

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 A Zona Costeira

A Zona Costeira (ZC) representa cerca de 20% da superfície terrestre e aproximadamente 50 por cento da população mundial ocupa tais zonas. A densidade média da população residente em áreas costeiras é de 80 hab/km², duas vezes o valor da densidade média global. Aproximadamente 70% das cidades com mais de oito milhões de pessoas estão localizadas na Zona Costeira (BELFIORI, 2003). No Brasil, a ZC abriga mais de 20% da população brasileira, distribuída em 412 municípios. A maior concentração populacional é encontrada nas Regiões Metropolitanas de Belém, Fortaleza, Recife, Salvador e Rio de Janeiro.

A intensiva ocupação da ZC explica-se pelo fato de que a mesma exerce grande variedade de funções importantes para a sociedade, tais como: a produção de alimentos, a produção de energia, a extração de recursos naturais, a manutenção de *habitats* de reprodução, a manutenção de rotas migratórias, a garantia da diversidade genética das espécies, a localização para habitação e prática de recreação, dentre outros (DUBSKY, 1999, p.63,64). Além da variedade de funções, encontra-se a diversidade de inter-relações oriundas do estabelecimento humano e do desenvolvimento econômico associado ao mesmo. No entanto, a multiplicidade de tais relações e funções pode acarretar em problemas de conflito de usos e em problemas relacionados à sustentabilidade do ambiente e das atividades desenvolvidas.

3.2 Problemas de origem antrópica encontrados na Zona Costeira

“A população humana continua a aumentar em todo o mundo numa taxa de quase 2% ao ano. As taxas mais altas de aumento populacional estão em alguns dos países mais pobres. Mesmo se o crescimento populacional parasse hoje, os problemas resultantes permaneceriam. A atual população humana está consumindo os recursos mais rápido do que são regenerados pela biosfera, isso ao mesmo tempo em que libera tantos rejeitos que a qualidade do ambiente na maior parte na maior parte das regiões da Terra está se deteriorando numa taxa alarmante. Se pretendemos viver num mundo habitável para as futuras gerações, nossa

prioridade máxima deve ser atingir uma relação sustentável com o resto da biosfera". (RICKLEFS, 2003, p.473)

Cerca de 30 por cento das regiões costeiras mundiais são particularmente vulneráveis a fontes poluidoras localizadas na costa e ao desenvolvimento de infra-estruturas relacionadas às atividades humanas. Conseqüentemente, os recursos naturais costeiros estão sob forte pressão antropogênica. Os perigos envolvidos na ZC são enormes e incluem não só a poluição originária de áreas densamente povoadas, mas também outros: entrada de poluentes provenientes de descargas de rios, descarga de efluentes industriais, derrame de óleo, descarga de água de lastro de embarcações, erosão e aterramento costeiros, desmatamento e instalação de usinas hidrelétricas. (EL-SABH, 1998, p.2)

Os danos causados pelos efeitos negativos de atividades desenvolvidas na costa em ambientes marinhos e costeiros advêm de duas fontes: associados às mudanças econômicas e sociais e aqueles associados à pressão causada pelo excesso populacional sobre os recursos naturais. As mudanças econômicas e sociais em áreas costeiras freqüentemente resultam em aumento da pressão da demanda por recursos naturais encontrados em bacias hidrográficas e entre as mesmas. (GESAMP, 2001, p.116)

3.2.1 Conflitos pelo uso do espaço

Os problemas referentes ao excessivo crescimento populacional estão intimamente relacionados à competição pelo uso do espaço: o desenvolvimento de maricultura extensiva pode entrar em conflito com o crescimento das rotas de transporte marítimo e com as áreas de recreação pública (GOLDBERG, 1994, p.127). A extração de areia para fornecimento à construção civil entra em conflito com atividades de pesca e de extração manual de espécies endógenas por parte das comunidades tradicionais (GOLDBERG, 1993, p.123). Os estabelecimentos portuários podem conflitar com a pesca, uma vez que as operações de dragagem, comumente realizadas para otimizar os canais de navegação, causam sérios danos à biota pela ressuspensão de material particulado e

remobilização de espécies químicas potencialmente danosas. Ademais, o próprio estabelecimento de portos ou, em menor escala, de *pier* e de *decks*, oferece perigo a diversas comunidades marinhas costeiras pela destruição de locais de engorda (GOLDBERG, *op. cit.*, p.99). Uma vez que todos esses conflitos relacionam-se ao homem e suas atividades, Goldberg (*op. cit.*, p.135) define o problema com precisão:

*“A chave para minimizar conflitos na zona costeira é o gerenciamento da população”.*¹

3.2.2 Ineficácia dos modelos e inadequação dos dados

Importante notar, entretanto, que a matéria ainda não está esgotada. O debate a respeito do poder das influências antropogênicas ou naturais é um dos componentes da incerteza envolvida nos estudos a respeito do meio ambiente. Isto porque as mudanças ambientais são resultado de interações muito complexas e fazem com que sejam encontrados problemas quando da tentativa de modelá-las e compreendê-las. A não-linearidade dos sistemas ecológicos faz com que a dimensão das respostas encontradas não seja diretamente proporcional ao tamanho do estímulo que provoca os distúrbios ambientais. Além disso, prever mudanças ambientais depende dos modelos empregados e muitos destes são imperfeitos por causa das suposições grosseiras empregadas. E ainda, a natureza surpreende-nos por vezes, como nos casos de desastres naturais, fato que não vai mudar no futuro. Os desastres podem atuar tanto minimizando quanto incrementando as conseqüências de muitas das ações humanas. Para complicar ainda mais, a falta de séries de dados temporais contínuos colabora para a dificuldade em prever fenômenos que podem estar acontecendo com certa periodicidade. Finalmente, há problemas na definição de alguns fenômenos e, sem a clara definição dos mesmos, as medidas são dificilmente realizadas, corre-se o risco dos resultados não serem precisos e que, assim, as mudanças devam ser identificadas com maior dificuldade (GOUDIE, 1993, pp. 372-3).

Além da falta de séries temporais contínuas de dados, outro problema refere-se à incompatibilidade de escalas das bases empíricas com os fenômenos observados. Segundo estudo apresentado pelo

¹ “The key to minimizing conflicts in the coastal zone is population management”.

Ministério do Meio Ambiente sobre fragmentação de ecossistemas (MMA, 2003, p.66), a identificação de fatores antrópicos que interferem no processo de fragmentação ambiental torna-se difícil por essa incompatibilidade, uma vez que geram-se suposições frágeis, com baixa confiabilidade teórica e empírica, não se constituindo em um apoio seguro às decisões de formulação e implementação de políticas públicas.

O documento do MMA ressalta ainda que são necessários diversos estudos, não apenas para identificar, mas também para quantificar e qualificar os impactos antrópicos. Somente desse modo será possível delinear limites aceitáveis e desejáveis das perturbações decorrentes das atividades humanas, viabilizando o apoio às decisões de implantação de políticas públicas de manejo ambiental sustentável. (MMA, *op. cit.*, p. 66).

3.2.3 Atividades humanas que comprometem a integridade dos ecossistemas naturais

Da bibliografia atual podem ser listadas algumas das atividades humanas desenvolvidas ao longo do tempo já identificadas como comprometedoras da integridade dos ecossistemas naturais.

3.2.3.1 Agricultura e pecuária

A agricultura e a pecuária exercem forte pressão tanto sobre as florestas como sobre os ecossistemas abertos, causando perda de biodiversidade. Desmatamentos, uso do fogo, superpastoreio, monocultura, a mecanização intensiva e, principalmente, o uso indiscriminado de agrotóxicos, diminuem a diversidade da flora e da fauna e alteram a qualidade e a disponibilidade de água, quer pela contaminação por agrotóxicos quer pelo assoreamento decorrente da erosão dos solos. (MMA, *op. cit.*, p.80)

Goudie (1993, p.375) apontou que a poluição dos corpos d'água causada pela agricultura, mediante a aplicação de agrotóxicos e a erosão do solo, é mais intensa que aquela causada pelas indústrias e que as mudanças causadas pela agricultura nos *habitats* podem afetar os animais selvagens. Como conseqüências desastrosas ao ambiente, o

pesquisador aponta ainda a salinização e a desertificação do solo como alguns dos mais sérios problemas encontrados pelo homem desde a civilização pré-industrial. Mudanças climáticas também foram apontadas, uma vez que a liberação de gás carbônico na atmosfera devido à expansão da agricultura altera os valores do albedo à superfície.

A atividade pecuária pode ser fonte de impactos, uma vez que grande parte do nitrogênio contido no esterco animal é transformada em nitrato, fonte significativa de contaminação das águas subterrâneas e superficiais (CORSON, *apud* MMA, 2003, p.82). Outros agentes contaminantes são os *steptococos* e os coliformes fecais presentes nas fezes carreadas para os cursos d'água, podendo contaminar outros animais, alimentos e o próprio homem. (MMA, 2003, p.82).

3.2.3.2 Extrativismo vegetal e silvicultura

Além das áreas abertas para a agropecuária, mais árvores são cortadas para suprir as necessidades humanas de carvão vegetal, de madeira para construção civil, de papel, entre outros produtos obtidos a partir da floresta. A extração seletiva piora a qualidade das matas e interfere na manutenção da flora e da fauna. A retirada de galhadas secas suprime o abrigo e refúgio da fauna silvestre, além de diminuir a quantidade de nutrientes no solo, por interromper a ciclagem dos mesmos. Estudos mostram que, independente da região geográfica, grande parte dos moradores das áreas rurais retira das florestas lenha para uso na cocção de alimentos ou obtêm madeira para construção de casas, currais, pocilgas, cercas, porteiras ou cabos de ferramentas. Como agravante, as matas existentes nas propriedades são, geralmente, áreas de preservação permanente. (MMA, *op.cit.*, p.85)

3.2.3.3 Pesca, aquicultura e maricultura

Os corpos d'água abrigam uma fauna aquática ainda pouco conhecida e contam com diversas espécies endêmicas. Em relação aos peixes, esses ecossistemas são detentores de uma ictiofauna pouco conhecida no Brasil. A ocupação desordenada do entorno dos fragmentos

aquáticos leva à perda do sombreamento exercido pela vegetação ciliar, que evita mudanças bruscas de temperatura e inibe a predação dos peixes por aves e por outros animais. Na maioria dos casos, a integridade dos ecossistemas aquáticos fica comprometida como consequência das atividades de mineração e de exploração agropecuária, pelos assentamentos humanos regulares ou não, pela emissão de poluentes e pela aqüicultura. (MMA, *op.cit.*, p.89)

Troncos, galhos e folhas da mata ciliar normalmente caem nos cursos d'água e constituem uma fonte direta de matéria orgânica para os organismos aquáticos. Estas estruturas submersas fornecem também abrigo para os peixes, protegendo-os de predadores, além de servirem como locais de desova. Nos trechos em que há perda de mata ciliar, costuma haver predomínio de gramíneas. Os peixes continuam se relacionando com a vegetação, mas com uma complexidade bem menor do que aquela que ocorre quando se trata de mata ciliar preservada. Alguns autores evidenciaram que a complexidade de habitats aumenta a complexidade da comunidade de peixes e a estabilidade ambiental. (MMA, *op.cit.*, pp.89-90)

A piscicultura brasileira estabelece seus cultivos nas proximidades dos rios, dentro da área de preservação permanente, facilitando a propagação dos exemplares num possível escape. A influência de espécies exóticas e alóctones de peixes pode ser considerada uma ameaça à manutenção da biodiversidade de peixes, principalmente nos fragmentos localizados em áreas onde as introduções foram realizadas em massa como nas regiões sul, sudeste e nordeste do Brasil. (MMA, 2003, p. 90)

Problemas relacionados à pesca redundam geralmente na redução dos estoques pesqueiros, devido a uma série de ações inadequadas que levam à insustentabilidade da atividade. Como práticas condenáveis podem ser citadas: o aumento desmedido do esforço de pesca, o desrespeito às épocas de defeso, a fertilização artificial, o uso de artifícios de pesca pouco seletivos, o *bycatch* não controlado, as formas inadequadas de disposição dos resíduos dos barcos, dentre outras.

Com relação à aqüicultura e à maricultura, o principal problema diz respeito à eutrofização das águas. Na aqüicultura, o uso indiscriminado de antibióticos pode levar ainda à contaminação das mesmas e provocar o desenvolvimento de superbactérias, resistentes aos fármacos. Em ambas as atividades, o risco de introdução e disseminação de espécies exóticas é elevado, o que pode afetar não somente a área na qual a atividade é desenvolvida, como também áreas adjacentes ou distantes desta.

3.2.3.4 Atividades industriais

As atividades industriais podem causar diversos tipos de contaminação do solo, da água e do ar, além de contribuir com a poluição sonora e visual. Como exemplos, podem ser citados: o lançamento de dejetos industriais sem tratamento, inclusive com elevadas concentrações de metais pesados, a emissão de gases poluentes na atmosfera, a emissão de ruídos em faixas inaceitáveis e o assoreamento de rios e de corpos d'água. Se localizadas próximas a florestas ou manguezais, podem ser constatadas irregularidades no que tange à derrubada da mata nativa para expansão da atividade, contribuindo para a diminuição da diversidade ecológica e perda de *habitats* naturais. O desvio do curso e o represamento de rios também consistem em problemas sérios, uma vez que há grande perda de espécimes.

3.2.3.5 Expansão imobiliária

A expansão imobiliária pode acarretar prejuízos ao ecossistema natural quando do desenvolvimento não regularizado e desenfreado. Dentre os danos possíveis, citam-se: modificação da paisagem e topografia locais, destruição de vegetação nativa, desestabilização de encostas, lesão à privacidade, aeração e insolação das propriedades vizinhas, prejuízos sociais pelo favorecimento à especulação imobiliária, obstrução de corpos d'água pelo corte de formações rochosas e supressão de espécies vegetais e animais silvestres.

3.3 O Gerenciamento Costeiro Integrado (GERCO)

Em meio a tantos problemas, a partir da década de 80, tornou-se pública a preocupação com a saúde do planeta e até os dias atuais tal sentimento se mantém. A compreensão de que a população humana é capaz de causar danos ao meio em escala regional ou global levou a comunidade científica e os tomadores de decisão a empenharem-se em planejar e estabelecer ações preventivas e mitigadoras através do Gerenciamento Costeiro Integrado. (GOLDBERG, 1994, p.9)

Uma definição breve e precisa de Gerenciamento Costeiro Integrado foi estabelecida por Sorensen (1997, p.9):

*“Gerenciamento Costeiro Integrado: o gerenciamento e planejamento integrados dos ambientes e recursos costeiros de maneira que se baseie nas inter-relações físicas, sócio-econômicas e políticas com e sobre sistemas costeiros dinâmicos que, quando agregados, definem a zona costeira”.*²

O GERCO surgiu há três décadas, sendo efetivado nos primeiros dez anos nos Estados Unidos e na Austrália (SORENSEN, 1997, p.3). O conceito foi estabelecido para prevenir e minimizar problemas relacionados à ZC, uma vez que leva em conta a sua dinâmica, no tocante ao meio natural e às relações sociais presentes. O seu principal objetivo é o de alcançar o desenvolvimento sustentável, conceito que se baseia na eficiência ecológica³.

O GERCO apresenta-se como um desafio, uma vez que as práticas relacionadas ao mesmo requerem níveis de inovação e de arranjos institucionais bem estabelecidos e que dificilmente são mantidos. (HANSON, 1998, p.167)

Outro desafio relaciona-se à adequação da metodologia empregada em estudos da ZC. Vallega (2000, p.2) ressalta que as pesquisas

² “Integrated Coastal Zone Management (ICZM): the integrated planning and management of coastal resources and environments in a manner that is based on the physical, socioeconomic and political interconnections both within and among the dynamical coastal systems, wich when aggregated together, define a coastal zone”.

³ “Os ecólogos se referem à percentagem de energia transferida de um nível trófico para outro como *eficiência ecológica* ou *eficiência da cadeia alimentar*”.(RICKLEFS, 2003, p.125).

convencionais sobre o oceano têm se sustentado na lógica Cartesiana, utilizando-se principalmente dos princípios da redução e da exaustão e que, em contraste, novas abordagens estão sendo propostas, requerendo para tal, *backgrounds* lógicos construtivistas. O mais interessante é o conceito⁴, publicado pelo mesmo autor, de que a mudança no embasamento lógico implica em mudança no modo como o mundo é visto.

Até recentemente, as pesquisas sobre a ZC têm dispensado pouca atenção às interações entre os sistemas sociais e a variabilidade ambiental, com conseqüente limitação do entendimento a respeito das relações entre as dinâmicas de sistemas costeiros e os benefícios sociais associados. No entanto, na década passada, muito esforço foi feito nessa direção, podendo ser definidos três períodos distintos: a princípio, iniciativas foram tomadas a fim de avaliar os programas de gerenciamento costeiro; em seguida, houve desenvolvimento de modelos emergentes de indicadores, que têm servido como base para muitas avaliações e, mais recentemente, o estabelecimento de monitoramentos e de protocolos internacionais oferece melhores oportunidades para observações mais sistemáticas e integradas sobre as dinâmicas costeiras (BELFIORI, 2003, p.229).

A estratégia, a política e os planos nacionais referentes à gestão integrada da zona costeira e marinha e à proteção desses ambientes são implementados no Brasil sob a supervisão do Ministério do Meio Ambiente (MMA), por intermédio do Projeto de Gestão Integrada dos Ambientes Costeiro e Marinho, no âmbito do Programa de Gerenciamento Ambiental Territorial (PGT), da Secretaria de Qualidade Ambiental nos Assentamentos Humanos (SQA). No que se refere a programas e projetos específicos para gestão integrada da zona costeira e marinha e a seus

⁴ "Conventional approaches to the ocean have been sustained by Cartesian logic; in particular they have been consistent with the principles of reduction and exhaustiveness. In contrast, novel approaches, encouraged by new scientific trends and the demands of Agenda 21, require constructivist logical backgrounds...Changing the logical basis implies a fundamental change in the way we view the world; it paves the way toward a post-modern vision of society, and the ocean provides us with a unique opportunity to experiment with new ways of perceiving the world, and imaging the future...This means that it is a reality that cannot be described in an objectivist sense but as a reality which may be assessed in a relativist sense and by representing it through models, reflecting new ways of considering the world".

objetivos e metas, o Brasil dispõe do Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro (GERCO), do Projeto de Gestão Integrada da Orla Marítima (Projeto ORLA) e do Programa de Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva (REVIZEE). (MMA, 2004)

3.3.1 O Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro

O Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro tem como objetivo operacionalizar o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC), com o propósito de planejar e gerenciar, de forma integrada, descentralizada e participativa, as atividades socioeconômicas na Zona Costeira, de forma a garantir a utilização sustentável, por meio de medidas de controle, proteção, preservação e recuperação dos recursos naturais e ecossistemas costeiros. Assim, o MMA busca estabelecer uma estratégia continuada de planejamento e de gestão ambiental dos espaços costeiros, com o desenvolvimento e fortalecimento de um processo transparente de administração de interesses, apoiado por informações e tecnologia. (MMA, 2004)

O Programa vem sendo executado nos 17 estados costeiros da Federação, no âmbito do Programa Nacional de Meio Ambiente (PNMA) e com o apoio financeiro do Governo Federal e do Banco Mundial. Como forma de promover a integração entre os diversos atores que atuam na Zona Costeira, foi instituído, no âmbito da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar - CIRM, do Ministério da Marinha, o Grupo de Integração de Gerenciamento Costeiro - GI-GERCO, que é composto por representantes de entidades federais, estaduais, municipais e da sociedade civil. (FEEMA, 2005)

3.3.2 O Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC)

O Governo Brasileiro instituiu em 16 de maio de 1988 o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC) através da Lei 7.661⁵

⁵ Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências.

(anexo I), dando especial atenção ao uso sustentável dos recursos costeiros. Essa lei reflete o compromisso governamental com o planejamento integrado da utilização de tais recursos, visando o ordenamento da ocupação dos espaços litorâneos.

A Lei 7.661 foi regulamentada pelo Decreto-Lei 5.300 de 7 de dezembro de 2004⁶ (anexo II). Os detalhamentos e a operacionalização do PNGC foram alvo da Resolução nº 01/90 da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM), de 21 de novembro de 1990, aprovada após audiência do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA).

3.3.2.1 Princípios do PNGC

1. Observância da Política Nacional de Meio Ambiente e da Política Nacional para os Recursos do Mar, de forma articulada e compatibilizada com as demais políticas incidentes na sua área de abrangência e de atuação;
2. Observância dos compromissos internacionais assumidos pelo Brasil na matéria;
3. Observância dos direitos de liberdade de navegação, na forma da legislação vigente;
4. Utilização sustentável dos recursos costeiros em observância aos critérios previstos em Lei e no PNGC;
5. Gestão integrada dos ambientes terrestres e marinhos da Zona Costeira, com a construção e manutenção de mecanismos transparentes e participativos de tomada de decisões, baseada na melhoria da informação e da tecnologia disponíveis e na convergência e compatibilização das políticas públicas, em todos os níveis da administração;
6. Consideração, na faixa marítima, da área de abrangência localizada na plataforma continental interna, na qual os processos de

⁶ Regulamenta a Lei nº 7.661 de 16 de maio de 1988, que institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro – PNGC, dispõe sobre regras de uso e ocupação da zona costeira e estabelece critérios de gestão da orla marítima e dá outras providências.

- transporte sedimentar e modificação topográfica do fundo marinho constituem parte integrante substancial dos processos costeiros, e ainda daquela porção de mar onde o efeito dos aportes terrestres sobre os ecossistemas marinhos é mais significativo;
7. Não-fragmentação, na faixa terrestre, da unidade natural dos ecossistemas costeiros, de forma a permitir a regulamentação da utilização de seus recursos, respeitando sua integridade;
 8. Consideração, na faixa terrestre, das áreas marcadas por atividades socioeconômicas e culturais de características costeiras e sua área de influência imediata, em função dos efeitos dessas atividades sobre a conformação do território costeiro;
 9. Consideração dos limites municipais, dada a operacionalidade das articulações necessárias ao processo de gestão;
 10. Preservação, conservação e controle de áreas que sejam representativas dos ecossistemas da Zona Costeira, com recuperação e reabilitação das áreas degradadas ou descaracterizadas;
 11. Aplicação do *Princípio da Precaução*⁷ tal como definido na Agenda 21, adotando-se medidas eficazes para impedir ou minimizar a degradação do meio ambiente, sempre que houver perigo de dano grave ou irreversíveis, mesmo na falta de dados científicos completos e atualizados; e
 12. Execução em conformidade com o *Princípio da Descentralização*⁸, assegurando o comprometimento e a cooperação entre os níveis de

⁷ “O Princípio da Precaução é a garantia contra os riscos potenciais que, de acordo com o estado atual do conhecimento, não podem ser ainda identificados. Este Princípio afirma que a ausência da certeza científica formal, a existência de um risco de um dano sério ou irreversível requer a implementação de medidas que possam prever este dano”. (UNITED NATIONS, 1992)

⁸ “O princípio da descentralização compreende a competente repartição de encargos entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios, bem como a possibilidade de delegação entre essas esferas de governo e entre o setor público e a iniciativa privada”. (PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, 2003)

governo, e desses com a sociedade, no estabelecimento de políticas, planos e programas estaduais e municipais. (MMA, 2004)

3.3.2.2 Objetivos do PNGC

1. Promover o ordenamento do uso dos recursos naturais e da ocupação dos espaços costeiros, subsidiando e otimizando a aplicação dos instrumentos de controle e de gestão pró-ativa da Zona Costeira;
2. Estabelecer o processo de gestão, de forma integrada, descentralizada e participativa, das atividades socioeconômicas na Zona Costeira, de modo a contribuir para elevar a qualidade de vida de sua população e a proteção de seu patrimônio natural, histórico, étnico e cultural;
3. Desenvolver sistematicamente o diagnóstico da qualidade ambiental da Zona Costeira, identificando suas potencialidades, vulnerabilidades e tendências predominantes, como elemento essencial para o processo de gestão;
4. Incorporar a dimensão ambiental nas políticas setoriais voltadas à gestão integrada dos ambientes costeiros e marinhos, compatibilizando-as com o PNGC;
5. Exercer controle efetivo sobre os agentes causadores de poluição ou de degradação ambiental sob todas as formas que ameacem a qualidade de vida na Zona Costeira e
6. Promover a produção e a difusão do conhecimento necessário ao desenvolvimento e ao aprimoramento das ações de Gerenciamento Costeiro.

3.3.2.3 Área de abrangência do PNGC

Zona Costeira - é o espaço geográfico de interação do ar, do mar e da terra, incluindo seus recursos ambientais, abrangendo as seguintes faixas:

Faixa Marítima - é a faixa que se estende mar adentro distando 12 milhas marítimas (22,2 Km) a partir das Linhas de Base estabelecidas de acordo com a Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar, compreendendo a totalidade do Mar Territorial.

Faixa Terrestre - é a faixa do continente formada pelos municípios que sofrem influência direta dos fenômenos ocorrentes na Zona Costeira, a saber:

- a) os municípios defrontantes com o mar, assim considerados em listagem desta classe, estabelecida pelo Instituto Brasileiro de Geografia Estatística (IBGE);
- b) os municípios não defrontantes com o mar que se localizem nas regiões metropolitanas litorâneas;
- c) os municípios contíguos às grandes cidades e às capitais estaduais litorâneas que apresentem processo de *conurbação*;
- d) os municípios próximos ao litoral, até 50 km da linha de costa, que aloquem, em seu território, atividades ou infra-estruturas de grande impacto ambiental sobre a Zona Costeira, ou sobre os ecossistemas costeiros de alta relevância;
- e) os municípios estuarinos-lagunares, mesmo que não diretamente defrontantes com o mar, dada a relevância destes ambientes para a dinâmica marítimo-litorânea; e
- f) os municípios que, mesmo não defrontantes com o mar, tenham todos os seus limites estabelecidos com os municípios referidos nas alíneas anteriores.
- g) os municípios criados após a aprovação do PNGC, dentro do limite abrangido pelo conjunto dos critérios acima descritos, serão automaticamente considerados como componentes da faixa terrestre, tendo-se como referência a data de sua emancipação;

3.3.2.4 Instrumentos de gestão do PNGC

1. Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro (PEGC) - Legalmente estabelecido, deve explicitar os desdobramentos do PNGC, visando a implementação da Política Estadual de Gerenciamento Costeiro, incluindo a definição das responsabilidades e procedimentos institucionais para a sua execução;
2. Plano Municipal de Gerenciamento Costeiro (PMGC) - Legalmente estabelecido, deve explicitar os desdobramentos do PNGC e do PEGC, visando a implementação da Política Municipal de Gerenciamento Costeiro, incluindo as responsabilidades e os procedimentos institucionais para a sua execução. O PMGC deve guardar estreita relação com os planos de uso e de ocupação territorial e com outros planos pertinentes ao planejamento municipal;
3. Sistema de Informações do Gerenciamento Costeiro (SIGERCO) Componente do Sistema Nacional de Informações sobre Meio Ambiente (SINIMA), constitui um sistema que integra informações do PNGC, devendo propiciar suporte e capilaridade aos subsistemas estruturados e gerenciados pelos Estados e Municípios;
4. Sistema de Monitoramento Ambiental da Zona Costeira (SMA-ZC) - Constitui a estrutura operacional de coleta de dados e informações, de forma contínua, de modo a acompanhar os indicadores de qualidade sócio-ambiental da Zona Costeira e propiciar o suporte permanente dos Planos de Gestão;
5. Relatório de Qualidade Ambiental da Zona Costeira (RQA-ZC) - Consiste no procedimento de consolidação periódica dos resultados produzidos pelo monitoramento ambiental e, sobretudo, de avaliação da eficiência e da eficácia das medidas e das ações da gestão. Esse relatório será elaborado, periodicamente, pela Coordenação Nacional do Gerenciamento Costeiro, a partir dos relatórios desenvolvidos pelas Coordenações Estaduais;

6. Zoneamento Ecológico-Econômico Costeiro (ZEEC) - Constitui o instrumento balizador do processo de ordenamento territorial necessário para a obtenção das condições de sustentabilidade ambiental do desenvolvimento da Zona Costeira, em consonância com a diretrizes do Zoneamento Ecológico-Econômico do território nacional e
7. Plano de Gestão da Zona Costeira (PGZC) - Compreende a formulação de um conjunto de ações estratégicas e programáticas, articuladas e localizadas, elaboradas com a participação da sociedade, que visam orientar a execução do Gerenciamento Costeiro. Esse plano poderá ser aplicado nos diferentes níveis de governo e em variadas escalas de atuação. (MMA, 2004)

3.3.3 O Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro II (PNGC II)

A Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM), através da Resolução Nº 005 de 03 de dezembro de 1997, aprovou o PNGC II, na busca em estabelecer as bases para a continuidade das ações do PNGC, de forma a consolidar os avanços obtidos e possibilitar o seu aprimoramento, mantendo a flexibilidade necessária para atendimento da ampla diversidade de situações que se apresentam ao longo da Zona Costeira brasileira. (INSTITUTOPHAROS, 2004)

3.3.4 O Programa Estadual de Gerenciamento Costeiro - Gerco/RJ

O Programa Estadual de Gerenciamento Costeiro vem sendo executado sob a coordenação da Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (FEEMA), em parceria com diversas instituições públicas das esferas federal, estadual e municipal, com instituições privadas e com segmentos organizados da sociedade (FEEMA, 2005). Segundo a instituição, os desafios que se apresentam na gestão ambiental do Rio de Janeiro são diversos:

1. Implantação de um plano de gestão para a faixa costeira do litoral do Estado do Rio de Janeiro;

2. Fortalecimento do sistema de controle e fiscalização do ambiente costeiro, pela cooperação e parceria com os municípios e com os demais órgãos atuantes na faixa costeira (Plano Integrado de Gestão Costeira);
3. Fortalecimento dos mecanismos de cooperação técnica e assessoramento aos municípios litorâneos para a incorporação das diretrizes do macrozoneamento costeiro nos seus respectivos Planos Diretores;
4. Implantação de monitoramento das ações antrópicas sobre o meio ambiente com a incorporação da tecnologia de sensoriamento remoto;
5. Implantação de novas unidades de conservação da natureza, compreendendo os parques, as reservas biológicas, as estações ecológicas, áreas de proteção ambiental, áreas de relevante interesse ecológico e consolidação das unidades já existentes;
6. Maior atuação do Estado no fomento a projetos específicos de recuperação ambiental e de desenvolvimento sustentado, a serem implantados por iniciativa das organizações não-governamentais e do setor privado;
7. Sistematização de uma base de informações técnico-científica sobre a faixa costeira, como apoio à administração pública federal, estadual e municipal;
8. Aprimoramento da legislação aplicável à faixa costeira do estado e edição de uma Lei de Defesa do Litoral e
9. Criação de mecanismos de participação popular no planejamento e controle do uso do espaço costeiro.

O engajamento do Estado do Rio de Janeiro no Programa se justifica por duas razões básicas: a) pela importância do litoral fluminense, seja do ponto de vista econômico, seja do ponto de vista

ambiental; b) para atender ao que estabelece a Lei Estadual nº 1.204 de 07/11/87, que instituiu o Comitê de Defesa do Litoral - Codel/RJ e fortaleceu as atribuições do Estado na gestão do processo de uso e ocupação do litoral. (IDA, 2004)

Para fins do GERCO/RJ, a FEEMA dividiu o litoral fluminense em quatro setores, conforme exemplificado pelo quadro 1.

Quadro 1 - Divisão da costa fluminense em setores para fins do GERCO/RJ

Setor Costeiro	Municípios
Setor 1 Litoral Sul	Paraty, Angra dos Reis, Mangaratiba, Itaguaí, Seropédica, Queimados e Japeri
Setor 2 Litoral da Baía de Guanabara	Rio de Janeiro, Nova Iguaçu, Belford Roxo, São João de Meriti, Nilópolis, Duque de Caxias, Magé, Guapimirim, São Gonçalo, Itaboraí, Niterói e Maricá
Setor 3 Litoral da Região dos Lagos	Saquarema, Araruama, Iguaba Grande, São Pedro d'Aldeia, Arraial do Cabo, Cabo Frio, Búzios, Casimiro de Abreu e Rio das Ostras.
Setor 4 Litoral Norte - Fluminense	Macaé, Carapebus, Quissamã, Campos, São João da Barra e São Francisco do Itabapoana.
Total	34 municípios

Fonte: FEEMA, 2005

As atividades em curso na FEEMA com relação ao GERCO/RJ são:

1. Apoio à Regulamentação da Lei nº 7661, que instituiu o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro, em apoio ao Ministério do Meio Ambiente;
2. Participação em grupo de trabalho para implementação de projeto piloto de controle de água de lastro no Porto de Sepetiba;
3. Apoio à implementação do Projeto Orla, que visa o ordenamento desta fração da zona costeira, envolvendo o aperfeiçoamento do

- arcabouço normativo e a integração dos diversos atores na gestão integrada da orla;
4. Apoio à implementação da Agenda Ambiental Portuária que visa o fortalecimento da capacidade dos portos brasileiros para o controle ambiental;
 5. Apoio à estruturação do Programa de Proteção do Ambiente Marinho no Atlântico Sudoeste, vinculado ao Programa de Ação Global de Proteção do Ambiente Marinho frente às Atividades Baseadas em Terra, coordenado pelo Pnuma/ONU;
 6. Plano de Gestão Costeira da Baía de Guanabara - desenvolvido no âmbito do convênio entre o MMA e o Instituto Terra de Preservação Ambiental - ITPA, sob supervisão da FEEMA/SEMADS (Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente/Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável), tendo como principal objetivo fortalecer os instrumentos e procedimentos de gestão na região, integrando em sua estrutura os diversos segmentos sociais que direta ou indiretamente se relacionam com a Baía de Guanabara e
 7. Apoio permanente ao processo de Gestão Ambiental, envolvendo a sistematização de informações sobre aspectos físicos, bióticos e socioeconômicos da zona costeira, perícias e avaliações ambientais, planejamento de unidades de conservação, apoio aos municípios no ordenamento do solo, dentre outros.

3.4 O desenvolvimento sustentável

“Uma comunidade sustentável vive em harmonia com seu meio ambiente e não causa danos a meios ambientes distantes ou a outras comunidades - agora ou no futuro. A qualidade de vida e os interesses das futuras gerações são mais valorizados do que o crescimento econômico ou o consumo imediato”.

(IUCN, UNEP e WWF, 1991)

A sustentabilidade foi definida pela FAO como sendo o gerenciamento e conservação das bases de recursos naturais e a orientação de mudanças tecnológicas e institucionais de tal forma a assegurar a obtenção e a satisfação das necessidades humanas para as gerações atuais e futuras. Este desenvolvimento sustentável (nos setores agrícola, florestal e de pesca) conserva terra, água, plantas e animais sendo ambientalmente não-degradante, tecnicamente apropriado, economicamente viável e socialmente aceitável. (FAO/NETHERLANDS, 1991 *apud* SIMÕES-MEIRELLES, 1997, p.15)

O conceito de desenvolvimento sustentável surgiu na busca da conciliação entre o desenvolvimento econômico e a preservação ambiental. Em 1992, os princípios do desenvolvimento sustentável foram publicados na Agenda 21, documento assinado no Rio de Janeiro por 178 países durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (ECO-92). A agenda 21 discute a essência do que é desenvolvimento sustentável, o processo através do qual ele pode ser alcançado e as ferramentas de gerenciamento necessárias para alcançá-lo. Os princípios são:

1. **Cuidado e respeito pela vida** – Reflete o cuidado e respeito por outras pessoas e por outras formas de vida, hoje e no futuro. O desenvolvimento atual não pode ser promovido às custas de gerações futuras. Os custos e benefícios do uso dos recursos e a conservação ambiental devem ser compartilhados entre as diferentes comunidades e grupos de interesse, entre as gerações atuais e futuras;
2. **Aumento da qualidade de vida humana** – O real objetivo do desenvolvimento é o aumento da qualidade da vida humana. O crescimento econômico é um importante componente do desenvolvimento, mas não pode ser um objetivo em si mesmo, senão ocorrerá indefinidamente, sem limites. O conceito de qualidade de vida varia bastante, porém há um consenso geral com relação aos seguintes aspectos: vida longa e saudável, acesso aos recursos necessários para um padrão de vida decente, liberdade política,

acesso à educação, garantia de direitos humanos e segurança. O desenvolvimento é real somente se tornar a vida humana melhor nesses aspectos;

3. ***Conservação da vitalidade e da diversidade da Terra*** – O desenvolvimento baseado na conservação precisa incluir ações deliberadas com vistas a proteger a estrutura, as funções e a diversidade dos sistemas naturais mundiais, do qual as espécies dependem. Para tal, são necessários: a) conservar os sistemas que suportam a vida; conservar a biodiversidade, não somente das espécies animais, vegetais e de outros organismos, assim como dos estoques genéticos de cada espécie, b) garantir que o uso dos recursos renováveis seja sustentável, incluindo o solo, os organismos selvagens e domésticos, as florestas, as terras cultiváveis e os ecossistemas marinhos e dulcícolas que suportam as atividades de pesca. O uso será sustentável se respeitar a capacidade de renovação dos recursos;
4. ***Minimização da depleção dos recursos não-renováveis*** – Minérios, petróleo, gás e carvão são recursos não renováveis. Não podem ser utilizados de forma sustentável. Entretanto a duração dos mesmos pode ser estendida pela reciclagem, pela diminuição de sua composição em um produto manufaturado ou pela substituição por componentes renováveis quando for possível;
5. ***Manutenção da capacidade de suporte da Terra*** – Há limites finitos para a capacidade de suporte dos ecossistemas terrestres. Os limites variam de região para região e os impactos dependem de quantas pessoas coabitam no mesmo espaço e de quanta comida, água e energia cada uma utiliza e de quanto lixo gera. Poucas pessoas consumindo muito podem causar o mesmo dano ambiental que muitas pessoas consumindo pouco. Assim, os gestores devem levar em conta o balanço entre o número de pessoas de uma determinada população e seus estilos de vida e a capacidade de suporte do meio em que vivem;

6. ***Mudança nas atitudes e práticas pessoais*** – No intuito de adotar uma conduta ética em relação à sustentabilidade da vida, as pessoas devem rever seus conceitos e suas atitudes. A sociedade deve promover valores que suportem a nova ética e que desencorajem aqueles que sejam incompatíveis com o modo de vida sustentável;
7. ***Habilitação das comunidades para o cuidado de seus próprios ambientes*** – Quando informadas e orientadas de forma adequada, as sociedades são capazes de contribuir com as tomadas de decisão que as afetam e, dessa forma, desempenham papel fundamental no desenvolvimento de sociedades sustentáveis;
8. ***Promoção de uma estrutura a nível nacional para a conservação e o desenvolvimento*** – A maior parte das sociedades utiliza-se de informações e conhecimento, de estruturas de leis e instituições, além de políticas econômicas e sociais consistentes para avançar de modo racional. Um programa a nível nacional para promover a sustentabilidade deve envolver todos os interessados, além de identificar e prevenir problemas entre eles. Trata-se de um processo adaptativo, onde seu curso seja constantemente redirecionado de acordo com as novas necessidades identificadas;
9. ***Criação de uma aliança global de cooperação*** – se o objetivo é alcançar a sustentabilidade global, uma firme aliança deve ser estabelecida entre os países. Os níveis de desenvolvimento no mundo são desiguais e os países menos favorecidos economicamente devem ser auxiliados pelos países mais ricos, de modo a desenvolver a sustentabilidade e proteger seus ambientes. Recursos globais, especialmente a atmosfera, os oceanos e os ecossistemas compartilhados, devem ser gerenciados somente sob bases de propostas e resoluções comuns.

3.4.1 Dimensões do desenvolvimento sustentável

Segundo Ignacy Sachs⁹, o desenvolvimento sustentável pode ser representado em seis dimensões: espacial, cultural, econômica, ecológica, social e política. Um programa adequado de desenvolvimento deve contemplar o equilíbrio em todas essas dimensões para que seja completo, de modo a abranger todos os aspectos relacionados ao homem e seu meio.

3.4.2 Indicadores

3.4.2.1 Definições de indicador

Marzall e Almeida (2005) apresentaram diversas definições de indicadores encontradas na literatura científica:

“Um indicador é uma ferramenta que permite a obtenção de informações sobre uma dada realidade (Mitchell, [1997?]). Tem como principal característica a de poder sintetizar um conjunto complexo de informações, retendo apenas o significado essencial dos aspectos analisados (Hatchuel e Poquet, 1992; Bouni, 1996; Mitchell, [1997?]). É visto ainda como uma resposta sintomática às atividades exercidas pelo ser humano dentro de um determinado sistema (Australian Department of Primary Industries and Energy - DPIE, 1995)”.

“Segundo o documento do DPIE (1995), indicadores são medidas da condição, processos, reação ou comportamento que fornecem confiável resumo de sistemas complexos. Se são conhecidas as relações entre os indicadores e o padrão de respostas dos sistemas, pode-se permitir a previsão de futuras condições. As medidas devem evidenciar modificações que ocorrem em uma dada realidade (DPIE, 1995; Brown Jr., 1997), principalmente aquelas mudanças determinadas pela ação antrópica”.

“Benbrook e Groth III (1996) afirmam que muitos aspectos (matéria orgânica, qualidade da água, qualidade do solo etc.) podem ser medidos de diferentes formas. Considera que um indicador é apenas uma medida, não um instrumento de previsão ou uma medida estatística definitiva, tampouco uma evidência de causalidade; ele apenas constata uma dada situação. As possíveis causas, conseqüências ou previsões que podem ser feitas são um exercício de abstração do observador, de acordo com sua bagagem de conhecimento e sua visão de mundo”.

⁹ “Ignacy Sachs. eco-sócio-economista. nascido em Varsóvia em 1927. naturalizado francês. Desde 1968 professor da Escola dos Altos Estudos em Ciências Sociais de Paris e co-diretor do seu Centro de Pesquisas sobre o Brasil Contemporâneo. Estudos superiores no Brasil, na Índia e na Polônia. autor de mais de 20 livros.” (UNITED NATIONS, 2005)

Linton e Warner (2003) apresentaram não somente uma definição de indicador, como também relacionaram-no com os estudos sobre o ambiente costeiro:

“Um indicador é um símbolo ou um sinal que traduz uma mensagem complexa numa forma simplificada e útil, provendo informações a respeito de uma tendência ou evento que não podem ser diretamente observados. Os indicadores são instrumentos essenciais para monitorar o estado do ambiente costeiro”.

Ceroi, 2002 *apud* Ferreira (2003) apresenta uma estrutura de documentação em fichas para os indicadores que facilita o entendimento, com exemplificação do seu significado e objetivo, da importância da medição, da forma de compilação dos dados, da unidade de medida utilizada e do formato de exibição dos dados.

3.4.2.2 Características dos indicadores

Marzall e Almeida (2005) sintetizaram algumas das principais características do indicador:

1. Deve fornecer uma resposta imediata às mudanças efetuadas ou ocorridas em um dado sistema;
2. Deve ser de fácil aplicação, ou seja, o custo e o tempo gastos devem ser adequados e deve ser viável efetuar a medida;
3. Deve permitir um enfoque integrado, relacionando-se com outros indicadores e permitindo analisar essas relações e
4. Deverá ser dirigido ao usuário, ser útil e significativo para seus propósitos, além de compreensível.

3.4.3 Indicadores de sustentabilidade

3.4.3.1 Tipos de indicadores de sustentabilidade

Segundo Marzall e Almeida (2005) , os indicadores de sustentabilidade podem ser de dois tipos: físico-biótico ou socioeconômico. Os indicadores físico-bióticos são escolhidos de acordo com o tipo de uso da terra e da lista de qualidades da terra (Quadro 2). Já

os socioeconômicos são escolhidos de acordo com as dinâmicas populacionais e econômicas mais atuantes (Quadro 3).

Quadro 2 - Exemplos de indicadores físico-bióticos

<i>Relativo</i>	<i>Exemplo</i>
à superfície da terra	Ausência de erosão por água ou vento
	Constância de <i>runoff</i>
ao solo	Ausência de salinidade
	Acidificação ou perda de atividade biológica devido à ação humana
ao substrato	Ausência de poluição devido a atividades humanas
	Constância de profundidade e qualidade das águas subterrâneas

Quadro 3 - Exemplos de indicadores socioeconômicos

<i>Relativo</i>	<i>Exemplo</i>
à migração	Ausência de êxodo rural
à saúde	Manutenção de suficiência alimentar e dietas bem-balanceadas
	Diminuição ou ausência de doenças devido a condições insalubres nas populações rurais
à educação	Constância ou aumento de frequência e procura nas escolas primárias

3.4.3.2 Experiências com uso de indicadores

Indicadores são utilizados em diversas áreas do conhecimento. Dentre os trabalhos publicados com uso de indicadores, alguns são especificamente relacionados ao processo de desenvolvimento do Gerenciamento Costeiro Integrado.

Ehler (2003) levantou e analisou indicadores para medir a performance do processo de governo com relação ao gerenciamento costeiro, com enfoque na fase de avaliação do programa de gerenciamento e na necessidade de desenvolvimento de indicadores orientados ao processo e orientados à tomada de decisão, de forma a prover um gerenciamento costeiro adaptativo.

Henocque (2003) examinou cinco estudos de caso na França, para avaliar as experiências locais de gerenciamento costeiro e o uso de instrumentos de planejamento. O autor sugeriu a criação, a partir do estudo, de um manual de práticas adequadas ao gerenciamento de regiões costeiras não somente francesas, mas também de qualquer outra região mundial.

Olsen (2003) apresentou dois modelos com uso de indicadores para avaliação do progresso das iniciativas de gerenciamento costeiro. O primeiro relaciona quatro ordens de resultados que agrupam as sequências de mudanças institucionais, sociais e ambientais, que podem levar a formas mais sustentáveis de desenvolvimento costeiro. O segundo é uma versão do modelo consagrado de evolução do gerenciamento costeiro apresentado pelo GESAMP (1996).

Bowen e Riley (2003) relacionaram indicadores socioeconômicos com o gerenciamento costeiro. Os autores afirmaram que a análise e o estabelecimento de programas dirigidos por indicadores para estudar as mudanças na costa e nos sistemas de bacias hidrográficas tem aumentado devido às pressões e impactos socioeconômicos nessas regiões.

Linton e Warner (2003) relacionaram bioindicadores importantes para a Zona Costeira do Caribe. Os autores discutiram que os bioindicadores podem fornecer sinais da condição biológica dos ecossistemas. E, principalmente, que os mesmos alertam sobre algum tipo de degradação ou poluição em estágio inicial, permitindo que medidas sejam tomadas a fim de preservar recursos naturais de valor crítico.

Outros trabalhos são relacionados ao Desenvolvimento Sustentável (DS). Hanson (2003) mediu o progresso mediante DS e relacionou indicadores de sustentabilidade a nível nacional, indicadores de progresso regional e local. O autor ressaltou que os indicadores são medidas importantes uma vez que fornecem o retrato de sistemas complexos.

Talaue-McManus *et al.* (2003) apresentaram o modelo LOICZ (*Land-Ocean Interactions in the Coastal Zone*), projeto do programa *International Geosphere-Biosphere Programme*, que tem seu foco na quantificação da relação da Zona Costeira Global na ciclagem de carbono e de nutrientes. Os pesquisadores listaram indicadores físico-bióticos e socioeconômicos importantes na avaliação costeira, incluindo a contribuição da população e das atividades econômicas na geração de lixo, que resultam em estados do sistema costeiro relacionados à produção primária e à ciclagem de nutrientes.

Kabuta e Laane (2003) levantaram indicadores ecológicos baseados em extensiva série de dados oriundos de programas de monitoramento no Mar do Norte e relacionados às atividades humanas. Desse modo, os pesquisadores avaliaram os efeitos de impactos antrópicos nos ecossistemas. Os mesmos argumentaram que mudanças de longo período podem ser esclarecidas pelo uso desses indicadores.

Rice (2003) relacionou categorias de indicadores de saúde ambiental e apontou que os indicadores de estado do ecossistema têm ligação com a comunicação e o suporte à decisão.

3.5 Análise ambiental

3.5.1 Paisagem

3.5.1.1 Definições de paisagem

Na literatura científica podemos encontrar diversas definições de paisagem:

“Paisagem é um sistema complexo que é parte da superfície da terra, formada pela atividade da rocha, água, ar, plantas, animais e pelo homem, a qual através de suas semelhanças e interrelações formam uma entidade reconhecível” (SIMÕES-MEIRELLES, 1997, p. 21)

“A paisagem não é a simples adição de elementos geográficos disparatados. É, em uma determinada porção do espaço, o resultado de combinação dinâmica, portanto instável de elementos físicos, biológicos e antrópicos que fazem parte de um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução.” (BERTRAND, 2002 *apud* FERREIRA, 2003)

“Dos muitos conceitos de paisagem, interpretados por profissionais de diversas áreas, os mais atuais a deínem como sendo a expressão do produto de interação espacial e temporal do indivíduo com o meio.” (IUCN, 1984 apud FERREIRA, 2003)

“Paisagem é um conceito amplo na atualidade, pois esta é utilizada pelas mais diversas áreas de pesquisa, tais como a Geografia, a Arquitetura, as Artes Plásticas, a Psicologia, Meio-Ambiente etc. Entender a estrutura, o funcionamento e as mudanças que ocorrem na paisagem é vital para garantirmos um desenvolvimento equilibrado para as gerações presentes e futuras, pois este é o verdadeiro desafio para legar qualidade de vida para a sociedade.” (POLETTE, 2000 apud FERREIRA, 2003)

Segundo Forman & Godron *apud* Ferreira (2003), a paisagem pode ser classificada da seguinte forma:

1. *Paisagem natural*: sem significativo impacto humano;
2. *Paisagem manejada*: onde as espécies nativas são manejadas ou cultivadas;
3. *Paisagem cultivada*: com vilas e manchas de ecossistemas naturais ou manejados;
4. *Paisagem suburbana*: área urbana ou rural com manchas heterogêneas de áreas residenciais, centros comerciais, pastos, vegetação cultivada e áreas naturais e
5. *Paisagem urbana*: grande matriz com vários quilômetros e densamente construída.

3.5.1.2 Características das paisagens

Segundo Simões-Meirelles (1997, p.22), as paisagens são formações muito complexas caracterizadas por:

1. poliestrutura e heterogeneidade na composição dos elementos que os integram;
2. múltiplas relações tanto internas quanto externas;
3. variação dos estados e
4. diversidade hierárquica tipológica e individual;

3.5.1.3 Propriedades das paisagens

Segundo Mateo (1991) *apud* Simões-Meirelles (1997, p.22), a paisagem pode se caracterizar pelas seguintes propriedades:

1. pela homogeneidade na composição dos elementos e componentes que a integram e pelas suas interações e interrelações;
2. pelo caráter sistêmico e complexo da sua formação que determina a sua integridade e a sua unidade;
3. pelo *range* de intercâmbio de fluxo de substâncias, energia e informação, o que determinam seu metabolismo e funcionamento e
4. pela homogeneidade relativa das associações espaciais que territorialmente se caracterizam, com regularidade de subordenação espacial e funcional.

3.5.1.4 Regionalização das paisagens

Segundo Simões-Meirelles (1997, p.24):

“O procedimento científico de regionalizar, consiste em determinar o sistema de divisão territorial de entidades de qualquer espécie (administrativos, econômicos, naturais etc.). A regionalização natural engloba todos os tipos de regionalização dos componentes e complexos da envoltura geográfica (regionalizações climáticas, edáficas, físico-geográficas etc.). Em particular, a regionalização físico-geográfica ou da paisagem consiste no esclarecimento, classificação e cartografia dos complexos físico-geográficos individuais tanto naturais, como modificados pela atividade humana e a compreensão de sua composição, estrutura, relações, desenvolvimentos e diferenciações.”

3.5.1.5 Unidade geocológica territorial

A unidade geocológica territorial é um conceito fundamental na Ecologia da Paisagem e é definida como uma porção do território ecologicamente homogênea na escala considerada (ZONNEVELD, 1989 *apud* SIMÕES-MEIRELLES, 1997, p.25). A unidade geocológica territorial serve como base para o estudo dos relacionamentos topológicos e funcionais.

3.5.1.6 Formas de geração de unidades territoriais

Algumas técnicas são sugeridas por Simões-Meirelles (1997, p. 25) para a delimitação de unidades territoriais:

1. Interpretação de imagens de satélite;

2. Utilização de mapas temáticos e
3. Levantamentos de campo.

3.5.1.7 Ecologia da paisagem

A Ecologia da Paisagem é a ciência que estuda os padrões de paisagem e como estes interagem ao longo do tempo (FERREIRA, 2003). De acordo com Simões-Meirelles (1997), a Ecologia da Paisagem é uma parte da Geografia que estuda o aspecto ecológico-funcional. Dessa forma, pesquisas a respeito da influência das atividades humanas sobre os sistemas naturais devem levar em conta as interações entre as unidades geoecológicas territoriais estabelecidas.

Ferreira (2003) apresentou uma síntese dos princípios gerais emergentes das paisagens, que devem ser levados em conta, quando estabelecido o processo de planejamento e gestão de uma unidade geoecológica territorial, como por exemplo, de um setor litorâneo (Quadro 4).

3.5.1.8 Dinâmica das paisagens

Segundo Mateo (1991) *apud* Simões-Meirelles (1997, p.30)

“O estudo da dinâmica da paisagem se baseia na concepção da análise espaço-temporal e de síntese das paisagens, que inclui: a estrutura vertical, o funcionamento e os estados.

A dinâmica da paisagem pode ser definida como sendo as trocas existentes no sistema que ocorrem no meio de uma mesma estrutura e que não conduzem a sua transformação quantitativa. As trocas dinâmicas se caracterizam pela periodicidade e reversibilidade e ocorrem como consequência do conjunto de processos que se manifestam no interior da paisagem. Desta forma, o funcionamento da paisagem depende de seu estado.(...) Os estados, temporais ou dinâmicos, constituem a estrutura temporal da paisagem”

De acordo com a Dinâmica das Paisagens, podem ser distinguidas três categorias de estado: de curto, de médio e de longo tempo. Os de curto tempo oscilam entre alguns minutos até um dia (por exemplo, a

variação da luz durante um dia). Os de médio tempo oscilam entre um dia até um ano (por exemplo, a variação das estações do ano). Os de longo tempo são aqueles com período superior a um ano (por exemplo, as variações climáticas). (MATEO, 1991 *apud* SIMÕES-MEIRELLES, 1997, p.30)

Quadro 4 – Princípios gerais emergentes das paisagens

Características da Ecologia da Paisagem	Princípios da Ecologia da Paisagem	Enunciado da Ecologia da Paisagem
Estrutura da paisagem	<i>Princípio estrutural e de funcionamento da paisagem</i>	A paisagem é heterogênea e difere estruturalmente na distribuição de espécies, energia e material entre as manchas, corredores, corredores e matriz presente. Consequentemente, paisagens diferem funcionalmente no fluxo de espécies, energia e material entre esses elementos estruturais da paisagem.
	<i>Princípio da diversidade biótica</i>	A heterogeneidade da paisagem diminui em abundância a raridade das espécies, aumentando a abundância das espécies de borda e de animais que requerem dois ou mais elementos de paisagem.
Funcionamento da paisagem	<i>Princípio do fluxo de espécies</i>	A expansão e contração de espécies entre elementos da paisagem têm ambas um efeito grande e é controlada pela heterogeneidade da paisagem.
	<i>Princípio da redistribuição de nutrientes</i>	A taxa de distribuição de nutrientes minerais entre os elementos da paisagem aumenta com a intensidade dos distúrbios nos elementos da paisagem.
	<i>Princípio do fluxo de energia</i>	O fluxo de energia calórica e biomassa ao longo das bordas separando as manchas, corredores e matrizes da paisagem aumenta com o aumento da heterogeneidade da paisagem.
Mudanças da paisagem	<i>Princípio da mudança da paisagem</i>	Quando não perturbadas, a estrutura horizontal da paisagem tende progressivamente a ser homogênea; moderado distúrbio rapidamente aumenta a heterogeneidade e distúrbio severo pode aumentar ou diminuir a heterogeneidade.
	<i>Princípio da estabilidade da paisagem</i>	Estabilidade de um mosaico de paisagem pode aumentar de três formas distintas: a uma estabilidade física do sistema (caracterizada pela ausência de biomassa); rápido recobrimento da paisagem pelos distúrbios (baixa biomassa presente) e a uma alta resistência ao distúrbio (usualmente alta biomassa presente).

Fonte: Formann & Godron (1986) adaptado por Polette (2000).

3.6 Sistemas de Informação Geográfica como ferramenta para a análise ambiental

3.6.1 Categorias ou tipos de Geosistemas

Mateo (1991) apud Simões-Meirelles (1997, p.23) classificou os geosistemas de acordo com os elementos que os formam, com o grau de organização dos sistemas e com o caráter das relações entre os elementos (Quadro 5).

Quadro 5 – Categorias de geosistemas

Categoria	Definição
geosistemas naturais	Parte da superfície terrestre, nas quais os componentes individuais da natureza se encontram em relação estreita uns com os outros e que, como um todo, interatuam com as partes vizinhas da esfera cósmica e da sociedade humana.
geosistemas técnicos-naturais	Nos quais se produzem a interação entre os objetos técnicos e os naturais. A unidade de tal conjugação se determina pela coincidência territorial da estrutura técnica e o sistema natural e a unidade das funções sócio-econômicas que cumprem e a interação entre a energia, a matéria e a informação que se subordinam espacialmente.
geosistemas integrais	São formações territoriais complexas, que incluem desde qualidade de subsistemas, à natureza e à sociedade com seus diferentes tipos de atividades: produtivas, culturais, recreativas etc.
geosistemas antropogênicos	Variante dos geosistemas integrais. São antropocêntricos, constituindo sistemas bio-sociais, auto-organizados, parcialmente dirigidos.
geosistemas culturais	Caracterizam-se por um grau menor de complexidade, incluindo subsistemas turísticos, territórios naturais e histórico-culturais.

3.6.2 Sistemas de Informação Geográfica (SIGs)

Estudos que envolvam a análise ambiental requerem o tratamento de dados que estão espacializados e referenciados geograficamente. Nesse contexto, os Sistemas de Informação Geográfica (SIGs) tornaram-

se ferramentas indispensáveis e úteis na visualização dos resultados, seja em que escala for – local, regional ou global.

Os SIGs têm sido utilizados por profissionais de diversas áreas do conhecimento. Como exemplo, profissionais de saúde podem utilizá-los na tentativa de mapear a disseminação de um foco de doença, os engenheiros podem utilizá-los para decidir sobre as melhores vias para construção de uma estrada, os logísticos podem lançar mão destes para escolher as melhores rotas para transporte de determinado produto. Mas os SIGs têm sido utilizados principalmente pelos geocientistas, uma vez que tais pesquisadores lidam freqüentemente com dados geográficos. Assim, mapeamentos de diversos tipos são possibilitados e cruzamentos temáticos são normalmente realizados com uso dessa poderosa ferramenta.

Simões (1993, p.13) discutiu as dificuldades relacionados ao manuseio e recuperação de dados de mapas convencionais, impressos em papel. A pesquisadora reportou a constatação de um fato: os mapas digitais têm sido amplamente utilizados na análise espacial:

“A utilização da computação digital como uma ferramenta para o manejo de dados, logo estendeu sua aplicação ao armazenamento e manipulação de dados espaciais. Atualmente, os Sistemas de Informação Geográfica (SIGs) juntamente com a computação gráfica estão cumprindo um papel semelhante ao dos mapas convencionais na condução da análise espacial.”

3.6.2.1 Definição de SIG

O termo Sistema de Informação Geográfica é aplicado para sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos e armazenam a geometria e os atributos dos dados que estão georreferenciados – localizados na superfície terrestre e representados em uma projeção cartográfica.

Simões (1993, p.12) apresentou a definição para tais sistemas e indicou a importância do uso dos mesmos na tomada de decisão:

“Os sistemas de informação geográfica são sistemas computacionais nos quais as informações são organizadas, analisadas e apresentadas tendo como referência a localização. Devido a esta característica, os SIGs são utilizados na manipulação de informações geográficas em geral, no desenvolvimento de projetos e no auxílio a tomada de decisões, principalmente por parte de órgãos governamentais, estendendo suas aplicações ao monitoramento ambiental, controle de ocupação e expansão urbana, uso da terra para fins agrícolas, estudo de áreas de risco de poluição, deslizamento etc.”

3.6.2.2 Componentes do SIG

De modo geral, o SIG tem os seguintes componentes:

- Interface com o usuário;
- Entrada e integração de dados;
- Funções de processamento gráfico e de imagens;
- Visualização e plotagem e
- Armazenamento e recuperação de dados, organizados sob a forma de um banco de dados geográfico;

Cada sistema implementa esses componentes de forma diferenciada, porém todos esses subsistemas estão presentes.

3.6.2.3 Ferramentas para análise de múltiplos mapas

Pode-se distinguir três grupos de análises em um Sistema de Informação Geográfica: análise sobre um único mapa, análise sobre dois mapas e análise sobre múltiplos mapas.

Na análise regional comumente são trabalhados múltiplos mapas, conforme citado por Simões-Meirelles (1997, p.39-40):

“No caso do estudo do ambiente para projetos de planejamento regional, uma série de análises devem ser realizadas acerca das vulnerabilidades, fragilidades naturais, mudança antropogênicas, potencialidades sócio-biofísica, potencialidades sócio-econômica, dentre outras. A partir do resultado destas análises, uma série de outras informações derivadas ou diagnoses podem ser elaboradas, novamente através da análise destas informações.”

Dentre as análise de múltiplos mapas, as mais utilizadas são:

- Aplicação de operadores booleanos sobre uma série de mapas de entrada, quando o critério for determinado por um conjunto de regras determinísticas;
- Avaliação de cada área de acordo com um critério de pesos, o que resulta em graduação definida através de uma escala segundo o grau de adequação da área aos critérios adotados. Tais modelos normalmente são *prescritivos*, uma vez que envolvem a aplicação de uma série de critérios que são fixados a partir de características desejáveis. Os modelos *preditivos* têm como propósito principal a determinação do potencial da área de estudo para um determinado fim. (BONHAM-CARTER, 1994 *apud* SIMÕES-MEIRELLES, 1997, p.39);

A atribuição de pesos pode ser efetuada através da utilização de critérios estatísticos, utilizando-se uma região conhecida para relacionamentos espaciais entre os mapas de predição e os mapas de saída, ou através da estimativa mediante opinião de especialistas. O primeiro caso de modelagem é denominado como *data-driven*, enquanto que o segundo como *knowledge-driven*. (SIMÕES-MEIRELLES, 1997, p.40)

3.6.3 Importância dos SIGs na análise ambiental

O progressivo aumento da quantidade de dados utilizados nas análises geográficas foi explicitado por Simões-Meirelles (1997, p.22):

“As investigações científicas com relação aos sistemas se transformaram da simples descoberta de objetos à estudar-se as relações entre eles. Isto tem conduzido a necessidade de se analisar uma grande quantidade de variáveis. Assim, dependendo do objeto do estudo, torna-se praticamente impossível estudar tais situações complexas por métodos tradicionais.”

Como vantagens na utilização do SIG na análise ambiental podemos citar (DANGERMOND, 1990 *apud* SIMÕES, 1993, p.13-14):

1. Os dados são mantidos num formato físico compacto, através do uso de arquivos magnéticos;
2. Os dados podem ser mantidos e extraídos a um custo menor;
3. Os dados podem ser recuperados com uma velocidade maior;
4. Várias ferramentas computadorizadas permitem que uma variedade de manipulações sejam efetuadas, tais como: superposição de mapas, transformações, desenho gráfico e manipulações na base de dados;
5. Informações gráficas e não gráficas podem ser integradas e manipuladas simultaneamente;
6. Pode-se elaborar modelos conceituais, tais como: capacidade de uma região para cultivo, controle do uso do solo etc. Isto facilita a avaliação de critérios políticos e técnicos para áreas extensas, utilizando-se um consumo menor de tempo;
7. A análise de mudanças ao longo do tempo podem ser efetuadas eficientemente para dois ou mais períodos de tempo;
8. Ferramentas automáticas de desenho podem ser utilizadas na produção final de mapas cartográficos e
9. Algumas formas de análise, que simplesmente não poderiam ser realizadas eficientemente pelo processo manual, podem ser efetuadas com baixo custo como é o caso da realização de análises

de terrenos na forma digital, tais como: cálculo da declividade, aspecto, intensidade do sol ao longo de uma área, delimitação automática de bacias hidrográficas, etc.

3.6.4 Limitações do Geoprocessamento como uma ferramenta na análise ambiental

No entanto, como toda ferramenta, o Geoprocessamento também apresenta suas limitações. As limitações não dizem respeito aos recursos, mas sim aos possíveis erros associados (inerentes aos dados, operacionais, advindos do modelo lógico escolhido etc). como agravante, pode haver propagação de erros, pela manipulação da informação que já contiver erro em sua origem (por exemplo, uma medida inadequada).