbana	0,333
		Total	1
<b>Total</b>	1		

### **3.5.3 Comparação “par a par”**

Conforme a estruturação hierárquica definida na Figura 11, as variáveis utilizadas na Classe 2 e na classe 3 foram comparadas *par a par*, de acordo com as importâncias estabelecidas pelo gestor.

### **3.6 Saída analítica do modelo**

Com base nos valores dos indicadores das variáveis e nas prioridades atribuída a cada critério da Classe 3 calculou-se os indicadores da classe 2 dimensão social, dimensão econômica e dimensão ambiental a partir da seguinte fórmula:

$$\text{Indicador da classe 2} = (\text{Variável}_1 \text{ classe 2} * \text{Peso Variável}_1 + \text{Variável}_2 \text{ classe 2} * \text{Peso Variável}_2 + \dots + \text{Variável}_N \text{ classe 2} * \text{Peso Variável}_N) \quad (6)$$

A modelagem da eficácia do ICZM é determinada pelo cálculo de cada indicador da classe 2, conforme equação anterior e a prioridade de cada indicador.

$$\text{Eficácia ICZM} = (\text{DS} * \text{Peso DS} + \text{DE} * \text{Peso DE} + \text{DA} * \text{Peso DA}) \quad (7)$$

Onde DS= Dimensão Social; DE= Dimensão Econômica; e DA= Dimensão Ambiental.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo são apresentadas as comparações entre os indicadores do município da Ilha de Itamaracá através de mapas e gráficos, assim como as análises realizadas no resultado da eficácia para o ICZM.

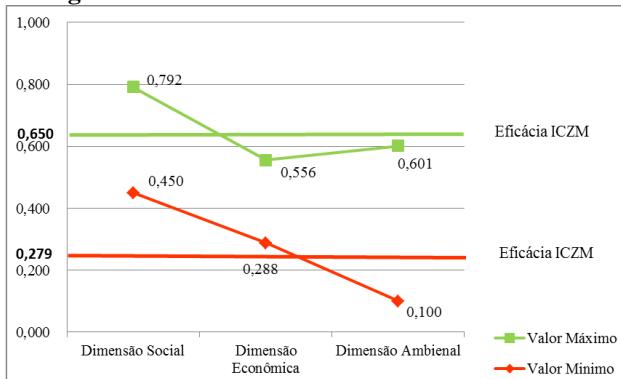
Com o intuito de comparar os valores dos indicadores da Ilha de Itamaracá foram calculados os valores máximos e mínimos para cada variável considerando os municípios da zona costeira de Pernambuco através de valores numéricos extraídos dos dados estatísticos do IBGE (2010) e de dados provenientes de imagens de satélites e os respectivos valores são apresentados no Quadro 5, que apresenta a Classe 2 e suas subdivisões considerando as dimensões da Classe 3 (Figura 11). Apesar das escalas de análises serem diferentes a comparação entre os valores dos indicadores pode ajudar a compreender a variação existente entre as variáveis nos municípios em relação a Ilha de Itamaracá.

**Quadro 5 - Valores dos indicadores máximo e mínimos.**

Dimensão	Variável	Valor Mínimo	Valor Máximo
Social	Coleta de resíduos sólidos	0,470	0,947
	Sistema de abastecimento de água	0,576	0,932
	Acesso a esgotamento sanitário	0,009	0,542
	IDH M Longevidade	0,715	0,836
	IDH M Educação	0,479	0,703
Econômica	IDH M Renda	0,544	0,798
	PIB Per capita	0,000	0,310
	Índice de Gini	0,320	0,560
Ambiental	Áreas preservadas	0,000	0,633
	Linha de costa <sup>4</sup>	0,300	0,700
	População Área Urbana	0,000	0,470

Com os valores numéricos do Quadro 5, foram feitas estimativas para estabelecer qual seria a variação da eficácia do ICZM considerando os valores máximos e mínimos como parâmetros de entrada no modelo analítico considerando as equações 6 e 7.

<sup>4</sup> Ressalta-se que para calcular o valor do indicador da variável Linha de costa foi utilizado como referência o trabalho de MANSO, et al.,2006.

**Figura 13 - Valor da eficácia máxima e mínima.**

Como resultados numéricos a partir deste cálculo apresenta-se o valor máximo de 0,650 e o valor mínimo de 0,279. A representação gráfica considerando a dimensão social, econômica e ambiental para a eficácia do ICZM nos municípios pertencentes a zona costeira de Pernambuco está representado na Figura 13.

#### 4.1 Eficácia do Gerenciamento Costeiro

A eficácia do gerenciamento costeiro no município da Ilha de Itamaracá foi calculada em dois períodos 2000 e 2010, a partir dos pesos das variáveis (Quadro 4) e dos valores numéricos dos indicadores (Quadro 3) das variáveis para os critérios social, econômico e ambiental.

No entanto, inicialmente calculou-se o valor para cada dimensão e em seguida aplicou-se a fórmula para a eficácia do ICZM para cada ano, conforme cálculos a seguir:

- a) Ano 2000
- Dimensão social - DS
- $$DS_{2000} = (IDH\ M\ Longevidade_{2000} * Peso\ IDH\ M\ Longevidade + IDH\ M\ Educação_{2000} * Peso\ IDH\ M\ Educação + Coleta\ de\ resíduos\ sólidos_{2000} * Peso\ Coleta\ de\ resíduos\ sólidos + Sistema\ de\ abastecimento\ de\ água_{2000} * Peso\ Sistema\ de\ abastecimento\ de\ água + Acesso\ a\ esgotamento\ sanitário_{2000} * Peso\ Acesso\ a\ esgotamento\ sanitário);$$
- $$DS_{2000} = (0,761 * 0,247 + 0,410 * 0,137 + 0,166 * 0,137 + 0,503 * 0,074 + 0,003 * 0,0404)$$
- $$DS_{2000} = 0,306$$

- Dimensão econômica - DE

$DE_{2000} = (IDH\ M\ Renda\ 2000 * Peso\ IDH\ M\ Renda + PIB\ Per\ capita\ 2000 * Peso\ PIB\ Per\ capita + Índice\ de\ Gini\ 2000 * Peso\ Índice\ de\ Gini);$

$$DE_{2000} = (0,590 * 0,333 + 0,001 * 0,333 + 0,410 * 0,333)$$

$$DE_{2000} = 0,334$$

- Dimensão ambiental - DA

$DA_{2000} = (Áreas\ preservadas\ 2000 * Peso\ Áreas\ preservadas + Linha\ de\ costa_{2000} * Peso\ Linha\ de\ costa + População\ Área\ Urbana\ 2000 * Peso\ População\ Área\ Urbana);$

$$DA_{2000} = (0,880 * 0,333 + 0,683 * 0,333 + 0,185 * 0,333)$$

$$DA_{2000} = 0,634$$

- Eficácia  $ICZM_{2000} = (DS * Peso\ DS + DE * Peso\ DE + DA * Peso\ DA)$

$$\text{Eficácia } ICZM_{2000} = (0,306 * 0,455 + 0,334 * 0,455 + 0,634 * 0,091)$$

$$\text{Eficácia } ICZM_{2000} = 0,348$$

b) Ano 2010

- Dimensão social - DS

$DS_{2010} = (IDH\ M\ Longevidade_{2010} * Peso\ IDH\ M\ Longevidade + IDH\ M\ Educação_{2010} * Peso\ IDH\ M\ Educação + Coleta\ de\ resíduos\ sólidos_{2010} * Peso\ Coleta\ de\ resíduos\ sólidos + Sistema\ de\ abastecimento\ de\ água_{2010} * Peso\ Sistema\ de\ abastecimento\ de\ água + Acesso\ a\ esgotamento\ sanitário_{2010} * Peso\ Acesso\ a\ esgotamento\ sanitário);$

$$DS_{2010} = (0,809 * 0,247 + 0,548 * 0,137 + 0,669 * 0,137 + 0,756 * 0,074 + 0,011 * 0,404)$$

$$DS_{2010} = 0,427$$

- Dimensão econômica - DE

$DE_{2010} = (IDH\ M\ Renda\ 2010 * Peso\ IDH\ M\ Renda + PIB\ Per\ capita\ 2010 * Peso\ PIB\ Per\ capita + Índice\ de\ Gini\ 2010 * Peso\ Índice\ de\ Gini);$

$$DE_{2010} = (0,627 * 0,333 + 0,001 * 0,333 + 0,400 * 0,333)$$

$$DE_{2010} = 0,343$$

- Dimensão ambiental - DA

$DA_{2010} = (\text{Áreas preservadas}_{2010} * \text{Peso Áreas preservadas} + \text{Linha de costa}_{2010} * \text{Peso Linha de costa} + \text{População Área Urbana}_{2010} * \text{Peso População Área Urbana})$ ;

$$DA_{2010} = (0,874 * 0,333 + 0,588 * 0,333 + 0,223 * 0,333)$$

$$DA_{2010} = 0,624$$

- Eficácia ICZM<sub>2010</sub> = (DS \* Peso DS + DE \* Peso DE + DA \* Peso DA)

$$\text{Eficácia ICZM}_{2010} = (0,427 * 0,455 + 0,343 * 0,455 + 0,624 * 0,091)$$

$$\text{Eficácia ICZM}_{2010} = 0,407$$

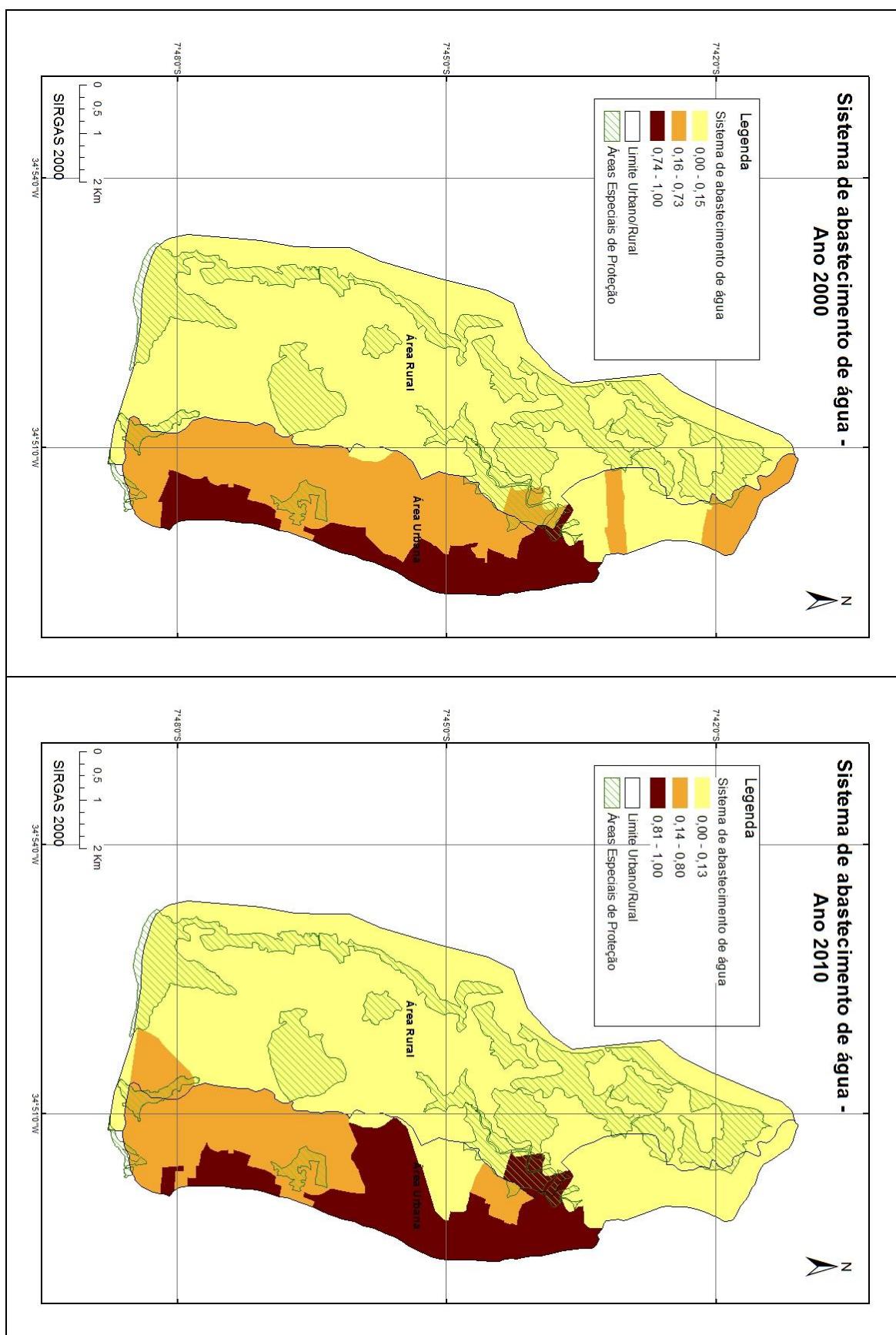
#### **4.2 Comparação entre os indicadores do Gerenciamento Costeiro na Ilha de Itamaracá**

As variáveis sociais são fundamentais para a melhoria do bem estar da população, a seguir são apresentados nas Figuras 14, 15 e 16 os mapas temáticos relacionados ao saneamento básico no qual foram espacializados as quantidades totais dos domicílios por setor censitário com os domicílios que possuem lixo coletado por serviço de limpeza, esgotamento sanitário via rede geral de esgoto ou pluvial e abastecimento de água, respectivamente, para os anos de 2000 e 2010.

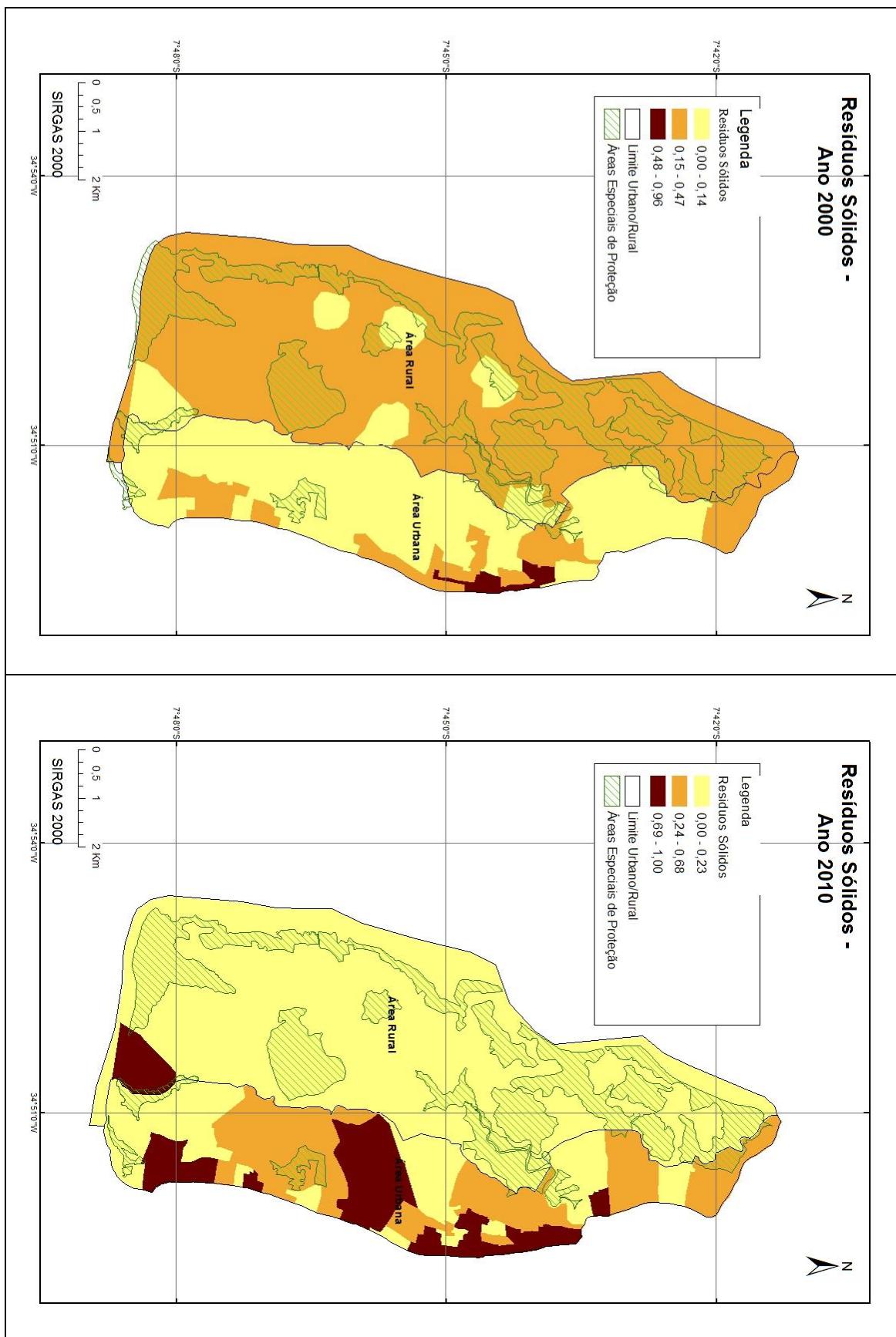
No que refere-se ao abastecimento de água houve um aumento tanto na quantidade de setores censitários quanto na proporção de domicílios com sistema de abastecimento de água, atingindo a porcentagem de 81% na concentração de domicílios em alguns setores conforme a Figura 14.

Com relação aos resíduos sólidos pela análise temporal percebe-se um aumento na concentração dos domicílios atendido por serviço de limpeza. Para o ano de 2000 existiam 884 domicílios atendidos e para o ano de 2010 essa variável passou para 3016 domicílios atendidos. Para o ano de 2000 apenas 2 setores censitários localizados na área central tinham valores acima de 48%. Já para o ano de 2010 além de aumentar o número de setores censitários também verificou-se o aumento na proporção para 69% dos domicílios com serviço de limpeza, que estão representados na Figura 15.

**Figura 14 - Mapa do Abastecimento de água do município da Ilha de Itamaracá para os anos 2000 e 2010.**



**Figura 15 - Mapa de resíduos sólidos do município da Ilha de Itamaracá para os anos 2000 e 2010.**



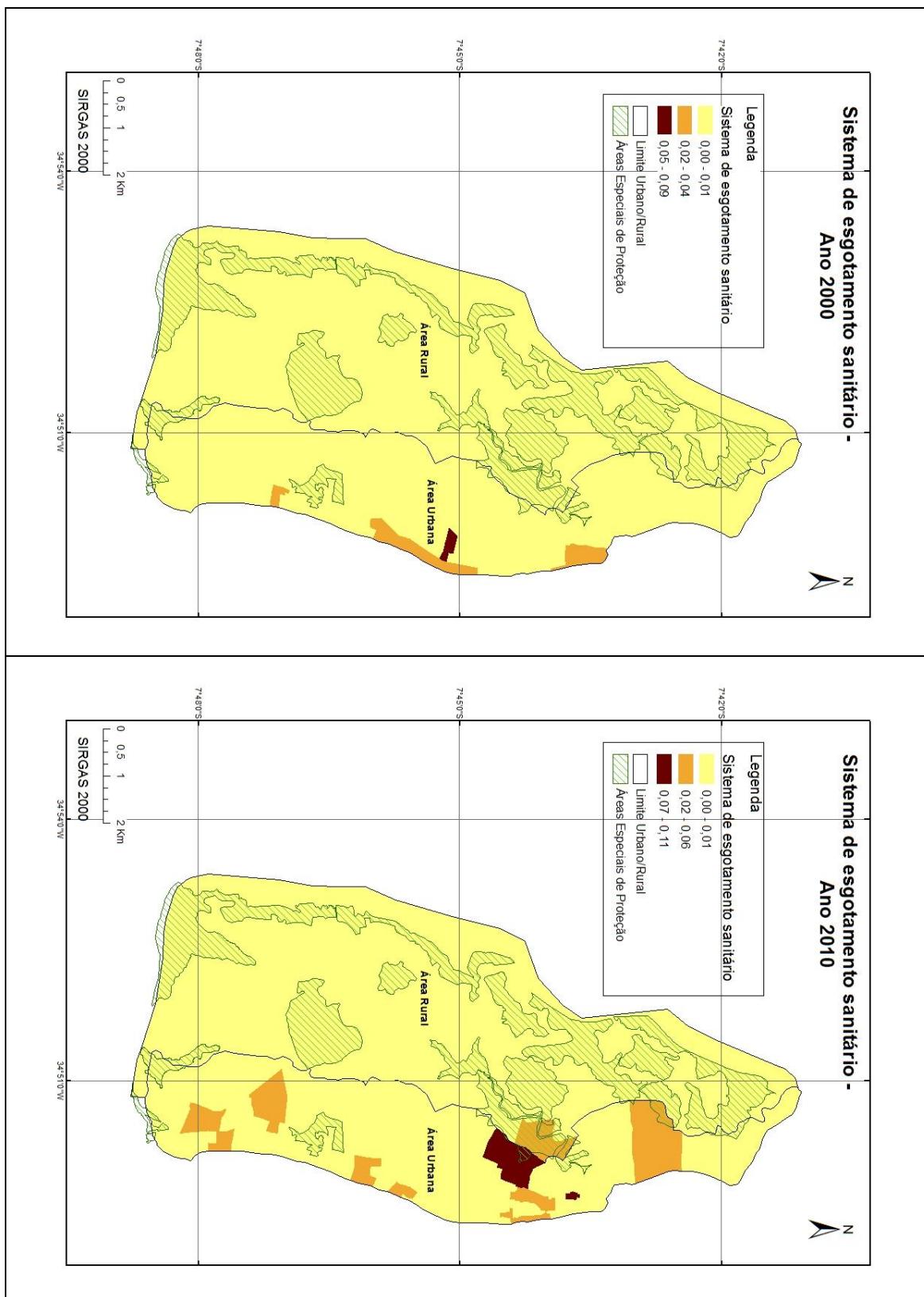
A partir desta análise temática na Figura 16, observou-se que a principal carência está no sistema de esgotamento sanitário onde apenas 1,1% dos domicílios da Ilha de Itamaracá no ano de 2010 possuíam banheiros com via rede geral de esgoto ou pluvial. Houve pouco avanço na implantação dessa infraestrutura, a totalidade do território não atinge 1% com sistema de esgotamento tanto para o ano de 2000 quanto para 2010.

Destaca-se que com o atraso na implantação do sistema de tratamento de esgotos as ruas e os rios podem sofrer consequências se tornando canais de esgoto, comprometendo a saúde da população e fazendo com que se percam aspectos da qualidade nos recursos hídricos e paisagístico da cidade.

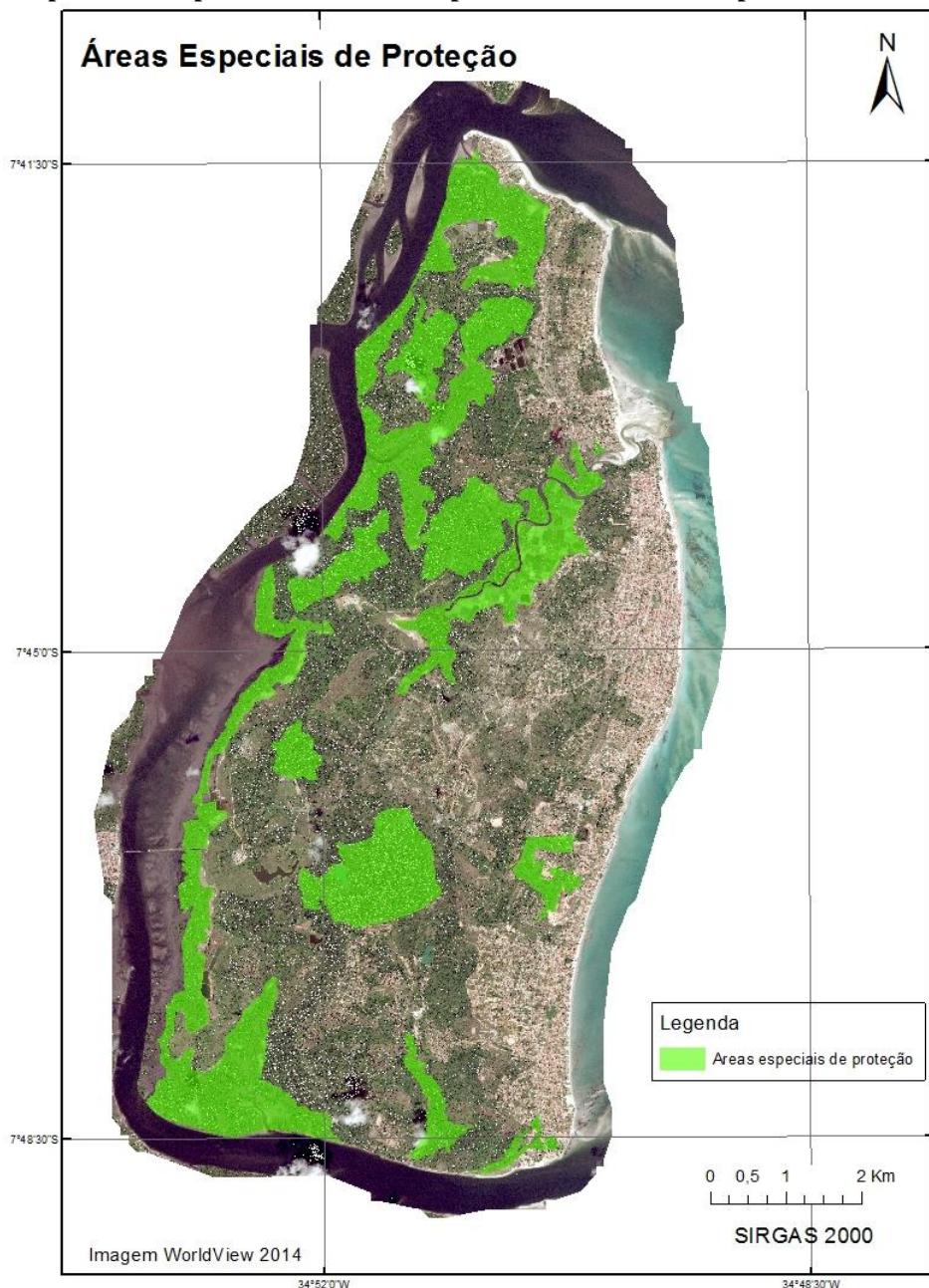
A maior demanda por infraestrutura está na área urbana onde a maioria da população reside e consequentemente há maior quantidade de domicílios. Já na área rural são desenvolvidas atividades agrícolas e da pecuária, e onde encontram-se inseridas as reservas ecológicas Figura 17 (Lanço dos Cações, Santa Cruz, Jaguaribe, Engenho Macaxeira, Engenho São João e Amparo), não deve haver pretensão para implantação de infraestrutura nestas áreas.

Para estas áreas de preservação regulamentada por lei foi considerado neste estudo o mesmo indicador para os períodos analisados, pois verificou-se que não houve alteração significativa na cobertura vegetal. No entanto, destaca-se a necessidade do plano de manejo para garantir o uso sustentável.

**Figura 16 - Mapa do sistema de esgotamento sanitário do município da Ilha de Itamaracá para os anos 2000 e 2010.**



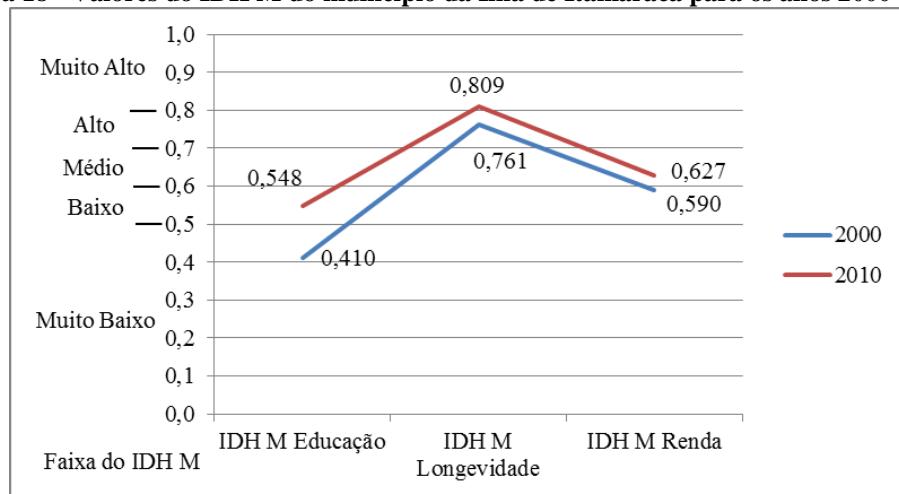
**Figura 17 - Mapa das áreas preservadas do município da Ilha de Itamaracá para os anos 2000 e 2010.**



Com as variáveis econômicas foi possível analisar as políticas que garantam qualidade de vida da população através do acesso à educação, saúde, emprego e renda. Desta forma, a produção econômica reflete na utilização de recursos naturais ou sociais servindo de alerta no uso destes recursos. Monitorar o consumo de recursos naturais, a fim de que sua utilização seja sustentável torna-se uma tarefa importante.

Comparando os valores das variáveis IDH M Longevidade e IDH M Educação com a faixa do IDHM, temos que: O IDH M Educação apresentou valores baixos tanto para o ano 2000 quanto para o ano de 2010, tendo um aumento no seu valor de 25,18%. Em contrapartida o IDHM Longevidade apresentou valores altos para os dois períodos analisados (Figura18).

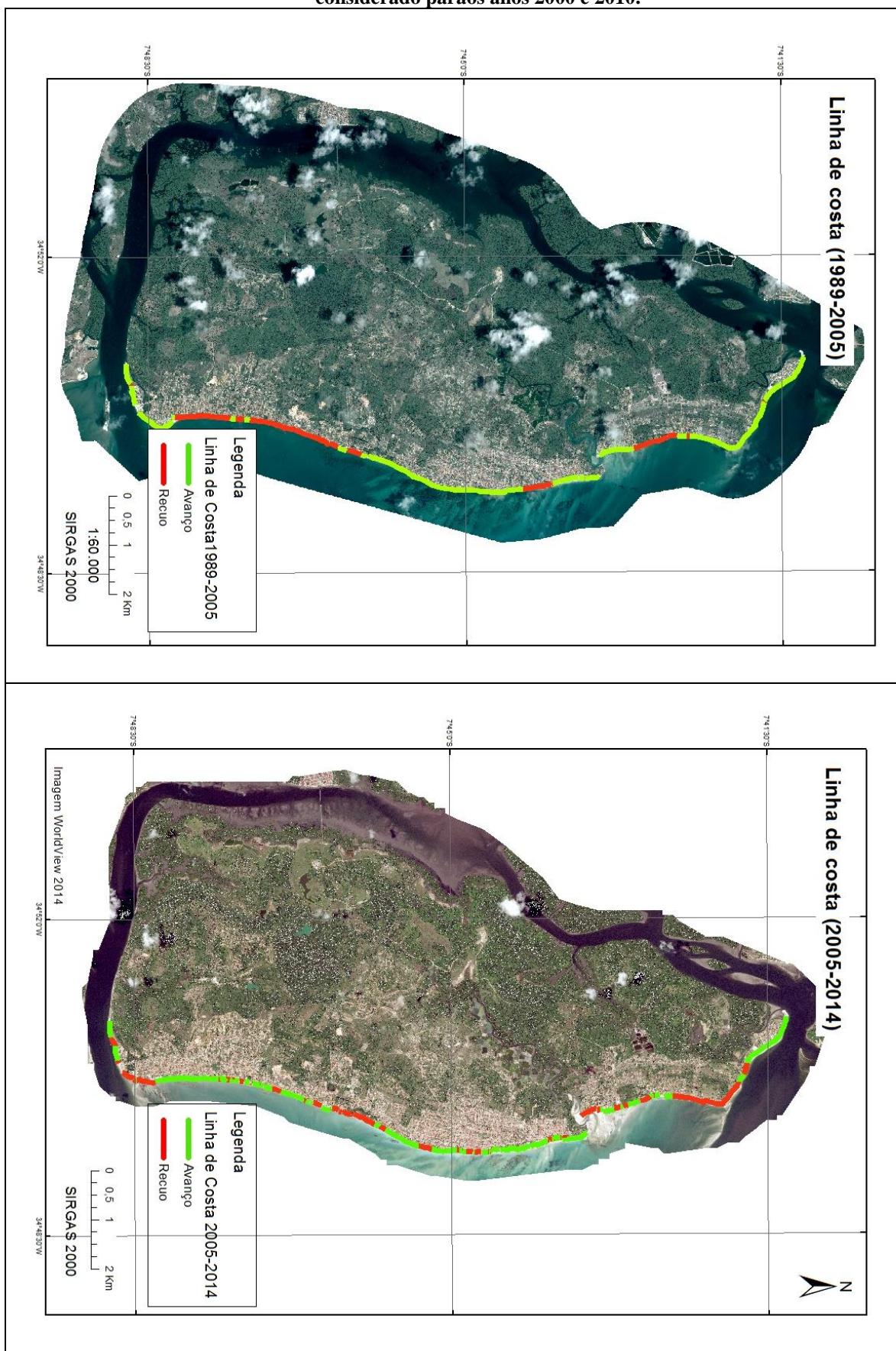
**Figura 18 - Valores do IDH M do município da Ilha de Itamaracá para os anos 2000 e 2010.**



O IDH M Renda apresentou valores medianos com aumento do seu valor verificado para o ano de 2010. Com relação ao PIB Per capita forma encontrados valores considerados baixos possivelmente pela baixa influência da Ilha de Itamaracá na economia do Estado de Pernambuco. A evolução da desigualdade de renda nesses dois períodos foi medida pelo Índice de Gini, que passou de 0,59, em 2000, para 0,60, em 2010.

Quanto as variáveis ambientais a pressão antrópica em áreas sem planejamento e infraestrutura pode trazer transtornos na qualidade dos ambientes naturais e dos assentamentos urbanos.

**Figura 19 – Mapa de evolução da posição da linha de costa do município da Ilha de Itamaracá considerado para os anos 2000 e 2010.**

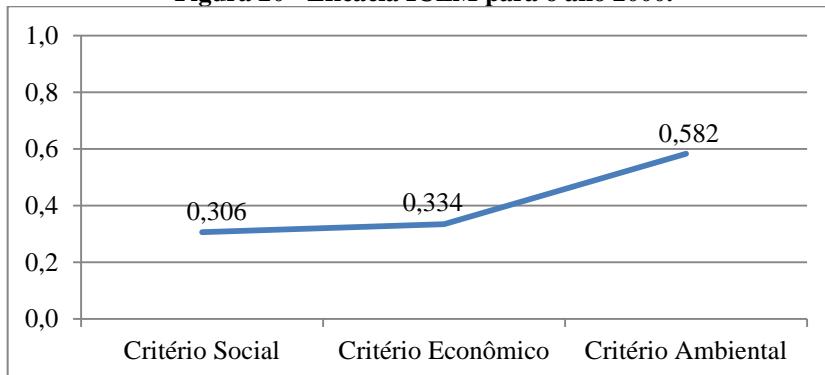


A análise da faixa costeira da Ilha de Itamaracá (Figura 19) indica os trechos onde tem ocorrido avanço/recuo da linha de costa, no período 1989-2005 o recuo da linha de costa prevalece na parte sul enquanto no período 2005-2014 há trechos de recuo na parte central e na parte norte. Desta forma, estes dados podem contribuir para identificar e limitar o adensamento urbano nestas áreas tão vulneráveis a abrasão marinha.

#### 4.3 Análise comparativa entre a eficácia do ICZM

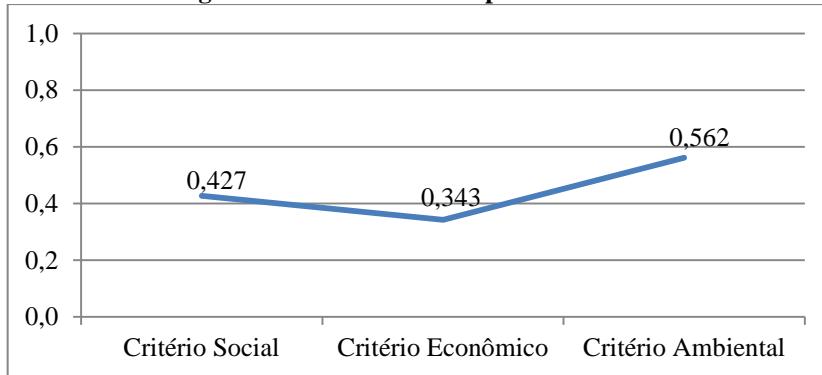
O resultado encontrado para a eficácia do município da Ilha de Itamaracá para o ano 2000 foi de 0,344 (34%). Considerando os valores mínimos, para cada critério social, econômico e ambiental, respectivamente, 0,450, 0,288 e 0,100 dos municípios da zona costeira como parâmetro comparativo, verificou-se a necessidade de melhorias nos critérios sociais e econômicos (Figura 20). O valor do critério social maior na comparação análise dos municípios costeiros teve uma diminuição de 32% quando comparado aos valores da Ilha de Itamaracá, enquanto o critério econômico teve um aumento de apenas 17%. Já o critério ambiental teve um crescimento 82%.

**Figura 20 - Eficácia ICZM para o ano 2000.**



O valor calculado para a eficácia do ano de 2010 foi de 0,401 (40%), apresentando certa melhora quando comparado ao valor calculado no ano 2000. Os critérios sociais tiveram um aumento de 39,54% e o econômicos apenas 2,69%, em contrapartida o critério ambiental reduziu 3,43% (Figura 21).

**Figura 21 - Eficácia ICZM para o ano 2010.**



O aumento nos valores dos indicadores é uma forma de analisar que estão havendo políticas que buscam o desenvolvimento do lugar e a melhoria na qualidade social, econômica e ambiental. Já a diminuição no indicador revela a necessidade de investigar quais medidas foram negativas na intervenção e que impediram a melhora para um determinado critério. Neste caso, observa-se que possivelmente alguma intervenção antrópica tenha influenciado na diminuição do critério ambiental.

A análise na eficácia do ICZM pode trazer subsídios para as ações dos gestores dos espaços costeiros tanto no sentido de ampliar ações existentes quanto no desenvolvimento de novas ações.

Conforme observa, o Plano Diretor aprovado no ano 2007, e traz orientação sobre o ordenamento do território urbano. No capítulo III há um enfoque ao saneamento ambiental que considera medidas para preservar o meio ambiente através de ações de abastecimento de água potável, de esgotamento sanitário, de coleta e disposição de resíduos sólidos.

No entanto, apesar das várias diretrizes estabelecidas o sistema de esgotamento sanitário pouco foram os avanços para estas ações. As áreas especiais de proteção (reservas ecológicas e reservas biológicas) definidas por lei estadual, e as áreas de preservação permanente foram consolidadas. Além, da faixa de proteção da orla que consiste numa área de 50 metros de proteção, no qual são definidos critérios para uso e ocupação.

Uma das ações voltada ao ordenamento dos espaços litorâneos é projeto orla aprovado no ano de 2010, que apresenta o diagnóstico dos principais conflitos ambientais, sociais e econômicos.

Ao comparar os valores de eficácia de ICZM para os anos de 2000 e 2010 com os valores considerados padrões para verificar a eficácia tendo em vista as variáveis adotadas e os municípios da zona costeira de Pernambuco, foi verificado que o índice está abaixo do valor máximo (0,650).

## 5 CONCLUSÕES

Neste trabalho foi elaborado um modelo para analisar a eficácia do ICZM, em que a partir da definição sobre ICZM e demais legislações brasileiras foram identificadas e selecionadas algumas variáveis para atuarem no modelo.

As variáveis foram organizadas numa estrutura hierárquica de acordo com o método AHP, no qual foram atribuídos os pesos através de um questionário aplicado a um especialista em Gestão Costeira do Estado de Pernambuco. Através deste questionário foi desenvolvida a comparação *par a par*, e a aplicação da fórmula analítica que representa a saída do modelo representando a eficácia do ICZM em valores numéricos numa escala de 0,00 a 1,00, onde quanto maior a nota mais eficaz o gerenciamento costeiro integrado.

Para analisar o resultado numérico da eficácia do ICZM no município da Ilha de Itamaracá, foi calculado um limiar mínimo e máximo tendo como referência os municípios pertencentes a zona costeira de Pernambuco onde foram obtidos o valor máximo de 0,650 e o valor mínimo de 0,279.

Os dados estruturados pelo método AHP foram analisados para os anos 2000 e 2010 através do modelo analítico considerando os pesos e prioridades definidas pelo especialista. O valor numérico da eficácia encontrado para o ano de 2000 foi de 0,348 abaixo de 50% na comparação para um valor ideal considerando as características dos demais municípios do Estado de Pernambuco o que indica necessidade de melhoria nos indicadores sociais e econômicos. Já para o ano de 2010 verificou-se que houve melhoria, quanto aos indicadores sociais e econômicos, no entanto, o valor obtido pelo modelo analítico foi de 0,407 continuando ainda abaixo de 50%.

Os resultados obtidos com a aplicação da metodologia AHP ao processo decisório na análise da eficácia do gerenciamento costeiro demonstram a utilidade dos métodos multicritérios de apoio à decisão.

Considerando a característica insular do município de Itamaracá é importante integrar perspectivas de conservação e desenvolvimento de forma sustentável, exigindo abordagens específicas para planejamento, monitoramento e gestão.

## 6 RECOMENDAÇÕES

A seguir são listadas algumas recomendações para trabalhos futuros e sugestões de aprimoramento da modelagem proposta:

- Ampliar o estudo através da utilização de outros critérios, como por exemplo, o político, pois indicaria nível de preocupação do gestor em cada área de interesse. Outro critério a ser inserido seria o cultural, podendo contribuir na identificação e preservação dos bens culturais importantes para a manutenção da identidade cultural;
- Aprimorar a metodologia no que se refere a aplicação do questionário ampliando a quantidade de pessoas entrevistadas como, por exemplo, professores, estudantes, moradores locais, profissionais;
- Inserir outras variáveis ao critério ambiental como, por exemplo, a qualidade da água especialmente a balneabilidade da água do mar que apresenta o estado da qualidade da água para fins de recreação nas praias. O contato com águas contaminadas por esgoto pode disseminar doenças entre a população. Além disso, a poluição de águas costeiras atinge os ambientes estuarinos, como os manguezais, afetando também a atividade pesqueira;
- Comparar o resultado obtido com outros métodos de análise multicritério para o mesmo conjunto de variáveis.

## REFERÊNCIAS

- AGRA FILHO, S. S. A gestão ambiental da zona costeira no Brasil. Os desafios atuais. 1<sup>a</sup> **Revista de Gestão Costeira Integrada para países de língua portuguesa**, n. 5, ano. 4, p. 23-24, 2006. Disponível em: <[http://www.aprh.pt/rgci/pdf/RGCI\\_5.pdf](http://www.aprh.pt/rgci/pdf/RGCI_5.pdf)> Acesso em: 08 de jan. de 2014.
- ALEXANDER, M. Decision-Making using the Analytic Hierarchy Process (AHP) and SAS/IML. **SESUG 2012: The Proceedings of the SouthEast SAS Users Group**, Durham, NC, p. 1-12, 2012. Disponível em:<[http://analytics.ncsu.edu/?page\\_id=4848](http://analytics.ncsu.edu/?page_id=4848)>. Acesso em: 10 de jan. 2015.
- ALMEIDA, A.T. **Conhecimento e uso de métodos multicritério de apoio a decisão**. 2 ed. Recife: Editora Universitária, 2009.
- ALVES, J. R. X.; ALVES, J. M. Definição de localidade para instalação industrial com o apoio do método de análise hierárquica (AHP). **Production Journal**, v. 25, n. 1, p. 13-26, 2015.
- ASMUS, M. L.; KITZMANN, D.; LAYDNER, C.; TAGLIANI, C. R. A. Gestão Costeira no Brasil: instrumentos, fragilidades e potencialidades. 1<sup>a</sup> **Revista de Gestão Costeira Integrada para países de língua portuguesa**, n. 5, ano. 4, p. 52-57, 2006. Disponível em: <[http://www.aprh.pt/rgci/pdf/RGCI\\_5.pdf](http://www.aprh.pt/rgci/pdf/RGCI_5.pdf)> Acesso em: 08 de jan. de 2014.
- BOWEN, R. E.; RILEY, C. Socio-economic indicators and integrated coastal management. **Ocean & Coastal Management**, v. 46, p. 299-312, 2003.
- BRASIL. Lei n.º 6.938 de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 02 setembro 1981.
- BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 05 outubro 1988.
- BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 19 julho 2000.
- BRASIL. Decreto nº 5.377 de 23 de fevereiro de 2005. Aprova a Política Nacional para os Recursos do Mar - PNRM. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília - DF, 24 fevereiro 2005. Sessão 1. ISSN 1677-7042
- CASSILHA, G. A.; CASSILHA, S. A. **Planejamento Urbano e Meio Ambiente**. Curitiba: IESDE Brasil S. A., 2009. 176 p.
- CICIN-SAIN, B; KNECHT, R. W. **Integrated coastal and ocean management: concepts and practices**. Washington, DC: Island Press; 1998, 543 p.
- COASTLEARN. **Principles of ICZM**. Disponível em: <<http://www.coastlearn.org/intro/introduction.html>> Acesso em 03 de jan. de 2014.

- EUROPEAN COMMISSION. Commission of the European Communities. Communication from the Commission to the Council and the European Parliament on Integrated Coastal Zone Management: a strategy for Europe. Brussels COM 547 final; 2000. Disponível em <<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52000DC0547>> Acesso em 11 de jan. de 2015.
- EUROPEAN COMMISSION. Commission of the European Communities. Council recommendation of the European Parliament and of the Council of 30 May, concerning the implementation of Integrated Coastal Zone Management in Europe (2002/413/EC). Official Journal, p. 24-27, 2002. Disponível em <<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32002H0413>> Acesso em 11 de jan. de 2015.
- CIRM. Resolução nº 01/90, da Comissão Interministerial para os recursos de Mar, de 21 de novembro de 1990.
- CIRM. Plano setorial para os recursos do mar. Disponível em: <http://www.mar.mil.br/secirm/psrm.html>. Acesso em 20 de jan. de 2015.
- COSTA, T. C. da; MISCHEL, C. N. B. Decisão em grupo em métodos multicritério de apoio à decisão. In 15º ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E PÓS-GRADUAÇÃO DO ITA, 15, 2009, São José dos Campos. **Anais...** São José dos Campos: Encontro de Iniciação Científica e Pós-Graduação do ITA, 2009.
- CPRH. Diagnóstico socioambiental litoral sul de Pernambuco. Recife, 2001.
- CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea estado de Pernambuco: diagnóstico do município de Ilha de Itamaracá. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.
- CUMMINS, V.; O MAHONY, C.; CONNOLLY, N. Review Of Integrated Coastal Zone Management & Principals Of Best Practice. 84 p. 2003. Disponível em <[http://www.heritagedouncil.ie/fileadmin/user\\_upload/Publications/Marine/coastal\\_zone\\_review.pdf](http://www.heritagedouncil.ie/fileadmin/user_upload/Publications/Marine/coastal_zone_review.pdf)> Acesso em 04 de jan. de 2014.
- DUC, T.T. Using GIS and AHP technique for land-use suitability analysis. International Symposium on Geoinformatics for Spatial Infrastructure Development in Earth and Allied Sciences, 2006. Disponível em: <<http://wgrass.media.osaka-cu.ac.jp/gisideas06/viewpaper.php?id=192>>. Acesso em 21 de jan. de 2015.
- EL-DEIR, S. G. Percepção ambiental e caracterização sócio-econômica e cultural da Comunidade de Vila Velha, Itamaracá – PE. **Revista Tropical Oceanography**, Recife, v. 27, p. 175-185, 1999. Disponível em <[http://www.revista.ufpe.br/tropicaloceanography/artigos\\_completos\\_resumos\\_t\\_d/27\\_1999\\_1\\_eldeir.pdf](http://www.revista.ufpe.br/tropicaloceanography/artigos_completos_resumos_t_d/27_1999_1_eldeir.pdf)> Acesso em 16 de out. 2013.
- EHLER, C. N. Indicators to measure governance performance in integrated coastal management. **Ocean & Coastal Management**, v. 46, p. 335-345, 2003.

- FABBRI, K. P. A methodology for supporting decision making in integrated coastal zone management. **Ocean & Coastal Management**, v.39, p. 51-62, abril. 1998.
- FREITAS, A. L. P.; MARINS, C. S., SOUZA, D. de O. A metodologia de multicritério como ferramenta para a tomada de decisões gerenciais: um estudo de caso. **Revista GEPROS - Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, Presidente Prudente, n. 2, p. 51-60, 2006.
- GONÇALVES, R. M. **Modelagem de tendência a curto-prazo da linha de costa através de dados geodésicos temporais utilizando regressão linear, estimativa robusta e redes neurais artificiais**. Tese de conclusão de curso (Doutorado em Ciências Geodésicas), UFPR, 2010. 152p.
- GONÇALVES, R. M.; Awange, J.; Krueger, C. P. ; Heck, B.; Coelho, L.S. A comparison between three short-term shoreline prediction models. **Ocean & Coastal Management**, v. 69, p. 102-110, 2012a
- GONÇALVES, R. M.; AWANGE, J.; KRUEGER, C. P. GNSS-based monitoring and mapping of shoreline position in support of planning and management of Matinhos/PR (Brazil). **Journal of Global Positioning Systems (Print)**, v. 11, p. 156-168, 2012b.
- GOMES, L. F. M. A.; GOMES, C. F. S.; ALMEIDA, A. T. **Tomada de decisão Gerencial: Enfoque Multicritério**. Rio de Janeiro: Atlas, 2002. 264 p.
- GUGLIELMETTI, F.; MARINS, F.; SALOMON, V. Comparação teórica entre métodos de auxílio à tomada de decisão por múltiplos critérios. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. **Anais...**Ouro Preto:ABREPO, 2003. p 1-6.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo demográfico 2010. Características da população e dos domicílios. Resultados do universo. Rio de Janeiro-RJ: IBGE, 2010.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Indicadores de desenvolvimento sustentável Brasil 2010. Rio de Janeiro. 2010b. 443 p. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/ids/ids2010.pdf>> Acesso em 22 de out. de 2014.
- MANSO, V. A.; COUTINHO, P. N.; GUERRA N. C.; SOARES JR., C.F.A. Erosão e progradação do litoral brasileiro – Capítulo Pernambuco, Dieter Muehe, organizador – Brasília, Ministério do Meio Ambiente, MMA, 2006, p. 179 -196.
- MARRONI, E. V. , ASMUS, M. L. Historical antecedents and local governance in the process of public policies building for coastal zone of Brazil. **Ocean & Coastal Management**, v. 76, p. 30-37, 2013.
- MENDONCA, F. J. B.; GONÇALVES, R. M.; Awange, J.; SILVA, L. M.; GREGORIO, M. N. Temporal shoreline series analysis using GNSS. **Boletim de Ciências Geodésicas (Online)**, v. 20, p. 701-719, 2014.

- MINISTÉRIO DAS CIDADES. Rede de avaliação e capacitação para a implementação dos planos diretores participativos - Relatório Municipal PE. 2010. Disponível em <[http://www.observatoriodasmetropoles.net/planosdiretores/produtos/pe/PE\\_Avalia%C3%A7%C3%A3o\\_PDP\\_Recife\\_mar\\_2010.pdf](http://www.observatoriodasmetropoles.net/planosdiretores/produtos/pe/PE_Avalia%C3%A7%C3%A3o_PDP_Recife_mar_2010.pdf)> Acesso em 05 de jan. de 2014.
- MISDORP, R. WCC'93 – World Coast Conference'93 – Proceedings – Technical Document: How to account for Impacts of Climate Change in ICZM: Concept and Tools for approach for analysis, 2011
- MOHD SAFIAN, E. E.; NAWAWI, A. H. Combining AHP with GIS in the evaluation of locational characteristics quality for purpose-built offices in Malaysia. In: INTERNATIONAL REAL ESTATE RESEARCH SYMPOSIUM (IRERS) 2012 GLOBALISATION OF REAL ESTATE: TRANSFORMATION AND OPPORTUNITIES, 6, 2012, Selangor. **Anais eletrônicos...** Selangor: INSPEC 2nd Campus, 2012. Disponível em: <<http://mpra.ub.uni-muenchen.de/39546/>>. Acesso em 21 de jan de 2015.
- MORAES, A.C.R. **Contribuições para a Gestão da Zona Costeira do Brasil: Elementos para uma Geografia do Litoral Brasileiro**. São Paulo: EDUSP, 1999. 229 p.
- MMA. Gerência de Biodiversidade Aquática e Recursos Pesqueiros. Panorama da conservação dos ecossistemas costeiros e marinhos no Brasil. Brasília: MMA/SBF/GBA, 2010. 148 p. Disponível em <[http://www.mma.gov.br/estruturas/205/\\_publicacao/205\\_publicacao03022011100749.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/205/_publicacao/205_publicacao03022011100749.pdf)> Acesso em 21 de set. de 2014.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Gerenciamento Costeiro no Brasil. 2014. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/gestao-territorial/gerenciamento-costeiro>> Acesso em 08 de Jan. de 2014.
- OBSERVATORIO DO QREN. A Avaliação do Desenvolvimento Socioeconômico, Manual Técnico II: Métodos e Técnicas: Instrumentos de Enquadramento das Conclusões da Avaliação: Análise Multicritério. 2004. p. 1-15.
- OLINTO, A.; GONDIM, D.; BASTO, E. Programa de gerenciamento costeiro: Experiência do programa em Pernambuco. **1ª Revista de Gestão Costeira Integrada para países de língua portuguesa**, n. 5, ano. 4, p. 18-22, 2006.
- OLSEN, S.; TOBEY, J.; KERR, M. A common framework for learning from ICM experience **Ocean & Coastal Management**, v. 37, p. 155-174, 1997.
- PERNAMBUCO. Lei nº 14.258, de 23 de dezembro de 2010. Institui a Política Estadual de Gerenciamento Costeiro, e dá outras providências.
- PICKAVERA, A.H., GILBERTB, C., BRETONC, F. An indicator set to measure the progress in the implementation of integrated coastal zone management in Europe. **Ocean & Coastal Management**, v. 47, p. 449-462, 2004.
- PINHO, L.; MARTINS, F.; ALMEIDA, A. CASTRO, R. E. F.; MELO, M. H. S.; SILVARES, E. F. M. Socio-territorial GIS as a tool to support Coastal Management. In: CoastGIS 07: The 8th International Symposium on GIS and Computer Mapping for Coastal Zone Management, 8, 2007, Aveiro: University of Cantabria, 2007. 87-96 p.

- PODVEZKO, V. Application of AHP technique. **Journal of Business Economics and Management**, v.10, n.2, 2009, p. 181-189.
- POMPERMAYER, R. de S.; PAULA JÚNIOR, D. R. de; CORDEIRO NETTO O. de M. Análise Multicritério como Instrumento de Gestão de Recursos Hídricos: O Caso das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. n.3, v. 12, p. 117-127, 2007.
- PNUD. Atlas de Desenvolvimento Humano (2010). Disponível em: <<http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/home/>>. Acesso em: 18 set. 2014.
- POST, J. C.; LUNDIN, C. G., Guidelines for integrated coastal zone management, Environmentally Sustainable Development Studies and Monographs Series. nº.9. The World Bank, Washington, DC, 1996. 28 p.
- SAATY, T.L., A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures. **Journal of Mathematical Psychology**, v. 15, p. 234-281, 1977.
- SAATY, T. L. **The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation**. 2<sup>a</sup> ed. Pittsburgh: RW Publications, 1990. 287 p.
- SANTOS LEITE, I. M.; FREITAS, F. F. T. de. Análise comparativa dos métodos de apoio multicritério a decisão: AHP, ELECTRE e PROMETHEE. XXXII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO Desenvolvimento Sustentável e Responsabilidade Social: As Contribuições da Engenharia de Produção Bento Gonçalves, RS, Brasil, 15 a 18 de outubro de 2012.
- ŞENER, Ş.; SENER, E.; KARAGÜZEL, R. Solid waste disposal site selection with GIS and AHP methodology: a case study in Senirkent-Uluborlu (Isparta) Basin, Turkey. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 173, p. 533-554, 2011.
- SOUZA, C. R. de G. A Erosão Costeira e os Desafios da Gestão Costeira no Brasil. **Revista da Gestão Costeira Integrada**. v. 9, p. 17-37, 2009.
- TAYLOR, B. W. **Introduction to management science**. New Jersey: Pearson/Prentice Hall, 2010.
- THIA-ENG, C. Essential elements of integrated coastal zone management. **Ocean & coastal management**. v. 21, p. 81–108, 1993.
- THIELER, E.R., Himmelstoss, E.A., Zichichi, J.L., and Ergul, Ayhan, 2009, Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 4.0— An ArcGIS extension for calculating shoreline change: U.S. Geological Survey Open-File Report 2008-1278.
- Thwink. Environmental Sustainability. Disponível em: <<http://www.thwink.org/sustain/glossary/EnvironmentalSustainability.htm>> Acesso em 03 de jan. 2015

- UNITED NATIONS. Agenda 21. United Nations Conference on Environment & Development. Rio de Janeiro, 1992. Disponível em: <<https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/Agenda21.pdf>>. Acesso em: 18 set. 2015.
- UNITED NATIONS. UN Atlas of the Oceans. 2002. Disponível em: <<http://www.oceansatlas.org/>> Acesso em 13 de jan. 2015
- VARGHESE, K.; GANESHB, L.S.; MANIC, M.; ANILKUMARA, P.P.; MURTHYD, R.; SUBRAMANIAMD, B.R. Identifying critical variables for coastal profiling in ICZM planning—A systems approach - **Ocean & Coastal Management**, v. 51, p. 73-94, 2008.
- VOIVODIC, R. A. de A. **Gestão ambiental e gerenciamento costeiro integrado no Brasil: uma análise do Projeto Orla em Cabo Frio - RJ**. Dissertação (Mestrado em Geografia) - UFRJ. 2007. 181p.
- XAVIER, R. **O gerenciamento costeiro no Brasil e a contribuição internacional**. Brasilia:IPRI, 1994. 157 p.

## ANEXOS

## Anexo 1 - Questionário

Com a finalidade de hierarquizar os principais fatores que influenciam na eficácia do gerenciamento costeiro na Ilha de Itamaracá, solicita-se responder o questionário a seguir, quantificando a importância de cada um dos itens em relação aos outros, utilizando a escala apresentada.

### NIVEL 1

1- Importância do **Critério Social** em relação aos demais critérios:

		<b>Escala</b>
<b>Fatores</b>	<b>Importância</b>	1/9 Extremamente menos importante
Critério Social		1/7 Fortemente menos importante
<b>Critério Econômico</b>		1/5 Menos importante
<b>Critério Ambiental</b>		1/3 Fracamente menos importante
		1 Igualmente
		3 Fracamente mais importante
		5 Mais importante
		7 Fortemente mais importante
		9 Extremamente mais importante

2- Importância do **Critério Econômico** em relação ao **Critério Ambiental**:

		<b>Escala</b>
<b>Fatores</b>	<b>Importância</b>	1/9 Extremamente menos importante
Critério Social		1/7 Fortemente menos importante
Critério Econômico		1/5 Menos importante
<b>Critério Ambiental</b>		1/3 Fracamente menos importante
		1 Igualmente
		3 Fracamente mais importante
		5 Mais importante
		7 Fortemente mais importante
		9 Extremamente mais importante

### NIVEL 2

#### CRITÉRIO SOCIAL

1 - Importância da variável **Resíduos Sólidos** em relação as demais variáveis:

		<b>Escala</b>
<b>Fatores</b>	<b>Importância</b>	1/9 Extremamente menos importante
Resíduos Sólidos		1/7 Fortemente menos importante
<b>Abastecimento de Água</b>		1/5 Menos importante
<b>Esgotamento Sanitário</b>		1/3 Fracamente menos importante
<b>IDH M Educação</b>		1 Igualmente
<b>IDH M Longevidade</b>		3 Fracamente mais importante
		5 Mais importante
		7 Fortemente mais importante
		9 Extremamente mais importante

2 - Importância da variável **Abastecimento de Água** em relação as demais variáveis:

Fatores		Importância	Escala	
Resíduos Sólidos			1/9	Extremamente menos importante
Abastecimento de Água			1/7	Fortemente menos importante
<b>Esgotamento Sanitário</b>			1/5	Menos importante
<b>IDH M Educação</b>			1/3	Fracamente menos importante
<b>IDH M Longevidade</b>			1	Igualmente
			3	Fracamente mais importante
			5	Mais importante
			7	Fortemente mais importante
			9	Extremamente mais importante

3 - Importância da variável **Esgotamento Sanitário** em relação as demais variáveis:

Fatores		Importância	Escala	
Resíduos Sólidos			1/9	Extremamente menos importante
Abastecimento de Água			1/7	Fortemente menos importante
Esgotamento Sanitário			1/5	Menos importante
<b>IDH M Educação</b>			1/3	Fracamente menos importante
<b>IDH M Longevidade</b>			1	Igualmente
			3	Fracamente mais importante
			5	Mais importante
			7	Fortemente mais importante
			9	Extremamente mais importante

4 - Importância da variável **IDH M Educação** em relação a variável IDH M Longevidade:

Fatores		Importância	Escala	
Resíduos Sólidos			1/9	Extremamente menos importante
Abastecimento de Água			1/7	Fortemente menos importante
Esgotamento Sanitário			1/5	Menos importante
<b>IDH M Educação</b>			1/3	Fracamente menos importante
<b>IDH M Longevidade</b>			1	Igualmente
			3	Fracamente mais importante
			5	Mais importante
			7	Fortemente mais importante
			9	Extremamente mais importante

## CRITÉRIO ECONÔMICO

1 - Importância da variável **IDH M Renda** em relação as demais variáveis:

Fatores		Importância	Escala	
<b>IDH M Renda</b>			1/9	Extremamente menos importante
<b>Índice de Gini</b>			1/7	Fortemente menos importante
<b>PIB Per Capita</b>			1/5	Menos importante
			1/3	Fracamente menos importante
			1	Igualmente
			3	Fracamente mais importante
			5	Mais importante
			7	Fortemente mais importante
			9	Extremamente mais importante

2 - Importância da variável **Índice de Gini** em relação a variável **PIB Per Capita**:

Fatores		Importância	Escala	
IDH M Renda			1/9	Extremamente menos importante
Índice de Gini			1/7	Fortemente menos importante
<b>PIB Per Capita</b>			1/5	Menos importante
			1/3	Fracamente menos importante
			1	Igualmente
			3	Fracamente mais importante
			5	Mais importante
			7	Fortemente mais importante
			9	Extremamente mais importante

**CRITÉRIO AMBIENTAL**

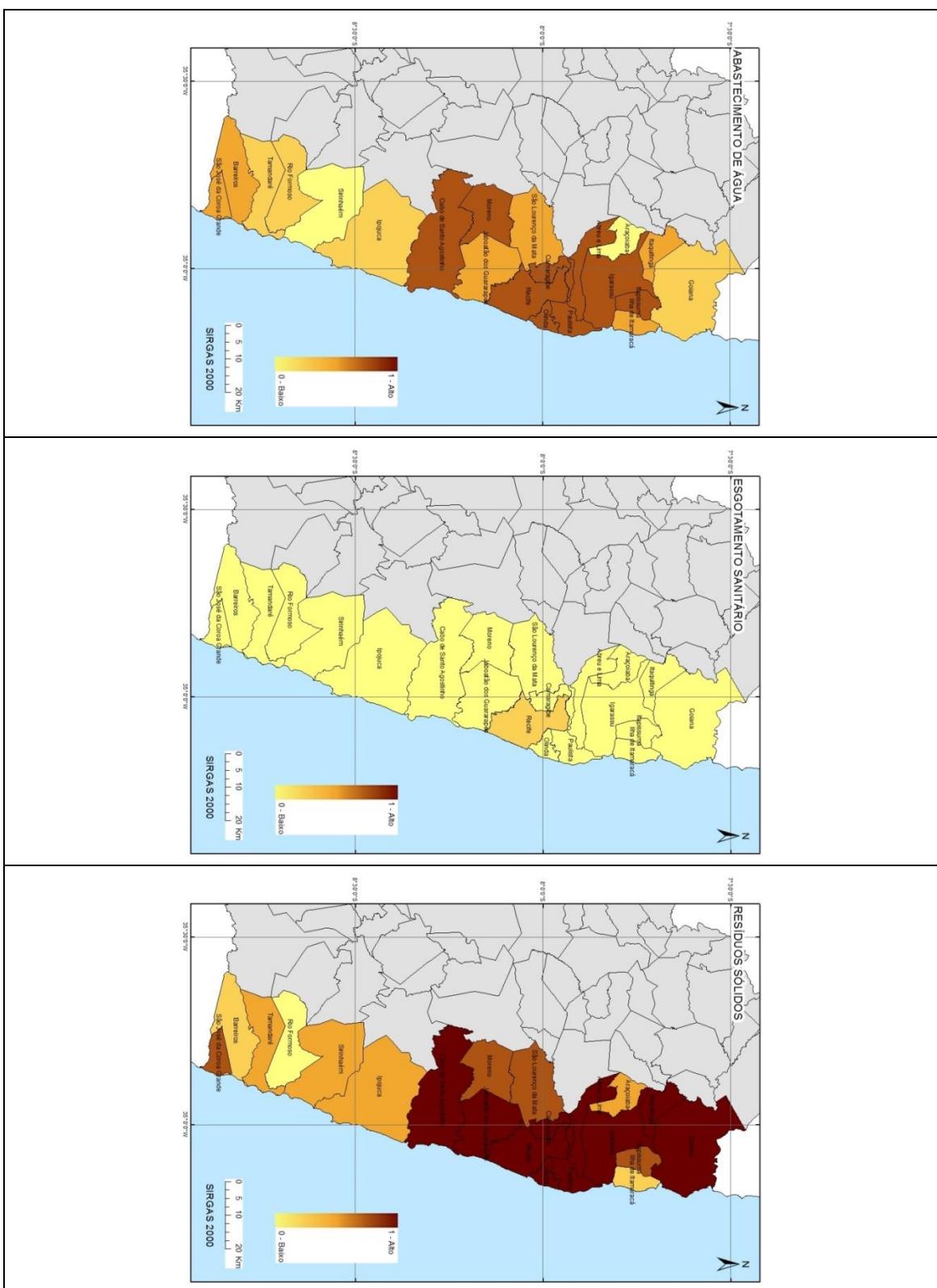
1 - Importância da variável **População Área Urbana** em relação as demais variáveis:

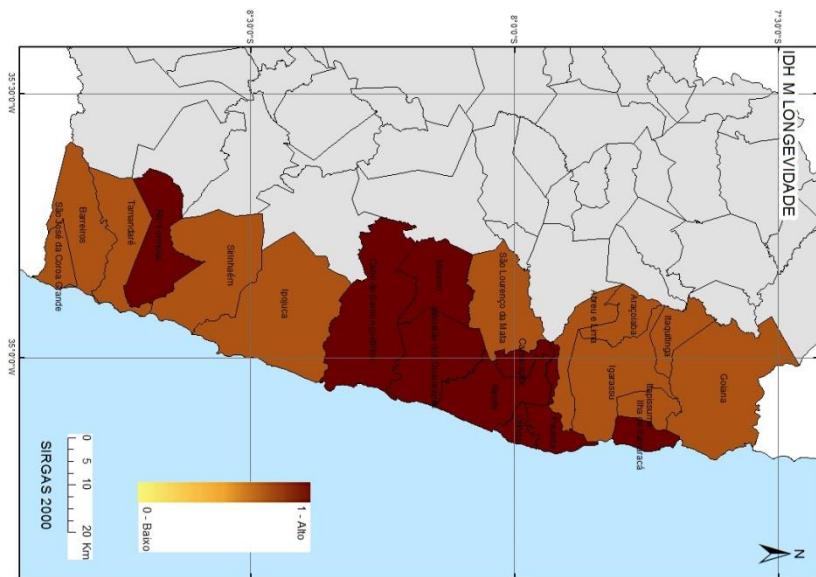
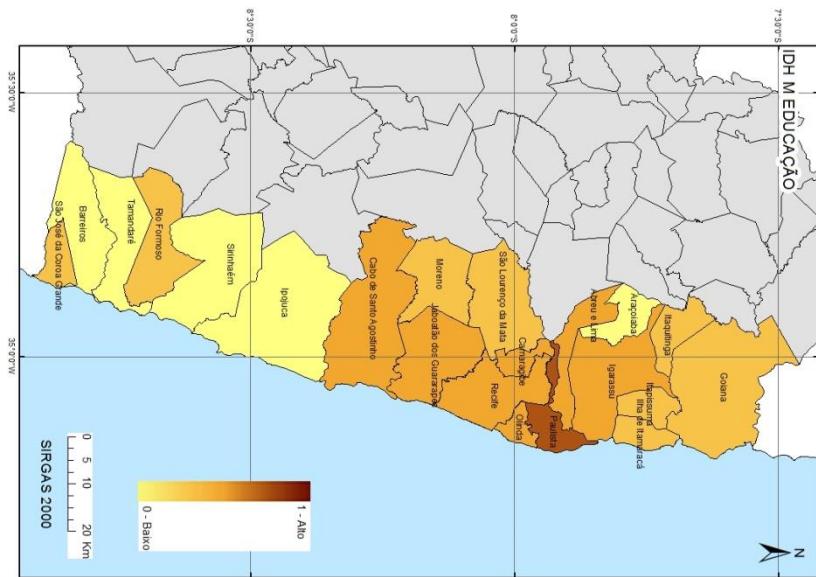
Fatores		Importância	Escala	
População Área Urbana			1/9	Extremamente menos importante
<b>Proteção Linha de Costa</b>			1/7	Fortemente menos importante
<b>Áreas Preservadas</b>			1/5	Menos importante
			1/3	Fracamente menos importante
			1	Igualmente
			3	Fracamente mais importante
			5	Mais importante
			7	Fortemente mais importante
			9	Extremamente mais importante

2 - Importância da variável **Proteção Linha de Costa** em relação a variável **Áreas Preservadas**:

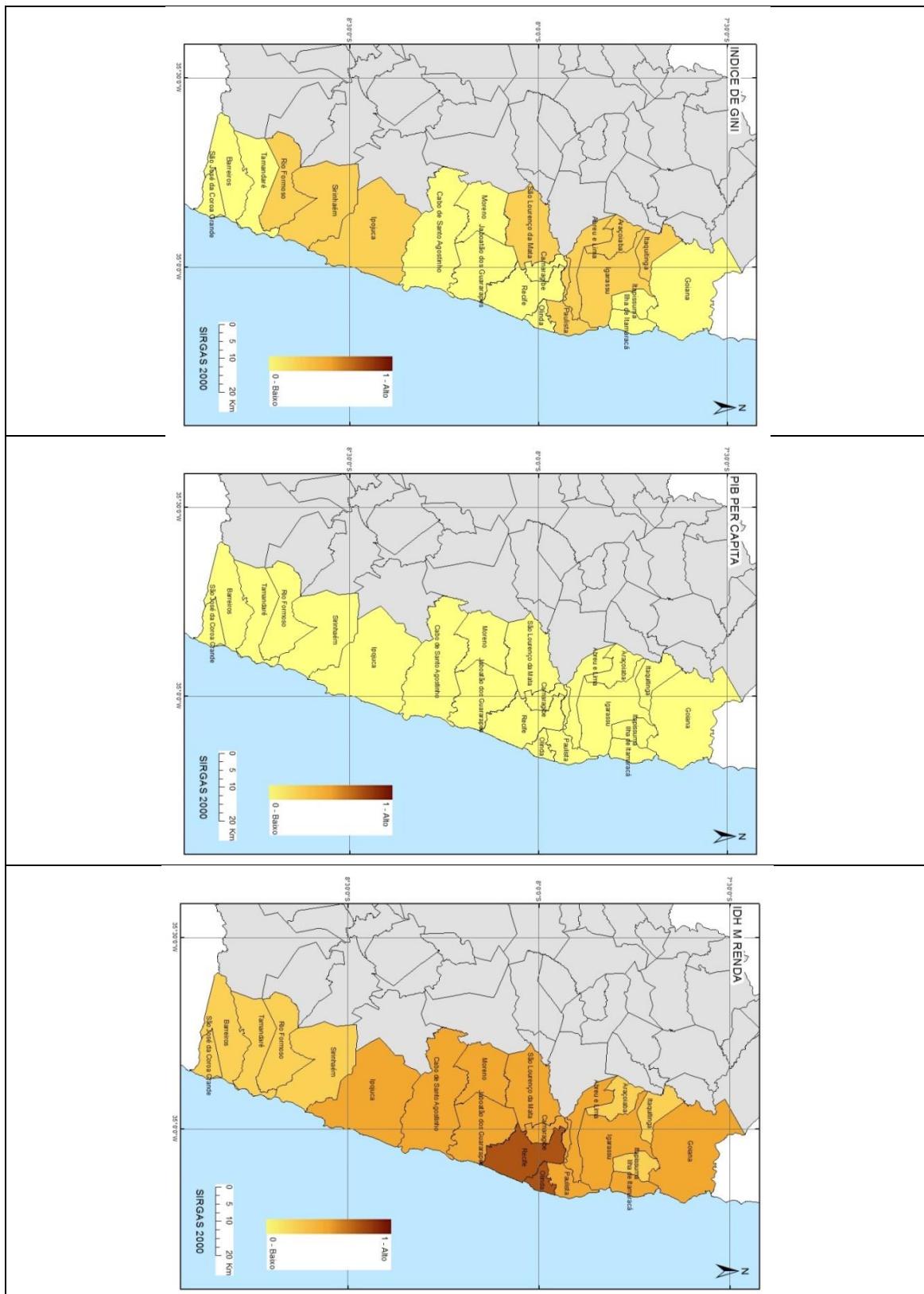
Fatores		Importância	Escala	
População Área Urbana			1/9	Extremamente menos importante
Proteção Linha de Costa			1/7	Fortemente menos importante
<b>Áreas Preservadas</b>			1/5	Menos importante
			1/3	Fracamente menos importante
			1	Igualmente
			3	Fracamente mais importante
			5	Mais importante
			7	Fortemente mais importante
			9	Extremamente mais importante

Anexo 2 - VÁRIÁVEIS SOCIAIS





## VARIÁVEIS ECONÔMICAS



## VÁRIÁVEIS AMBIENTAIS

