Anais do Congresso Brasileiro de Patologia das Construções - CBPAT 2018

Abril de 2018

ESTUDO DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL EM UMA ESTRUTURA GEOTÊXTIL TIPO BAGWALL NA PRAIA DE ICARAÍ-CAUCAIA

STUDY OF ENVIRONMENTAL AGGRESSIVENESS IN A GEOTEXTILE BAGWALL TYPE STRUCTURE IN ICARAÍ BEACH-CAUCAIA

N. V. A. MONTEIRO
Engenheira civil
Universidade Estadual Vale do Acaraú-UVA
Ceará; Brasil
nagilamav@gmail.com

F. E. S. DA SILVA JÚNIOR
Engenheiro civil
Universidade Estadual Vale do Acaraú-UVA
Ceará; Brasil
jrsuri@outlook.com

R. J. C. SILVA
Professor doutor
Universidade Estadual Vale do Acaraú-UVA
Ceará; Brasil
ricardo.carvalho222@gmail.com

D. PEREIRA DE PAULA
Professor doutor
Universidade Estadual do Ceará-UECE
Ceará; Brasil
davispp@gmail.com

RESUMO

Nos últimos anos, os sistemas ambientais (i.e., dunas, estuários e riachos) responsáveis pela manutenção da dinâmica sedimentar foram fortemente degradados e incorporados à malha urbana das cidades do litoral da região metropolitana de Fortaleza, o que amplificou os riscos de erosão, sendo o Icaraí, em Caucaia, uma das zonas afetadas pela erosão costeira. Em 2011, para defender as edificações e patrimônio local, além da recuperação e controle das dunas, uma estrutura geotêxtil rígida tipo bagwall foi construída. Nos últimos oito anos foram construídos quatro dissipadores de energia na região nordeste. No Icaraí, a estrutura veio a colapso após dois anos de uso, sendo necessária manutenção da estrutura. O presente trabalho tem como objetivo complementar as pesquisas já realizadas pelo projeto Resmar em trabalhos anteriores, onde questionou-se, por meio de bibliografia, as causas ambientais e de projeto da deterioração da estrutura. Analisou-se a variação do grau de agressividade provocada pelos íons cloreto na estrutura de concreto armado. Pôde-se concluir que a amostra analisada apresentou alto teor de cloreto, mostrando que o material sofreu forte agressividade do meio.

Palavras-chave: concreto, agressividade ambiental, bagwall, geotêxtil.

ABSTRACT

In recent years, the environmental systems (i.e., dunes, estuaries and streams) responsible for the maintenance of the sedimentary dynamics were heavily degraded and incorporated into the urban area of the coastal cities of the metropolitan region of Fortaleza, which amplified the risks of coastal erosion, being the Icaraí Beach, in Caucaia, one of the affected areas. In 2011, to protect the buildings and local heritage and to recover and control the dunes, a rigid geotextile bagwall structure was built. For the past eight years were built four energy sinks in the Northeast. In Icaraí, the structure came to collapse after two years of use, requiring maintenance of the structure. The present work aims to complement the research already carried out by the project Resmar in previous works, where was questioned, through the bibliography, environmental and project causes of the deterioration of the structure. The variation in the degree of aggression caused by chloride ion in reinforced concrete structure was analyzed. It could be concluded that the sample analyzed showed high chloride percentage, meaning that the material suffered strong aggressiveness.

Keywords: concrete, environmental aggression, bagwall, geotextile.

1. INTRODUÇÃO

O litoral da região metropolitana de Fortaleza no Ceará é bastante procurado pelos veranistas, esportistas e banhistas. Segundo Paula (2015), nas últimas duas décadas, também passou a ser bastante procurado por estrangeiros, especialmente italianos e portugueses, que passaram a adquirir antigas residências (principalmente de pescadores tradicionais) para convertê-las em equipamentos turísticos, como hotéis, pousadas, restaurantes e bares. O aumento desse fluxo de ocupação ao longo da frente marinha da região metropolitana de Fortaleza trouxe reflexos negativos do ponto de vista ambiental, pois um trecho considerável da linha de costa foi fixado por equipamentos urbanos e artificializado por meio de obras de engenharia costeira (i.e., espigões, enrocamentos, dissipadores de energia e outros).

Paula (2012), completa que durante os últimos dez anos do século XX, os sistemas ambientais (i.e., dunas, estuários e riachos) responsáveis pela manutenção da dinâmica sedimentar foram fortemente degradados e incorporados à malha urbana das cidades do litoral da região metropolitana de Fortaleza, o que amplificou os riscos costeiros, dentre eles, a erosão, sendo o Icaraí em Caucaia uma das zonas afetadas. Em 2011, para defender as edificações e o patrimônio local, além da recuperação e controle das dunas, optou se pela construção de uma estrutura geotêxtil rígida, tipo bagwall.

1.1 O uso de estruturas bagwall no Brasil

Na tentativa de minimizar o problema, o município de Caucaia optou pela implantação de uma estrutura rígida de proteção, denominada de bagwall, num trecho de 1,370 km paralelamente à linha da costa, que se assemelha a uma escadaria com formas geotêxteis preenchidas com concreto (Souza, 2011). Com a ocorrência de tempestades e marés de sizígias, a estrutura do bagwall se mostrou insuficiente para conter o processo erosivo, pois se observou um elevado grau de destruição das edificações e a própria obra de defesa costeira foi parcialmente desmontada. Em decorrência disto, os usuários da praia passaram a correr riscos maiores de acidentes em função do aumento e acúmulo de entulhos, pedras e resíduos sólidos na praia.

Segundo Monteiro et al. (2016), atualmente, um trecho de 1 km da Praia do Icaraí está tomado por blocos que ruíram da obra, tornando o aspecto paisagístico da praia desagradável e o banho perigoso aos usuários.

As obras de contenção que possuem formas geotêxtis são geralmente aplicadas em obras hidráulicas (canais de transposição de rios) e marinhas (portos). Segundo Ehrlich (2010), o geotêxtil tem como função principal a drenagem (conduz água ou outro fluido por sua estrutura) e a separação em obras geotécnicas (impede a mistura ou interação de materiais de diferentes granulometrias). É utilizado também como reforço (melhora as características mecânicas de estruturas, como muros e taludes), controle de erosão, proteção e impermeabilização (quando impregnado com material asfáltico). Além de ser um produto versátil porque, em princípio, podem ser utilizados em substituição aos sistemas convencionais de material granular (areia e brita) ou em associação a esses. Têm a vantagem de dispensar o uso de jazidas de materiais naturais muitas vezes inexistentes na região onde a obra é realizada (figura 1).

Figura 1 – Bagwall desconstruido na praia do Icaraí.



Fonte: Resmar, 2015.

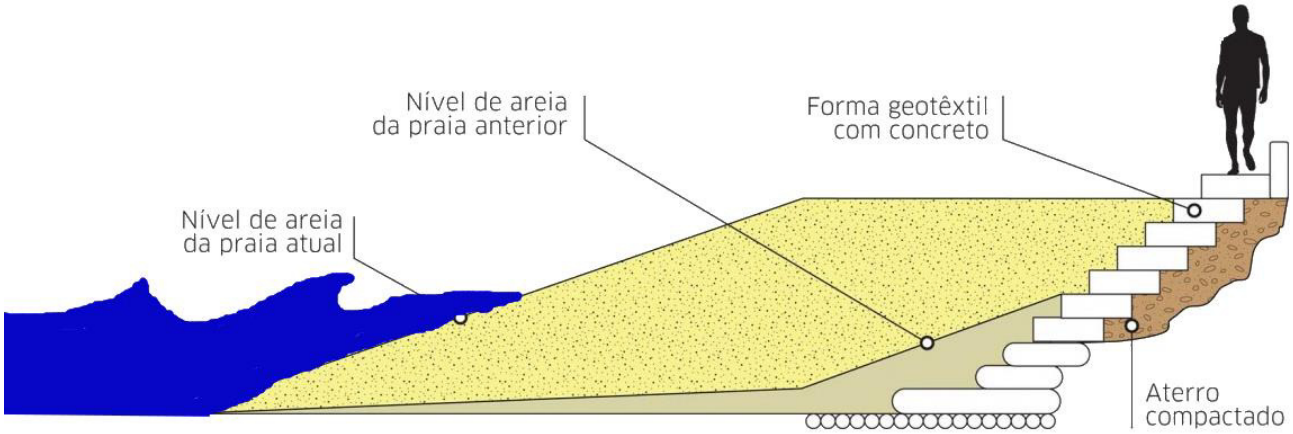
O bagwall é uma obra de engenharia aderente e longitudinal à linha de costa, rígida e articulada, que utiliza forma geotêxtil preenchida com concreto bombeado, contém o processo erosivo no local da erosão e, por dissipar a energia das ondas, não transfere o processo erosivo para áreas adjacentes (Souza e Souza Filho, 2017). A estrutura denominada bagwall do tipo barra mar funciona como um dissipador de energia das ondas no local da intervenção sem transferir o processo erosivo para áreas adjacentes, contendo o avanço do mar na medida em que estabiliza a linha de costa, promovendo a engorda natural da praia e garantindo o acesso da população à praia recreativa.

Os sacos de geotêxtil são utilizados para recobrimentos em locais que apresentam instabilidade local e erosiva. A erosão costeira é um processo natural causado por parâmetros múltiplos e associados (ondas, maré, estruturas rígidas, urbanização, mudanças climáticas e outros). O processo erosivo também pode potencializado por fatores como: o tipo de solo, a cobertura vegetal e a topografia. A erosão costeira e a falta de planejamento das estruturas de controle podem provocar um aumento da instabilidade local, afetando ou agravando situações de risco (Shin e Rao, 2010).

Sousa (2011) afirma que o ambiente litorâneo é complexo, extremamente dinâmico e de uma variação contínua no tempo e no espaço. Observando-se da praia para o mar, verifica-se o movimento caótico das ondas com suas alturas variando a cada avanço e recuo do mar, a intensidade do vento constantemente mudando e grandes quantidades de areias se deslocando ao longo da linha de costa; tudo muda nesse ambiente em fração de segundos. Por outro lado, observando-se do mar para a praia, verifica-se o mesmo ambiente caótico, sendo a costa a região todas as forças convergem, como se a costa fosse um atrator caótico. Dessa forma, as praias e as zonas costeiras são as regiões onde é sentida a ação energética do mar sobre os continentes. É a costa o obstáculo no qual as ondas dissipam toda a sua energia.

Lawson (2006) completa que a água corrente a velocidade ≥ 1,5 m/s e as ondas podem afetar o desempenho a longo prazo dos sacos de geotêxtil, causando liquefação e movimentação interna do preenchimento em areia, especialmente se os sacos de geotêxtil não forem preenchidos corretamente, ou se a pele de geotêxtil sofrer deformação significativa ou deslizamento (figura 2). Como a praia do Icaraí é bastante afetada pela erosão e sazonalmente sofre com as fortes ressacas do mar, houve um dimensionamento que subvalorizou as condicionantes naturais, levando a possíveis erros de projeto, além de erros na execução, já que os blocos de concreto estão falhados, fragmentados e, por vezes, esfarelados com o peso da própria estrutura.

Figura 2 – Esquema do Bagwall



Fonte: http://marcolyra.blogspot.com.br/2012/02/caucaia-icarai-recupera-litoral.html. Adaptado 2017.

1.2 Ataques de cloretos em estruturas de concreto

Sabe-se que vários são os parâmetros que interferem nos mecanismos de degradação das estruturas de concreto armado, como temperatura, nível do mar, umidade, regime de ventos e outros. Dentre os mecanismos de degradação, destaca-se a corrosão das armaduras por meio do agente agressor íon cloreto. As estruturas de concreto localizadas em zonas marinhas estão sujeitas a um ambiente que acaba facilitando o desenvolvimento da patologia supracitada, devido à grande quantidade de cloretos. Portanto, obras civis que estejam localizadas próximas ao mar estão mais propícias a sofrer corrosão em suas armaduras.

Portanto ressalta-se a extrema importância do desenvolvimento e aperfeiçoamento das metodologias e modelos existentes para a problemática apresentada, uma vez que o Brasil possui quantidade elevada de obras localizadas em regiões litorâneas, além do fato de o volume de recursos destinado à recuperação dessas estruturas ser bastante significativo.

2. METODOLOGIA

2.1 Classificação das zonas de agressividade marinha

Quando se trata de estruturas localizadas em ambientes marinhos, estabelecem-se, segundo alguns critérios, zonas de agressividade marinha. Swamy et al. (1994) descrevem as zonas a seguir:

- Zona submersa: consiste na região onde o concreto encontra-se abaixo do nível mínimo de água;
- Zona de flutuação de maré: o concreto encontra-se entre o nível mínimo e máximo de água, representando ciclos de molhagem e secagem, regidos pela variação diária das marés;
- Zona de respingo: zona onde o concreto é atingido diretamente pelos respingos da água;
- Zona de spray: também conhecida como zona de interface solo/respingo, trata-se da região onde o concreto sofre respingo da água do mar na presença de ventos fortes;
- Zona de atmosfera marinha ou zona de solo: o concreto sofre ação do aerossol marinho, porém a estrutura não é atingida diretamente por respingos de água.

2.2 Ensaio de cloretos

Quando um metal está imerso em uma solução que contém seus próprios íons, instala-se um potencial de eletrodo, cujo valor é dado pela equação de Nernst, apresentada na expressão 1, onde:
E representa o potencial elétrico;
E^{θ} é o potencial padrão do eletrodo do metal;
R é a constante dos gases (8,3144 J abs/Kmol);
T é a temperatura em Kelvin; F é a constante de Faraday (96.485,3 J abs/(V abs eq-g));
n representa o número de elétrons envolvidos.

$$E = E^{\ominus} + (\frac{RT}{nF})\ln(a_M n) \quad (1)$$

Segundo Mazer (2012), na equação de Nernst, o termo RT/nF envolve constantes conhecidas, e a uma temperatura de 25ºC, seu valor é de 0,0591V. O potencial elétrico de um metal pode ser medido pela combinação do eletrodo com um eletrodo de referência e pela determinação da força eletro-motriz (f.e.m.) da pilha que se forma. Desse modo, conhecendo-se o potencial do eletrodo de referência é possível determinar o potencial do eletrodo desejado. Em soluções diluídas, a atividade iônica medida será a mesma que a concentração iônica.

Para a determinação da concentração do íon cloreto em uma solução pode-se utilizar a potenciometria direta, que utiliza uma única medida do potencial do eletrodo para determinar a concentração, mesmo sem que o íon esteja diretamente envolvido na reação do eletrodo. Para este procedimento usa-se um eletrodo de segunda espécie, como o eletrodo de prata.

Segundo Capraro et al. (2015), o procedimento para o ensaio de cloretos consiste em:

- Separar 10g de amostra e transferir para uma proveta de 250 mL;
- Preencher a proveta com 75 mL de água destilada;
- Lentamente, adicionar 25 mL de ácido nítrico diluído e misturar com uma vareta de vidro;
- Adicionar 3 gotas do indicador alaranjado de metila;
- Cobrir a proveta com vidro e deixar a amostra descansar por 1 a 2 minutos;
- Caso a solução acima dos sólidos depositados não esteja cor-de-rosa, deve-se adicionar ácido nítrico gota por gota (misturando constantemente), até que seja obtida a coloração rosada ou avermelhada;
- Adicionar 10 gotas de ácido nítrico e mexer;
- Aquecer a proveta ainda coberta até ferver. Não permitir que a amostra ferva demais, deixar apenas alguns segundos;
- Passar a amostra por um papel filtro de 9 cm em um frasco de Buchner de 250 mL ou 500 mL usando sucção;
- Lavar a proveta e o papel filtro duas vezes com um pouco de água;
- Transferir a amostra do frasco para uma proveta de 250 mL (pode ser a mesma do início do ensaio) e lavar o frasco com água;
- Resfriar a amostra até que atinja a temperatura ambiente. O volume não deve exceder 175 mL;
- Para equipamentos com marcação de leitura, deve-se estabelecer um “ponto de equivalência”, imergindo os eletrodos em uma proveta com água e ajustando a leitura para cerca de 20 mV a menos que a metade da escala;
- Registrar a leitura aproximada do milivoltímetro;
- Limpar os eletrodos com papel absorvente;
- Pipetar 2,00 mL da solução padrão de 0,05 N NaCl na proveta de amostra;
- Colocar a proveta em um agitador magnético e adicionar uma barra de agitação revestida de flúor carbono;
- Mergulhar os eletrodos na solução, cuidando para que não colidam com a barra de agitação;
- Mexer delicadamente e, em seguida, colocar a ponta da bureta de 10 mL (cheia com solução padrão 0,05 N AgNO3 até o marco zero) dentro da solução da amostra ou acima dela;
- Registrar a quantidade padrão de solução 0,05 N AgNO3 necessária para que a marcação do milivoltímetro seja -60,0 mV do “ponto de equivalência” determinado anteriormente;
- Dar continuidade ao ensaio adicionando 0,20 mL e registrando a marcação da bureta e a leitura correspondente do milivoltímetro;
- À medida que há a aproximação do “ponto de equivalência”, as adições de nitrato de prata vão causar maiores alterações nas leituras do milivoltímetro. Quando o “ponto de equivalência” é ultrapassado, as alterações tendem a diminuir a cada adição. O ensaio deve prosseguir até que sejam feitas três leituras depois do registro do “ponto de equivalência”;
- Calcular o “ponto de equivalência” exato e subtrair o registro feito com água;

A equação 2 permite o cálculo da porcentagem de cloretos presente na amostra.

$$\mathrm{Cl\ (em\ \%)} = 3{,}545[(V1\text{-}V2)N]W \quad (2)$$

V1 = mL de solução de 0,05N de AgNO3 utilizado para a titulação da amostra (“ponto de equivalência”);
V2 = mL de solução de 0,05N de AgNO3 utilizado para titulação da água (“ponto de equivalência”);
N = normalidade exata da solução de 0,05 N AgNO3;
W = massa da amostra em gramas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O procedimento dos ensaios foi realizado no Laboratório de Ensaios Químicos do Nutec – Fundação Núcleo de Tecnologia industrial do Ceará. Foram seguidos os procedimentos citados no item 2.2. Foram analisadas cinco amostras coletadas na Praia do Icaraí (figura 3), com resultados apresentados na tabela 1.

Tabela 1 – Resultados do ensaio de concentração de cloretos.

Norma	Teor de Cl- (%)
1	23,75
2	23,70
3	23,57
4	23,72
5	23,74
Média	23,696

Fonte: autores, 2017.

Conforme Cascudo (1997), um ponto bastante polêmico em relação aos cloretos seria sua concentração crítica máxima, acima da qual ocorre despassivação da armadura. A quantidade de cloretos para despassivar o aço imerso no concreto não é um valor único, uma vez que depende de inúmeras variáveis, tais como a dosagem, o tipo de adensamento e a cura do concreto, a presença de aditivos no concreto, características ambientais (temperatura e umidade), o pH da solução dos poros, a proporção de cloretos solúveis, a quantidade de aluminato tricálcico (C3A) no cimento, a fonte dos cloretos e também das condições superficiais e metalúrgicas do aço atacado, de modo que no concreto, a quantidade de cloretos para despassivar o aço pode ser diferente da quantidade exigida nas argamassas.

Segundo Silva (2010), a relação Cl-/OH- é o parâmetro mais aceito para se predizer o início do processo de corrosão das armaduras, embora alguns autores afirmem que não se podem fazer afirmativas generalizadas acerca da influência dessa relação na evolução da corrosão. Como há certa dificuldade em medir proporções de OH- no concreto, também são utilizados outros parâmetros para expressar o risco da corrosão, como a quantidade de cloretos totais ou livres em relação à massa de cimento ou concreto, ou ainda em relação à água de amassamento, devido à grande vantagem e facilidade destes métodos, sendo que algumas normas já expressam seus valores limites em função destes parâmetros.

Ainda segundo Silva (2010), as normas de diversos países possuem os mais variados valores para o conteúdo de cloretos limite, expressados das mais variadas formas. Conforme Andrade (1992), um valor médio aceito, geralmente, para o teor de cloreto é de 0,40% em relação à massa de cimento ou 0,05% a 0,1% em relação à massa de concreto. A norma brasileira NBR 7211 (2009), por exemplo, limita o teor máximo de cloretos, em relação à massa de cimento, em 0,06% para concreto protendido, 0,15% para concreto armado exposto a cloreto na condição de serviço da estrutura e 0,40% para concreto armado em condições de exposição não severas (seco ou protegido da umidade nas condições de serviço da estrutura). A maioria das normas estrangeiras fixa teores de Cl- em relação à massa de cimento, conforme Tabela 2.

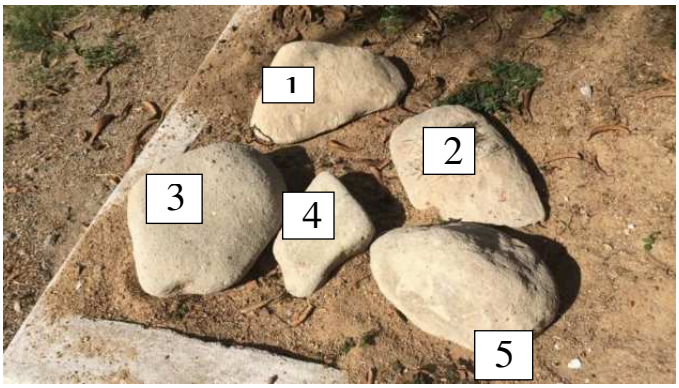
Tabela 2 – Conteúdo de cloretos limite proposto por diversas normas (% em relação à massa de cimento)

Norma	Teor de Cl- para concreto armado (%)
EH - 88 (espanhola)	0,40
BS – 8110/85 (inglesa	0,20 – 0,40
ACI 318/83 (americana)	0,15 – 1,00

Fonte: Silva, 2010.

Pode-se observar que, de acordo com a tabela 2, os resultados apresentados na tabela 1 estão muito além dos limites estipulados pelas mais diversas normas, indicando que houve ataque de cloretos na estrutura.

Figura 3 – Amostras coletadas para análise.



Fonte: Autores, 2018.

4. CONCLUSÕES

O sistema de bagwall é um dos sistemas mais simples de contenção costeira se comparado aos demais. Devido à sua simplicidade, alguns estudos podem ser ignorados durante o processo de sua elaboração e execução. O bagwall no Icaraí foi um dos primeiros a serem projetados, e muitos dados do processo foram ocultados pela secretaria de obras de Caucaia.

O ensaio de teor de cloretos indica primeiramente se há presença de cloretos na região e, com isso, ajuda a estimar uma possível região de corrosão da armadura. Dessa forma, com este ensaio, pode-se estimar a vida útil da estrutura caso não haja nenhuma intervenção. Quanto aos resultados obtidos nos ensaios, verificou-se que, das cinco amostras coletadas e analisadas, todas apresentaram teor de cloretos bastante elevado, indicando que o concreto foi atacado por agentes agressivos e ocorreu despassivação das armaduras, o que contribuiu fortemente para o colapso da estrutura. Contudo, não se pode dizer que esta foi a única causa da ruína, pois houveram também fatores de projeto, planejamento e outros fatores ambientais, sendo necessário também a realização de outros ensaios, como o teste de teor de sulfatos, o que certamente será feito em pesquisas futuras do grupo Resmar.

5. REFERÊNCIAS

ASSOCOAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) – NBR ISSO 10318 – **Geossintéticos termos e definições**. Rio de Janeiro, 2013.

ANDRADE, C. **Manual para diagnóstico de obras deterioradas por corrosão de armaduras**. São Paulo: Pini, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118:** Projeto de estruturas de concreto – procedimento. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7211:** Agregado em estado compactado seco – Determinação da massa unitária. Rio de Janeiro, 2009.

CAPRARO, A. P. B.; ROSA, C. M. da; TORRE, E. M. de la; MARINHO, G. P.; CAMARA, L. A.; LEME, L. B. P.; SANTOS FILHO, M. L. **ENSAIOS BÁSICOS PARA INSPEÇÕES ROTINEIRAS EM PONTES DE CONCRETO**. Foz do Iguaçu, 2015.

CASCUDO, O. **O controle da corrosão de armaduras em concreto – inspeção e técnicas eletroquímicas**. Co-edição, São Paulo: Ed. PINI, Goiânia: Ed. UFG, 1997.

LAWSON, C.R.; **Geotextile Containment For Hydraulic And Environmental Engineering. 8icg 8th International Geosynthetics Conference Proceedings. Millpress Science Publishers.** Japan, 2006.

MAZER, W. **INSPEÇÃO E ENSAIOS EM ESTRUTURAS DE CONCRETO**. Curitiba: UTFPR, 2012. 60 p. Apostila.

MEDEIROS JUNIOR, R. A. et. al. **ESTUDO DA VARIAÇÃO DA AGRESSIVIDADE PROVOCADA PELOS ÍONS CLORETOS EM ESTRUTURAS DE CONCRETO LOCALIZADAS EM AMBIENTE MARINHO**. Anais do XVI Encontro de Iniciação Científica e Pós-Graduação do ITA. São José dos Campos, São Paulo, 2010.

MONTEIRO, N. V. A., ARAÚJO, E. C., LINHARES, L. P., SILVA, R. J. C., PAULA, D. P. de. **ESTRUTURAS DE CONTEÇÃO À EROSÃO COSTEIRA: O USO DE DISSIPADORES DE ENERGIA DO TIPO BAGWALL.** Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC. Foz do Iguaçu, 2016.

PAULA, D. P. de ET AL. **Uso De Estrutura Rígida Do Tipo Bagwall Para Controle Da Erosão Costeira Na Praia Do Icaraí, Caucaia, Ceará, Brasil**. Fortaleza, 2013.

SILVA, L. S. N. **AVALIAÇÃO DE CONCRETOS ESTRUTURAIS PRODUZIDOS SEGUNDO AS PRESCRIÇÕES DA NBR 6118, QUANDO SUBMETIDOS A ENSAIO DE PENETRAÇÃO DE CLORETOS**. 2010. 67 p. Monografia (Engenharia Civil) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.

SHIN E. C., RAO G., Preparado Traduzido por MAIA C.A.P. K.; **Classificação dos Geossintéticos. International Geosynthetics Society (IGS).** Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: http://igsbrasil.org.br/os-geossinteticos. Acesso em: 24/06/2016.

SHIN E. C., RAO G., **Preparado Traduzido por Maia C.A.P. K.; Função Geotêxtil. International Geosynthetics Society (IGS).** Rio de Janeiro, 2000. Disponível em: http://igsbrasil.org.br/os-geossinteticos. Acesso em: 24/06/2016.

SHIN E. C., RAO G., Preparado Traduzido por MAIA C.A.P. K.; **Geossintéticos no Controle de Erosão. International Geosynthetics Society (IGS).** Rio de Janeiro, 2000. Disponível em: http://igsbrasil.org.br/os-geossinteticos. Acesso em: 24/06/2016.

SOUZA, C. R. DE G.; **A Erosão Costeira e os Desafios da Gestão Costeira no Brasil. Revista de Gestão Costeira Integrada**. n 9(1), p. 17-3. Pernambuco, 2009.

SOUZA, M. A. L. **Benefícios ambientais no controle de erosão costeira com uso do dissipador de energia Bagwall no litoral de Alagoas, NE Brasil**. Revista Gestão Costeira Integrada, 8(2). Pernambuco, 2008.

SOUZA, M. A. L. **Recuperação de Praias com o uso do Dissipador de Energia Bagwall no Litoral dos Estados de Alagoas e do Ceará, Brasil**. Revista Gestão Costeira Integrada, 11(4). Pernambuco, 2011.

SOUZA, M. A. L., SOUZA FILHO, M.A.L. **PROTEÇÃO COSTEIRA COM O USO DO DISSIPADOR DE ENERGIA BAGWALL NA PRAIA DE PAU AMARELO, PAULISTA, PERNAMBUCO, BRASIL**. Braspor. Pernambuco, 2017. Disponível em: http://www.redebraspor.org/livros/2017/Braspor%202017%20-%20Artigo%2019.pdf. Acesso em: 28/02/2018.