

COMPORTAMENTO DAS ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO À EROÇÃO COSTEIRA NO BALNEÁRIO DO HERMENEGILDO

Ulisses Rocha de Oliveira (Universidade Federal do Rio Grande - FURG, Instituto de Ciências Humanas e da Informação - ICHI).

E-mail: ulisseslicke@yahoo.com.br

Karl Franz Koerner (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT).

E-mail: karlkoerner@gmail.com

Resumo: O presente trabalho objetiva analisar o comportamento das estruturas de contenção à erosão costeira no balneário do Hermenegildo, município de Santa Vitória do Palmar, RS. Primeiramente foi feita uma compilação dos dados coletados em 1999, 2001 e 2005 por Esteves et al. (2000); Esteves e Santos (2001) e Teixeira (2007). Foram realizados mais cinco trabalhos de campo nos dias 28/8/2009, 22/11/2010, 5/12/2011, 25/1/2013 e 23/12/2013. Em cada um destes cinco dias, a orla do balneário foi registrada através de fotografias convencionais ordenadas, as quais foram transformadas em mosaicos de imagens. Os resultados demonstraram que as estruturas de contenção antrópicas vêm substituindo as dunas frontais, com maior crescimento de estruturas mistas. Foram caracterizadas nove formas de contenção: dunas frontais; resíduos da construção e demolição; pneumáticos; postes de madeira; muros de madeira; muros de concreto; enrocamento; blocos pré-moldados de concreto; areia e concreto ensacado. O avanço do mar erodiu e segue erodindo as dunas frontais e as estruturas simples de contenção, danificando edificações. Com o aumento no número e complexidade das estruturas de contenção antrópicas houve estabilização relativa do “front urbano”, que preservou as edificações, mas gerou perdas paisagísticas, diminuição da faixa de praia e a supressão das dunas frontais.

Palavras-chave: Erosão Costeira, Estruturas de Contenção, Balneário do Hermenegildo, Monitoramento, Mosaicos de Fotografias.

BEHAVIOR OF COASTAL EROSION CONTENTION STRUCTURES ON *HERMENEGILDO* BEACH

Abstract: This study aims at analyzing the behavior of coastal erosion contention structures on *Hermenegildo* beach in Santa Vitória do Palmar, RS, Brazil. Firstly, a compilation of data collected in 1999, 2001 and 2005 by Esteves et al. (2000), Esteves and Santos (2001) and Teixeira (2007) was carried out. Besides, fieldwork was conducted on five occasions, i. e., on 8/28/2009, 11/22/2010, 12/05/2011, 01/25/2013 and 12/23/2013, when the shoreline was captured in conventional ordered photographs which were transformed into a photographic mosaic. Results showed that anthropic contention structures have replaced frontal dunes and that the number of mixed structures has increased. The following nine forms of contention were characterized: frontal dunes; construction and demolition residues; tires; wooden posts; wooden walls; concrete walls; riprap; precast concrete walls; and sacked sand and concrete. The advance of the sea has eroded frontal dunes and simple contention structures, thus, damaging buildings. The increase in the number and complexity of anthropic contention structures has led to a relative stabilization of the “urban front” which maintains the buildings but generates losses of landscapes, decrease in the shoreline and suppression of frontal dunes.

Keywords: Coastal Erosion, Contention Structures, *Hermenegildo* Beach, Monitoring, Photographic Mosaic.

1. INTRODUÇÃO

Localizado no extremo sul do Brasil, município de Santa Vitória do Palmar, o balneário do Hermenegildo (Figura 1) é bastante conhecido da comunidade científica quando o assunto é erosão costeira. Com o processo erosivo atuando há décadas sobre o balneário, os próprios moradores têm inserido estruturas de contenção para evitar a perda de seu patrimônio edificado. Com isto o balneário situa-se saliente em relação a linha de costa, visto que as estruturas de contenção seguram em parte o avanço marinho, havendo degradação do sistema

praia duna (KOERNER et al., 2013).

Diversos trabalhos foram realizados na área com o objetivo de analisar a erosão no local sob a óptica geológica, geográfica e oceanográfica. Esteves et al. (2000) pioneiramente descreveram os impactos de um evento de alta energia sobre a orla do balneário e a percepção dos moradores em relação a erosão costeira. Esteves e Santos (2001) analisaram a questão da valorização imobiliária, em um período no qual havia muita preocupação na forma de como conter a forte migração da linha de costa. Posteriormente, Teixeira (2007) resgatou a análise das estruturas de erosão costeira, inserindo sua distribuição espacial num Sistema de Informações Geográficas (SIG). Koerner (2009) analisou a evolução da paisagem e das estruturas de contenção enquanto Koerner (2012) propôs alternativas de gerenciamento para o local. Por fim, Albuquerque (2013) analisou perspectivas futuras para o balneário com base em taxas de variação da linha de costa local.

O presente trabalho visa analisar o comportamento das estruturas de contenção no balneário do Hermenegildo, com base neste referencial bibliográfico e por meio de mosaicos de fotografias obtidas entre 2009 e 2013. Busca-se com a apresentação neste evento específico atrair os olhares da engenharia sobre o tema.

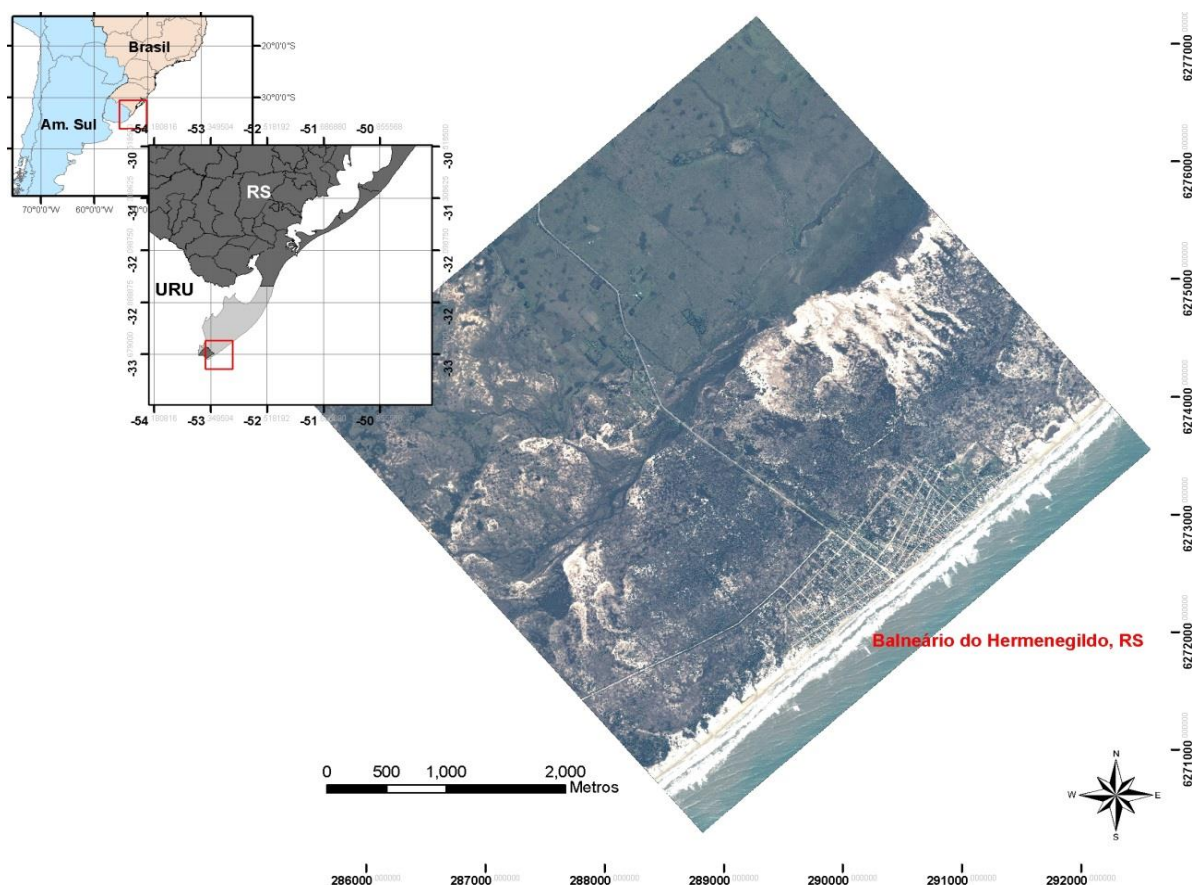


Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo. Fonte: Koerner. 2012.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Com base nos dados de Esteves et al. (2000) e Teixeira (2007), foram geradas planilhas de identificação *in loco* das estruturas de contenção. Então, foram realizados mais cinco trabalhos de campo nos dias 28/8/2009, 22/11/2010, 5/12/2011, 25/1/2013 e 23/12/2013. Em

cada um destes dias, a orla do balneário foi registrada através de fotografias convencionais mais ou menos de 30 em 30 metros, a partir da linha de baixa mar e voltada em direção ao balneário. As fotografias foram obtidas de modo que possibilitassem a sobreposição das cenas, não havendo perda de nenhum trecho e mantendo um ângulo frontal de análise das estruturas. Em função da luminosidade, os trabalhos de campo foram realizados no período da manhã. Durante cada trabalho de campo, a maré oscilou, assim como a proximidade da linha de baixa mar em relação às estruturas de contenção, com variações na distância entre o local de obtenção das fotografias e as estruturas de contenção. Estas fotos foram transformadas em mosaicos de imagens de fotografias. Na configuração dos mosaicos, priorizaram-se as estruturas de contenção em relação à morfologia da praia e edificações na retaguarda. Esses possibilitam analisar as estruturas de contenção posteriormente a campanha amostral.

Inicialmente, cada lote defrontante ao mar foi identificado como “sem estrutura de contenção”, quando havia somente depósitos arenosos, e “com estrutura de contenção”, quando alguma estrutura antrópica era identificada. Na categoria “com estruturas de contenção” foram também destacados os lotes “com estrutura de contenção mista”, quando havia mais de uma forma de contenção, por lote (Figura 2). Após, foi contabilizado individualmente cada tipo de contenção nas cinco datas onde a orla foi registrada fotograficamente (Figura 3).

3. RESULTADOS

Com base nos dados obtidos em Esteves et al. (2000), Teixeira (2007) e neste trabalho, cada lote urbano defrontante ao mar foi classificado em: lote sem estrutura de contenção (podendo haver dunas frontais) e lote com estrutura de contenção (antrópica). Destes foram identificados lotes com estrutura mista de contenção (Figura 2).



Figura 2 - Classificação dos lotes da orla do balneário do Hermenegildo. Dados de 1999a e 1999b (Esteves et al., 2000); 2001 e 2005 (Teixeira, 2007); 2009, 2010, 2011 e 2013 (neste trabalho).

A Figura 2 mostra que os trechos de orla classificados como “sem estrutura de contenção” representaram cerca de 40% em 1999, passando para mais de 70% depois de um evento de alta energia hidrodinâmica que atingiu o balneário em abril de 1999. A oscilação de 1999b deveu-se ao fato dos dados terem sido coletados logo após o referido evento, o que aumentou a porcentagem dos trechos “sem estrutura de contenção”, já que estes haviam sido remobilizados pela ação marinha e ainda não repostos. Em 2001, os valores voltaram aos mesmos 40%, diminuindo para 30% nos dias atuais.

Na última avaliação, realizada em 2013, cerca de 70% dos lotes foi classificado em “com estrutura de contenção” antrópica, com crescimento de cerca de 10%, desde a primeira avaliação, em 1999. O maior crescimento, no período analisado, foi de “estruturas mistas”, que estavam presentes em apenas 13% dos lotes em 1999, e, em dezembro de 2013, representaram 55% dos lotes, mostrando um crescimento na ordem de 40% em menos de 14 anos (Figura 2). O fato da análise dos dados ter sido feita somente via planilha até 2005 e utilizando os mosaicos de fotografias entre 2009 e 2013 podem ter gerado uma diferença na contabilização das estruturas de contenção e estruturas mistas, visto que algumas deste segundo grupo podem não terem sido contabilizadas até 2005. Mesmo assim o crescimento das “estruturas mistas” entre 2009 e 2013 foi de 20% contra 10% “com estruturas de contenção”.

Neste trabalho, a análise dos mosaicos de fotografias dos cinco anos de monitoramento permitiu a identificação de nove formas de estruturas de contenção da orla do balneário do Hermenegildo, uma natural e oito antrópicas, sendo estas: dunas frontais; resíduos da construção e demolição; pneumáticos; postes de madeira; muros de madeira; muros de concreto; enrocamento; blocos pré-moldados de concreto; areia e concreto ensacado (Figuras. 3 e 4).

Analisando as estruturas individualmente, apenas as dunas frontais tiveram diminuição de 15% entre 2009 e 2013, ressaltando a sua supressão pela erosão e urbanização progressiva da orla do balneário com estruturas antrópicas. Dentre estas, algumas tiveram aumento em relação ao uso, como é o caso do enrocamento e blocos pré-moldados de concreto, ou mantiveram estabilidade, caso dos muros de concreto e pneumáticos (Figura 3). Ressalta-se que, lotes que apresentaram dunas frontais e alguma(s) estrutura(s) de origem antrópica, foram contabilizados em duas ou mais categorias. Por isto, na figura 3, a soma das estruturas a cada ano foi maior do que 100%.

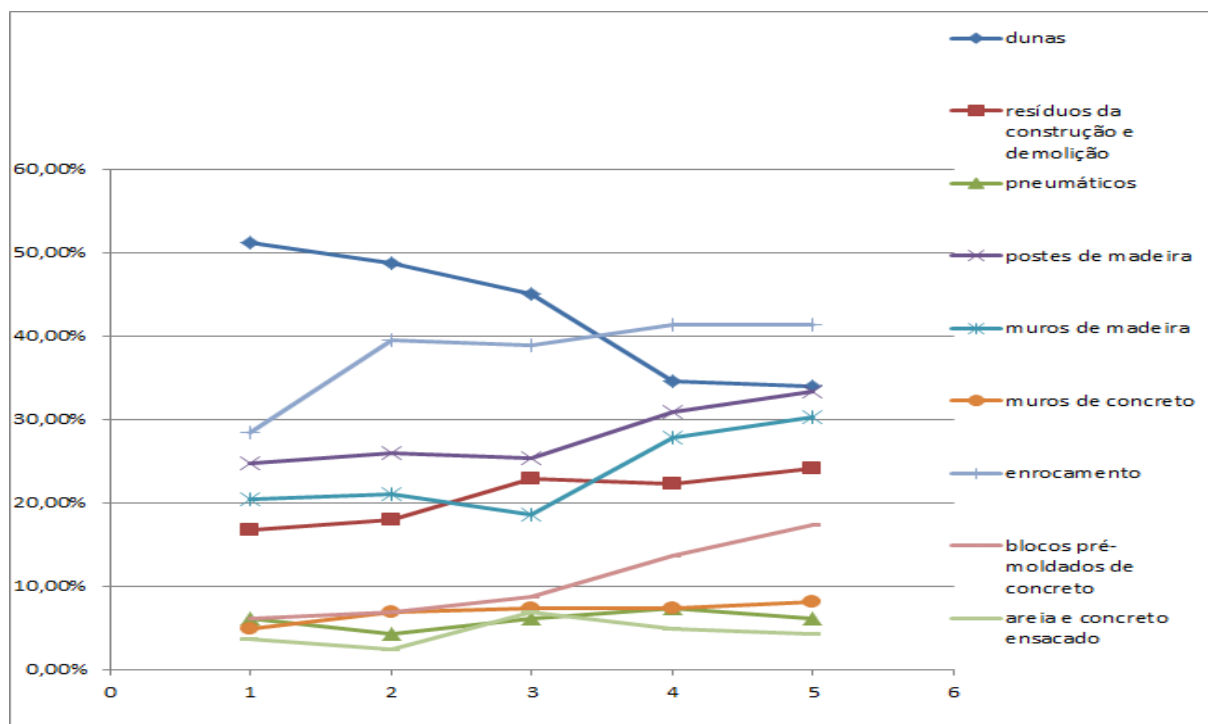


Figura 3 - Gráfico da presença dos nove tipos de estrutura de contenção presentes na orla do balneário do Hermenegildo em (1) 28/8/2009, (2) 22/11/2010, (3) 5/12/2011, (4) 25/1/2013 e (5) 23/12/2013.

As estruturas de contenção identificadas no balneário foram assim analisadas (Figura 4):

- Dunas frontais: Podem diagnosticar a ausência de qualquer tipo de estrutura de contenção antrópica, mesmo com função de proteção costeira (Figura 4a). Tem sido progressivamente suprimidas pela erosão do contato praia - área urbana, geralmente com forma escarpada junto à praia, sendo chamadas de remanescentes. Permanecem ainda nos extremos norte e sul do balneário. Uma das principais alterações na orla do balneário foi a diminuição de lotes defrontantes ao mar que apresentam dunas, com diminuição de mais de 50% para pouco mais de 30% no referido período, deixando de ser a forma predominante da orla urbana.

- Resíduos da construção e demolição: Restos de residências destruídas pela ação marinha tem suas partes mais resistentes, como colunas e vigas de concreto, utilizadas como estruturas de contenção, servindo principalmente aos vizinhos à retaguarda e para proteger o próprio lote. Também são utilizadas para preenchimento do terreno junto com muros de madeira, neste caso com menor diâmetro dos resíduos (Figura 4b). Em crescimento de uso, são encontradas em mais de 20% dos lotes a beira mar em 2013.

- Pneumáticos: São colocados junto à base das escarpas ou de outras estruturas, amarrados lado a lado (Figura 4c). Apresentam-se de vários tamanhos, desde pneus de automóveis, com menos de 1 metro de diâmetro, até pneus de trator e semelhantes, que podem ultrapassar os 1,5 metros de diâmetro. São encontrados em menos de 10% dos lotes, valor que se mantém estável nos últimos anos.

- Postes de madeira: Em certos locais, a porção defrontante a uma residência é composta somente de postes (colunas) com ou sem espaçamento (Figura 4d), enquanto na maioria das vezes estes compõem muros de madeira (Figura 4e). Em crescimento, são a segunda forma de contenção mais encontrada, só perdendo para o enrocamento, apresentando crescimento em relação a seu uso.

- Muros de madeira: Os muros de madeira têm a função mais eficaz de delimitar e/ou preencher o terreno. Geralmente são acompanhados de outra forma de contenção na base, como enrocamento (ou blocos pré-moldados de concreto) ou mesmo de postes de madeira, o que compõem estruturas mistas (Figura 4e). Em crescimento em relação ao uso, os percentuais onde os muros são encontrados acompanham o de postes de madeira, pois em muitas vezes ambos ocorrem conjuntamente.

- Muros de concreto: Estes têm função tanto de delimitação do terreno quanto de estrutura de contenção (Figura 4f). Apresentam estrutura inteira, cobrindo todo o lote na porção defrontante ao mar. Não compreendem 10% dos lotes, mantendo estabilidade em relação a sua utilização no período analisado. Os muros de concreto estão cada vez mais em desuso no local, pois não vêm se demonstrando eficientes visto que, quando ocorre o processo erosivo, acabam tendo perda de sustentação na base e ficam suspensos, quando sua base colapsa. Mesmo os muros que apresentam maior fundação apresentam hoje outras formas de contenção mais adaptativas na base, como enrocamento e blocos pré-moldados de concreto.

- Enrocamento: Predomínio de rochas ígneas e metamórficas, com diferentes diâmetros. Geralmente num determinado lote o diâmetro é semelhante (Figura 4g). Os blocos graníticos são trazidos de outras cidades, como Capão do Leão, e até do Uruguai, tendo o custo da mina e do transporte, processo descrito em Koerner (2012). Esta forma de contenção passou de 30% para mais de 40% no período analisado. Em 2013 os lotes que apresentaram enrocamento superaram os que apresentaram dunas, sendo a forma predominante na orla urbanizada. Em muitos lotes, os enrocamentos vêm sendo substituído ou complementado pelos blocos pré-moldados de concreto.

- Blocos pré-moldados de concreto: Com a mesma utilidade do enrocamento, apresenta diâmetro mais homogêneo (Figura 4h), mas pode apresentar diferentes diâmetros e formas (paralelepípedos e tetrápodes). Podem ser fabricados em Santa Vitória do Palmar, inclusive junto à orla do balneário. Tiveram o maior crescimento no período, chegando a quase 20% dos lotes em 2013. Com fabricação local estes tendem a dominar a orla junto com os enrocamentos.

- Areia e concreto ensacado: Estes podem preencher bem uma determinada porção, quando preenchidos com areia, ou ter bom poder de contenção quando preenchido com concreto (Figura 4i). Em 2013 foi a forma de contenção menos utilizada, menos de 5%, mantendo estabilidade em relação ao seu uso durante o período analisado.



Figura 4 - Fotos das diferentes estruturas de contenção a erosão utilizadas no balneário do Hermenegildo: a) dunas frontais, b) resíduos da construção e demolição, c) pneumáticos, d) postes de madeira, e) muros de madeira, f) muros de concreto, g) enrocamento, h) blocos pré-moldados de concreto e i) areia e concreto ensacado.

4. DISCUSSÃO

A caracterização das estruturas de contenção mostrou a diminuição do número de lotes defrontantes ao mar que apresentavam dunas frontais, com substituição destas por materiais de diversos tipos utilizados para conter o avanço marinho e principalmente a utilização de mais de uma forma de contenção em cada lote.

O processo inicial da substituição das dunas por estruturas de contenção pode ser observado na Figura 5. No ano de 2009, nenhum dos lotes do extremo norte do balneário apresentava alguma forma de contenção de origem antrópica, tendo as dunas frontais apenas uma pequena escarpa na base, com grande parte da sua morfologia preservada e vegetada. Já em 2010, observa-se o processo de erosão das dunas frontais, resultando numa grande escarpa. Nos anos seguintes, a escarpa aumentou e migrou para o interior continental, expondo as casas que outrora ficavam no reverso das dunas frontais. Em 2013 cinco casas desse segmento já apresentavam alguma estrutura de contenção antrópica, como muros de concreto, resíduos da construção e demolição, pneumáticos e muros de madeira, caracterizadas como estruturas simples de contenção. Este processo ocorreu em anos anteriores com outras porções do

balneário, inclusive a porção central, que, hoje, é a parte mais reforçada do balneário (ESTEVEES et al., 2000; ESTEVEES e SANTOS, 2001).

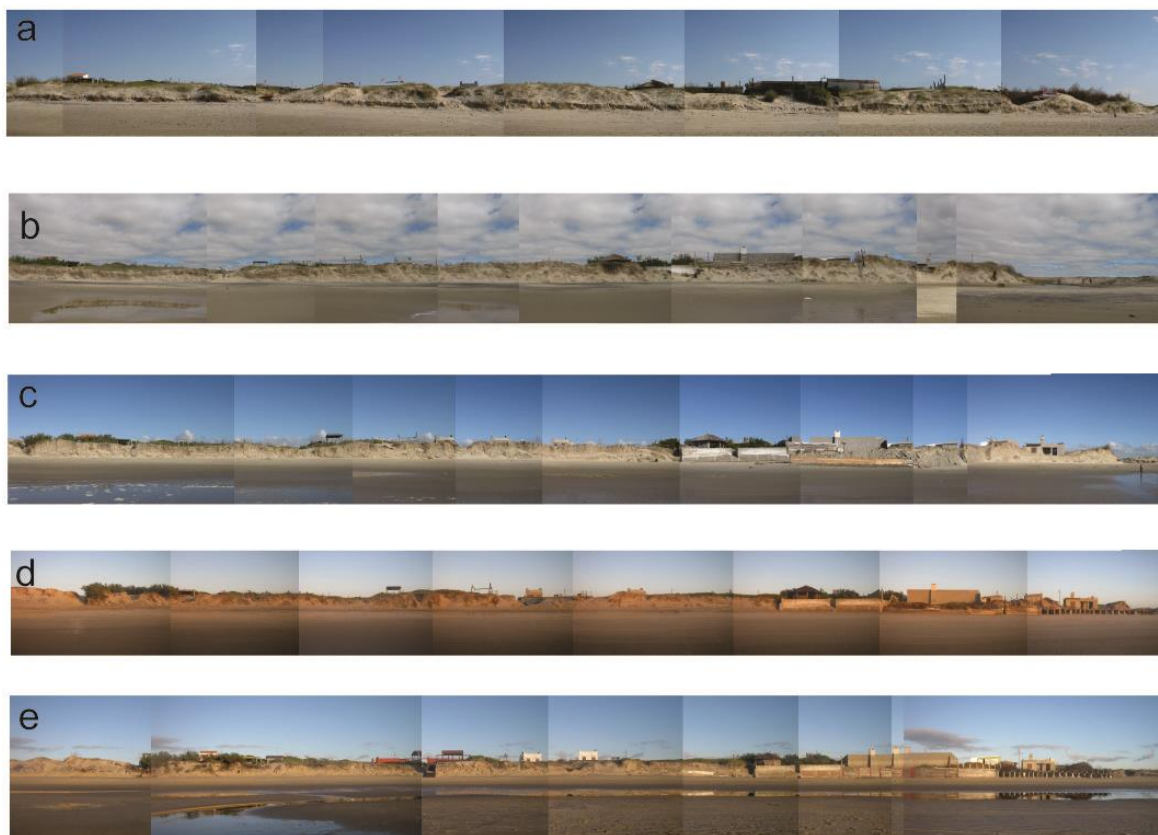


Figura 5 - Mosaicos de fotografias do extremo norte da orla do Balneário em (a) 28/8/2009, (b) 22/11/2010, (c) 5/12/2011, (d) 25/1/2013 e (e) 23/12/2013, obtidas a partir da linha de baixa mar, mostrando a erosão das dunas frontais e o surgimento de formas simples de contenção.

A evolução do processo erosivo fez com que os moradores passassem a substituir estruturas mais simples para formas mais complexas de proteção. Muros de concreto e madeira, que têm a maior serventia na delimitação do terreno do que na contenção à energia das ondas. As estruturas que vêm se mostrando mais eficientes são as que se adaptam a mobilidade praial, como blocos de rocha (enrocamento) ou concreto (blocos pré-moldados de concreto) (Figura 6). No entanto, há necessidade de manutenção periódica pois muitos blocos acabam afundando devido ao peso e o constante trabalho da água com o substrato arenoso. Com isto há, sobretudo no setor central do balneário, um reforço das estruturas de contenção mais adaptativa a variação morfológica praial, com relativa estabilização da linha de costa no local, preservando o patrimônio edificado, o que propicia inclusive a reforma de casas a beira mar, quando os moradores percebem que suas estruturas estão contendo o avanço do mar no local (Figura 6).

Em função disso, o balneário tem se tornado gradativamente mais saliente em relação à linha de costa adjacente, visto que as estruturas de contenção do tipo enrocamento e blocos pré-moldados de concreto evitam, parcialmente e localizadamente, o avanço marinho. Esta relativa estabilização da linha de costa, com supressão das dunas, acarreta numa saliência da linha de costa em planta com perda da faixa de praia (KOERNER et al., 2013).



Figura 6 - Mosaicos de fotografias de um trecho centro norte da orla do Balneário em (a) 28/8/2009, (b) 22/11/2010, (c) 5/12/2011 e (d) 23/12/2013, obtidas a partir da linha de baixa mar, mostrando a expansão da contenção com enrocamento e blocos pré-moldados de concreto.

5. CONCLUSÃO

A análise do comportamento das estruturas de contenção a erosão costeira realizada entre 1999 e 2013 no balneário do Hermenegildo evidenciou a dificuldade dos moradores em conter o avanço marinho sobre suas edificações. Observou-se ainda que dunas frontais e estruturas simples de contenção foram e são ineficazes no controle da erosão costeira no local. Com o aumento no número e complexidade das estruturas de contenção, sobretudo as que se adaptaram à variabilidade morfológica da praia, houve estabilização relativa do “front urbano”, que preservou as edificações, mas gerou diminuição da faixa de praia e a supressão das dunas frontais.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, M. G. *Análise espaço temporal das causas da variabilidade da linha de costa e erosão na praia do Hermenegildo, RS.* Tese de Doutorado em Geociências. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil, 2013.

ESTEVES, L. S.; PIVEL, M. A. G.; SILVA, A. R. P.; BARLETTA, R. C.; VRANJAC, M. P. OLIVEIRA, U. R. E VANZ, A. *Beachfront owners perception of erosion along an armored shoreline in southern Brazil.* Pesquisas em Geociências, Vol. 27, No. 2, pp. 97-109, 2000.

ESTEVES, L. S. E SANTOS, I. R. *Impacto econômico da erosão na praia do Hermenegildo (RS), Brasil.* Pesquisas em Geociências, Vol. 28, No. 2, pp. 393-404, 2001.

KOERNER, K. F. *Variação Espaço-temporal em médio e curto termo da orla do Balneário Hermenegildo, RS.* Trabalho de Graduação em Oceanologia. Universidade Federal de Rio Grande, Rio Grande, RS, Brasil, 2009.

KOERNER, K. F. *Alternativas de manejo para o problema da erosão costeira no balneário Hermenegildo, Rio Grande do Sul.* Dissertação de mestrado em Gerenciamento Costeiro. Universidade Federal de Rio Grande, Rio Grande, RS, Brasil, 2012.

KOERNER, K. F.; OLIVEIRA, U. R. E GONÇALVES, G. *Efeito de estruturas de contenção à erosão costeira sobre a linha de costa: Balneário Hermenegildo, Rio Grande do Sul, Brasil.* Revista da Gestão Costeira Integrada, Vol. 13, No. 4, pp. 457-471, 2013.

TEIXEIRA, P.S. *Subsídios para o gerenciamento costeiro por erosão da falésia no balneário Hermenegildo, RS, Brasil.* Dissertação de Mestrado em Oceanografia Química, Física e Geológica, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, RS, Brasil, 2007.