



## Sumário

A NECESSIDADE DE RECUPERAÇÃO	13
I.1 O problema	13
I.2 Modificações antrópicas	17
I.3 Valores, bens e serviços de praias e dunas	20
I.4 A necessidade de recuperar praias e dunas	21
I.5 Definições e abordagens de recuperação	26
I.6 As complexidades de um estado-alvo vinculado ao tempo	31
I.7 Tipos de projetos de recuperação	33
I.8 Escopo do livro	35
ENGORDAMENTO DE PRAIAS E IMPACTOS	38
2.1 O potencial para recuperação	38
2.2 Considerações gerais de projeto	41
2.3 Características sedimentares	44
2.4 Possíveis impactos negativos de operações de engordamento	46
2.5 Práticas alternativas para minimizar perdas ambientais e acentuar benefícios	63
2.6 Projetos alternativos para aterros de praias	73
2.7 Recuperação das características sedimentares	75
2.8 Acompanhamento e gestão adaptativa	79
2.9 Conclusão	80
PRÁTICAS E IMPACTOS DA CONSTRUÇÃO DE DUNAS	82
3.1 Características das dunas alteradas pelo homem	82
3.2 Dunas construídas por transporte eólico a partir de praias engordadas	84
3.3 Construção de dunas por aterro a partir de fontes externas	86
3.4 Construção de dunas por raspagem de praias	90

3.5	Construção de dunas com cercas de contenção de areia	92
3.6	Construção de dunas com vegetação	96
3.7	Múltiplas estratégias para construção de dunas	102
3.8	Conclusão	104
RECUPERAÇÃO, PROCESSOS, ESTRUTURA E FUNÇÕES		106
4.1	Crescente complexidade e dinamismo	106
4.2	A questão do dinamismo	108
4.3	Alteração ou remoção de estruturas de proteção costeira	112
4.4	Restrição à limpeza de praias com rastelo	119
4.5	Restrição ao tráfego de veículos nas praias e dunas	122
4.6	Remoção ou alteração de cercas de contenção de areia	123
4.7	Proteção de espécies ameaçadas	125
4.8	Alteração das condições de crescimento	126
4.9	Substituição da vegetação	132
4.10	Recuperação das baixadas úmidas	140
4.11	Tempo necessário para a naturalização	141
4.12	Determinação dos níveis apropriados de dinamismo	143
4.13	Atividades externas	144
4.14	Conclusão	145
OPÇÕES EM AMBIENTES REDUZIDOS		147
5.1	Resultados alternativos de recuperação	147
5.2	Gradiente natural	150
5.3	Gradiente truncado	154
5.4	Gradiente comprimido	154
5.5	Gradiente expandido	157
5.6	Gradientes fragmentados e dissociados	160
5.7	Encadeamentos	162
UM PROGRAMA BASEADO NO LOCAL PARA A RECUPERAÇÃO DE PRAIAS E DUNAS		165
6.1	A necessidade de ação local	165
6.2	Obter aceitação para perfis de terrenos e habitats naturais	166

6.3	Identificar condições de referência	170
6.4	O estabelecimento de áreas experimentais	172
6.5	Desenvolver diretrizes e protocolos	175
6.6	Desenvolver e implantar programas de conscientização pública	189
6.7	Manutenção e avaliação de ambientes recuperados	191
INTERESSES, CONFLITOS E COOPERAÇÃO DAS PARTES INTERESSADAS		198
7.1	Obtenção de apoio público	198
7.2	A necessidade de encontrar soluções consensuais	201
7.3	Diferenças nas percepções e anseios das partes interessadas	201
7.4	Ações das partes interessadas	206
7.5	A paisagem resultante	214
NECESSIDADE DE PESQUISAS		215
8.1	Engordamento de praias	215
8.2	Construção de dunas	224
8.3	Acomodação ou controle do dinamismo	226
8.4	Opções em ambientes espacialmente restritos	228
8.5	Consideração das preocupações e necessidades das partes envolvidas	229
8.6	Manutenção e avaliação de ambientes recuperados	231
8.7	Conclusão	233
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS		234
ÍNDICE REMISSIVO		259

## I.1 O PROBLEMA

Os litorais do mundo estão sendo transformados em artefatos por meio de ações danosas, como a eliminação de dunas para facilitar a construção de edifícios e de infraestrutura de apoio, bem como o nivelamento de praias e dunas para facilitar o acesso e criar espaço para recreação, além da limpeza mecânica das praias para torná-las mais atraentes. A erosão progressiva das praias, associada a tentativas humanas de reter em posições fixas edifícios e infraestrutura à beira-mar, pode resultar numa redução ou perda completa de ambientes de praia, duna e encostas litorâneas ativas. O sedimento perdido poderá ser substituído por meio de operações de engordamento artificial de praias, mas esse tipo de operação geralmente é conduzido de modo a proteger as edificações costeiras e prover uma plataforma recreativa em vez de recuperar valores naturais (Fig. 1.1). Às vezes, praias artificialmente engordadas são cobertas por uma duna linear projetada para atuar como dique contra ataques de ondas e inundações. Muitas dessas dunas-diques são construídas por máquinas de terraplanagem em vez de processos eólicos (Fig. 1.2), resultando tanto numa forma exterior como numa estrutura interna que diferem dos perfis naturais. Dunas em propriedades particulares em frente a praias públicas são frequentemente niveladas e mantidas livres de vegetação ou replantadas, porém com uma vegetação que talvez tenha pouca semelhança com a cobertura natural (Nordstrom, 2003). A transformação de paisagens em economias turísticas pode

# 1

## A necessidade de recuperação

converter paisagens distintas em diferentes partes do mundo numa única paisagem de turismo, que simula componentes considerados eficazes em atrair turistas, o que dilui a particularidade geográfica e a identidade do terreno.



**Fig. 1.1** Praia de La Victoria, em Cádiz (Espanha), mostra monotonia de topografia e de vegetação numa praia engordada que é conservada e limpa para recreação



**Fig. 1.2** Duna de proteção nas proximidades de Koserow, Mecklenburg-Vorpommern (Alemanha), mostra a natureza linear da duna e seu contato abrupto com o reflorestamento na direção continental

A pressão sobre ambientes costeiros é intensificada pela tendência social de mudar-se para perto da costa, seja por turismo ou para evitar os conflitos ou as pressões populacionais em regiões mais continentais (Roberts e Hawkins, 1999; Brown e McLachlan, 2002). Por volta de 2020, mais de 60% da população deverá residir a menos de 60 km da costa (UNCED, 1992). Muitas localidades remotas que foram poupadas da urbanização no passado estão agora sofrendo essa pressão (Smith, 1992; Wong, 1993; Lubke et al., 1995; Brown et al., 2008). Os efeitos do aquecimento global e do aumento do nível do mar somam-se às pressões antrópicas. A ameaça mais significativa para as espécies litorâneas é a perda do hábitat, especialmente se a elevação do nível do mar for acompanhada de uma atividade crescente de tempestades (Brown et al., 2008).

A retirada da população litorânea resolveria os problemas de erosão e forneceria espaço para o restabelecimento de uma biota e de novos perfis de terrenos, mas tal retirada parece improvável, exceto em regiões costeiras esparsamente urbanizadas (Kriesel et al., 2004). A maioria dos governos locais e dos proprietários de terras provavelmente defenderia opções administrativas próximas ao *status quo* (Leafe et al., 1998), mesmo com a acelerada elevação do nível do mar (Titus, 1990). A especulação imobiliária é a principal razão, uma vez que os elevados investimentos em regiões litorâneas urbanizadas exercem pressão para que se mantenha a situação inalterada (Nordstrom e Mauriello, 2001).

Os problemas associados à conversão de paisagens costeiras, de modo a acomodar usos antrópicos, incluem as perdas de diversidade topográfica (Nordstrom, 2000) e de hábitat natural e diversidade biológica (Beatley, 1991); a fragmentação de paisagens (Berlanga-Robles e Ruiz-Luna, 2002); ameaças a espécies em risco (Melvin et al., 1991); a redução nas fontes de sementes e menor resiliência de comunidade de plantas em áreas adjacentes menos urbanizadas após estragos provocados por tempestades (Cunniff, 1985); perda de valor intrínseco (Nordstrom, 1990), de valores estéticos e recreativos originais (Cruz, 1996; Demirayak e Ulas, 1996) e do patrimônio ou aspecto natural da costa, o que afeta a capacidade das partes envolvidas

de tomar decisões bem informadas acerca de questões ambientais (Télez-Duarte, 1993; Golfi, 1996; Nordstrom et al., 2000).

Não é possível depender dos processos naturais para restabelecer as características naturais em áreas urbanizadas. Edificações e infraestrutura de apoio destruídas pela erosão em longo prazo ou grandes tempestades são rapidamente reconstituídas por meio de esforços de reconstrução, de modo que as paisagens pós-tempestades muitas vezes apresentam uma marca humana maior do que as paisagens pré-tempestades (Fischer, 1989; Meyer-Arendt, 1990; Fitzgerald et al., 1994; Nordstrom e Jackson, 1995). O estabelecimento de unidades de conservação costeiras, tais como parques estaduais, municipais ou nacionais, ajuda a manter o patrimônio ambiental, porém a inacessibilidade desses locais ou as restrições ao uso impedem que muitos turistas tenham a oportunidade de vivenciar a natureza (Nordstrom, 2003). Enclaves naturais próximos a regiões urbanizadas, protegidas por estruturas artificiais, estão sujeitos à falta de sedimentos e erosão acelerada que alteram as características e a função do hábitat, diferenciando-o das condições naturais que ali existiam anteriormente (Roman e Nordstrom, 1988). Os processos naturais podem ser refreados mesmo em áreas administradas para proteção natural em virtude da necessidade de modificar tais ambientes para fornecer níveis previsíveis de proteção contra inundações em áreas urbanizadas adjacentes (Nordstrom et al., 2007c). A designação de áreas protegidas para conservar espécies ameaçadas pode ter um efeito limitado no restabelecimento de ambientes costeiros naturais, a menos que hábitats ou paisagens inteiras sejam incluídas nos esforços de conservação (Waks, 1996; Watson et al., 1997). O estabelecimento de unidades de conservação costeiras pode ter também o efeito negativo de servir de pretexto para ignorar-se a necessidade de proteção à natureza e melhoria de áreas ocupadas pelo homem (Nordstrom, 2003).

As alternativas para aprimorar a resiliência de sistemas costeiros, ou de sua capacidade de responder a perturbações mantendo sua biodiversidade, deveriam complementar alternativas destinadas a resistir aos efeitos da erosão e inundações associados às mudanças climáticas

(Nicholls e Hoozemans, 1996; Klein et al., 1998; Nicholls e Bransom, 1998). Estudos ressaltam o potencial da recuperação de habitats perdidos de praias e dunas para compensar perdas ambientais em outras partes, proteger espécies ameaçadas, reter fontes de sementes, fortalecer o poder de atração turística dos litorais e restabelecer um apreço pelos componentes da paisagem em dinâmica natural (Breton e Esteban 1995; Breton et al., 1996, 2000; Nordstrom et al., 2000). Ecologistas, geomorfologistas e filósofos ambientais ressaltam a necessidade de ajudar a salvar a natureza em costas urbanizadas, promovendo uma nova natureza que apresente uma diversidade otimizada de perfis de terrenos, espécies e ecossistemas que se mantenham os mais dinâmicos e naturais possíveis, tanto em aparência como em função, ao mesmo tempo que sejam compatíveis com valores humanos (van der Maarel, 1979; Doody, 1989; Westhoff, 1985, 1989; Roberts, 1989; Light e Higgs, 1996; Pethick, 1996; Nordstrom et al., 2000). Há também um interesse crescente no desenvolvimento de uma nova relação, simbiótica e sustentável, entre a sociedade e a natureza (com sua diversidade e dinamismo) e na valorização pura e simples do relacionamento entre homem e natureza, não apenas motivada por seu valor e utilidade intrínsecos (Jackson et al., 1995; Cox, 1997; Navech, 1998; Higgs, 2003).

## 1.2 MODIFICAÇÕES ANTRÓPICAS

O ritmo crescente de alterações humanas na paisagem e o potencial das pessoas para reconstruir a natureza de modo a prover serviços e funções ecológicas exigem que as atividades antrópicas sejam reconsideradas de muitas maneiras que permitam torná-las mais compatíveis com a natureza. As ações antrópicas podem eliminar praias e dunas para construir instalações, alterar esses perfis por meio de usos consuptivos, remodelá-los ou reconstruí-los, modificar sua mobilidade ao alterar a cobertura superficial ou empregar dispositivos de estabilização, alterar suas reservas sedimentares ou alterar as condições de crescimento por meio de mudanças nos níveis de poluição ou na reserva de água (Quadro 1.1). Algumas perdas ambientais



## **QUADRO 1.1 FORMAS COMO PERFIS E HÁBITATS SÃO ALTERADOS POR AÇÕES ANTRÓPICAS**

### **Eliminação para usos alternativos**

Construção de edifícios, vias de transporte, passeios públicos

Construção de superfícies alternativas

Mineração

### **Alteração por meio do uso**

Pisoteamento

Utilização de veículos *off-road*

Pesca e cultivo

Pastejo

Extração de petróleo e gás

Instalação de dutos

Extração e reposição de água

Atividades militares

### **Remodelagem (nivelamento)**

Acumular areia para aumentar os níveis de proteção contra enchentes

Remoção de areia que invade instalações

Criação de valas para o controle de inundações

Dragagem de canais para criar ou manter *inlets*

Ampliação de praias para acomodar turistas

Eliminação de obstáculos topográficos para facilitar acesso ou construção

Remoção de dunas para oferecer vista para o mar

Construção de paisagens mais naturais

### **Alteração da mobilidade de perfis de terreno**

Construção de estruturas de proteção costeira e navegação

Construção de marinas e ancoradouros

Colocação de estruturas entre fontes de sedimentos e bacias deposicionais

Introdução de sedimentos mais ou menos resistentes nas praias ou dunas

Limpeza de sujeira na praia

Estabilização de perfis com cercas de contenção de areia, vegetação ou materiais resistentes

Remobilização de perfis com a remoção ou queima da vegetação

### **Alteração de condições externas**

Represamento ou mineração em cursos d'água

Desvio ou canalização de águas pluviais

Introdução de poluentes

Intrusão de água salina

**QUADROS 1.1 FORMAS COMO PERFIS E HÁBITATS SÃO ALTERADOS POR AÇÕES ANTRÓPICAS (continuação)**

**Criação ou mudança de hábitats**

Engordamento de praias e dunas

Recuperação de reservas sedimentares (*bypass, backpass*)

Enterramento de estruturas indesejadas ou inutilizadas

Criação de ambientes para atrair vida silvestre

Controle da vegetação por meio de roçada, pastejo ou queimada

Remoção ou limpeza de substrato poluído

Adição de espécies para aumento da diversidade

Introdução ou remoção de vegetação exótica

Introdução de animais domésticos ou selvagens

Extraído de Ranwell e Boar, 1986; Nordstrom, 2000; Doody, 2001; Brown e McLachlan, 2002; Brown et al., 2008).

são associadas a qualquer tipo de modificação, mesmo as mais benignas, mas poderão ser pequenas e temporárias. Perfis modificados pelo homem são geralmente menores do que os seus equivalentes naturais, com menos subambientes distintos, menor grau de inter-relação desses subambientes e, com frequência, uma diminuição progressiva na resiliência da costa a futuras perdas ambientais (Pethick, 2001). O desafio é aumentar o valor natural desses perfis por intermédio de ações humanas criativas.

As ações antrópicas nem sempre são negativas, especialmente se aplicadas com moderação e com consciência dos impactos ambientais. Os efeitos da agricultura podem variar de “desastrosos” a um efetivo novo valor ecológico (Heslenfeld et al., 2004). O pastejo contínuo pode destruir a cobertura vegetal e reassentar campos de dunas inteiros, mas um pastejo controlado pode recuperar ou manter a diversidade de espécies (Grootjans et al., 2004; Kooijman, 2004). Muitas sequências de sucessão vegetal, atualmente consideradas naturais, podem ter-se iniciado pela atividade humana quando examinadas com mais cuidado (Jackson et al., 1995; Doody, 2001). Muitas mudanças, tais como a conversão das dunas na Holanda em zonas de recarga de água potável, introduziram um novo ambiente natural, com a utilização de diferentes espécies e novas formas

para se apreciar a natureza (Baeyens e Martinez, 2004). A proteção oferecida por praias e dunas alteradas pelo homem de modo a fornecer defesas contra enchentes permitiu a formação de ambientes naturais mais estáveis, que desenvolveram seus próprios interesses de conservação e podem até mesmo ser protegidos por regulamentos ambientais (Orford e Jennings, 1998; Doody, 1995). As mensagens são claras: os seres humanos são responsáveis pela natureza, e suas ações podem se tornar mais compatíveis com ela ao modificar práticas de modo a reter ao máximo as funções ecológicas e valores naturais quando da transformação de perfis para exploração econômica. Essas duas mensagens são cada vez mais aplicáveis em áreas naturais usadas como parques, bem como em áreas urbanizadas.

### 1.3 VALORES, BENS E SERVIÇOS DE PRAIAS E DUNAS

Praias e dunas possuem seu próprio valor intrínseco, mas também fornecem muitos bens e serviços que beneficiam direta e indiretamente o homem (Quadro 1.2). Nem todos os bens e serviços podem ser fornecidos em um mesmo segmento litorâneo, mesmo em sistemas naturais, mas a maioria pode ser acessível regionalmente, desde que haja espaço suficiente e variedade na exposição a processos costeiros e tipos de sedimentos. Talvez não seja possível usufruir de todos os bens e serviços, mesmo quando tal potencial exista. A mineração e diversas formas de atividade recreativa podem ser incompatíveis com o uso de praias para nichos de reprodução. Por outro lado, praias e dunas podem ter usos múltiplos, tais como proteger propriedades dos problemas costeiros e prover locais de reprodução, substratos habitáveis e áreas de refúgio para a vida silvestre, contanto que a utilização humana seja controlada por meio de regulamentos compatíveis.

Nem todos os usos que se aproveitam dos bens e serviços fornecidos por praias e dunas devem ser alvo de esforços práticos de recuperação. Faz pouco sentido restaurar minérios num perfil apenas para reminerá-los novamente. A oferta de novas fontes combustíveis para uma economia de subsistência pode ser resolvida de forma mais eficiente do que tentar favorecer a acumulação de madeira numa praia recuperada ou ainda o plantio

de árvores numa duna. Nesses casos, os esforços de recuperação podem não exigir sustentar o uso humano, mas serem necessários para recriar micro-habitats perdidos durante a exploração anterior. Os componentes de ecossistemas não devem ser vistos como metas intercambiáveis que podem ser usadas e recriadas de modo a adequar-se às necessidades humanas (Higgs, 2003; Throop e Purdom, 2006).

**QUADRO 1.2 VALORES, BENS E SERVIÇOS FORNECIDOS POR PERFIS, HÁBITATS OU ESPÉCIES COSTEIRAS**

Proteção de estruturas antrópicas (prover sedimento, barreira física ou vegetação resistente)

Prover subsistência para populações locais (alimento, combustível, material medicinal)

Valor de mercado para economias tradicionais e industriais (residências, resorts, minas)

Oferecer locais para recreação ativa

Oportunidades estéticas, psicológicas, terapêuticas

Filtragem de poluentes

Fonte de água no solo (em dunas)

Desnitrificação

Nicho ecológico para plantas adaptadas a condições extremas

Substrato habitável para invertebrados

Áreas de refúgio (por ex., invertebrados de praia; mamíferos nas dunas)

Áreas para ninhos ou incubação (por ex., tartarugas, caranguejos-ferradura e diversos tipos de peixes)

Alimento para consumidores primários (por ex., invertebrados de praia)

Alimento para níveis tróficos mais elevados (carnívoros e predadores)

Sequestro de carbono

Redução da concentração de gases do efeito estufa

Prover os benefícios sinérgicos de múltiplos tipos de habitat (por ex., corredores)

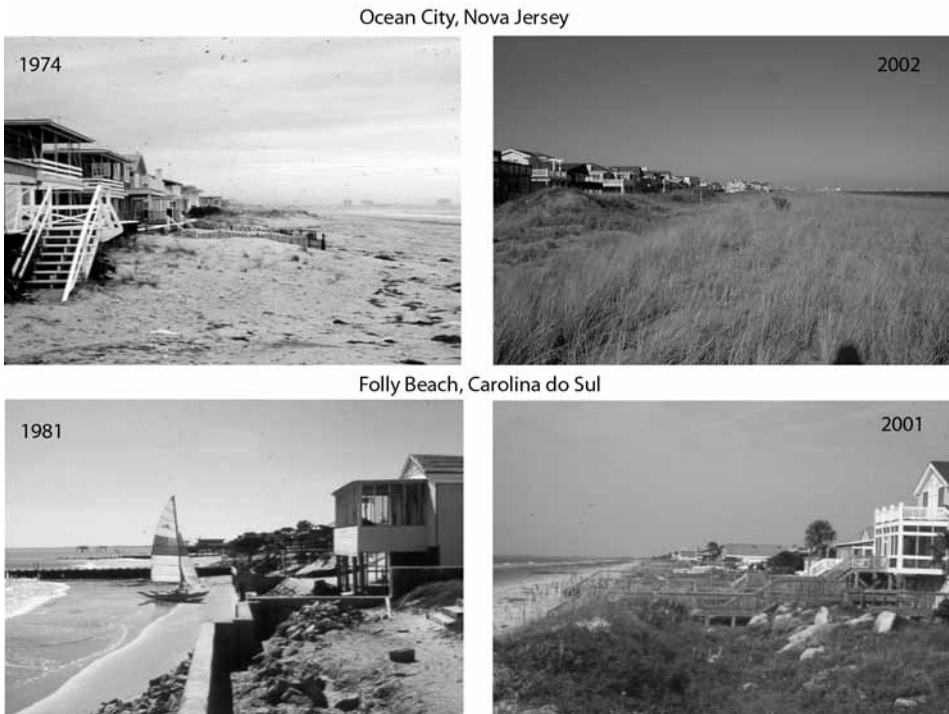
Valor intrínseco

Modificado de Lubke e Avis, 1998; Arens et al., 2001; Peterson e Lipcius, 2003.

#### 1.4 A NECESSIDADE DE RECUPERAR PRAIAS E DUNAS

A evolução costeira pode tomar diferentes rumos. O processo de urbanização não precisa caminhar unidirecionalmente rumo à remodelagem

de praias de modo a transformá-las em plataformas de recreação planas e descaracterizadas (Fig. 1.1) ou à total eliminação de ambientes de dunas em favor de estruturas construídas. A tendência de transformação num produto construído pode ser revertida, mesmo em litorais intensamente urbanizados, caso implementem-se medidas administrativas para recuperar o funcionamento natural das praias e dunas, bem como redescobrir o patrimônio costeiro-ambiental (Nordstrom e Mauriello, 2001). Criar e manter ambientes naturais em áreas urbanizadas (Fig. 1.3) pode contribuir para familiarizar as pessoas com a natureza, conscientizar da importância de recuperá-la ou conservá-la, melhorar a imagem de um litoral urbanizado, influenciar ações de aprimoramento da paisagem por parte de vizinhos e aumentar a probabilidade de que as características naturais sejam um fator



**Fig. 1.3** Efeito do engordamento de praia no restabelecimento de dunas em Ocean City, Nova Jersey, e Folly Beach, Carolina do Sul (EUA)