

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL

**A Problemática do Processo Erosivo da Falésia do Cabo Branco -
PB**

Joabson Santos Nóbrega Júnior

João Pessoa - PB

2016

Joabson Santos Nóbrega Júnior

**A Problemática do Processo Erosivo da Falésia do Cabo Branco –
PB**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado na Universidade Federal da Paraíba UFPB como requisito básico para a conclusão do Curso de Engenharia Civil.

Orientador: Prof.^o Fábio Lopes Soares, DSc.

João Pessoa - PB

2016

N754a Nóbrega Júnior, Joabson Santos

A Problemática do Processo Erosivo da Falésia do
Cabo Branco - PB./ Joabson Santos Nóbrega Júnior./ -
João Pessoa, 2016.

51f. il.:

Orientador: Prof.^o Fábio Lopes Soares, DSc.

Monografia ((Curso de Graduação em Engenharia de
Civil) CGEC./ Centro de Tecnologia / Campos I /
Universidade Federal da Paraíba

1. Erosão Marinha 2. Geossintéticos. 3. Contenção,
Falésia do Cabo Branco 4. Geotecnia. I.Título.

BS/CT/UFPB

CDU.2ªed. 677.4 (043)

Joabson Santos Nóbrega Júnior

**A Problemática do Processo Erosivo da Falésia do Cabo Branco –
PB**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal da Paraíba UFPB como requisito básico para a conclusão do Curso de Engenharia Civil.

Julgado em 15 de junho de 2016.

BANCA EXAMINADORA

Fábio Lopes Soares

Prof.º Dr. Fábio Lopes Soares

Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.

Aprovado

Situação

Aline Flávia Nunes Remigio Antunes

Prof.ª Dr. Aline Flávia Nunes Remigio Antunes

Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.

APROVADO

Situação

Clóvis Dias

Prof.º Dr. Clóvis Dias

Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.

APROVADO

Situação

Ana Claudia Fernandes Medeiros Braga

Prof.ª Dr. Ana Claudia Fernandes Medeiros Braga

Coordenadora do Curso de Graduação em Engenharia Civil da UFPB

Dedico este trabalho aos meus pais, e ao meu Tio Toinho (in memoriam) que contribuíram significativamente à minha educação, e a todos aqueles que participaram e participam, direta ou indiretamente, do meu crescimento.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus, por ser figura fundamental em minha vida, meu guia, minha rocha, e por me dar clareza em todos os caminhos que devo seguir.

Aos meus pais Ramberlita Moraes de Medeiros e Joabson Santos Nóbrega, que sempre me incentivaram a buscar cada vez mais o conhecimento, e ter um olhar humanizado em todos os momentos da vida, por todo carinho, amor e atenção oferecidos e, por ter fornecido uma base sólida financiando cada projeto e sonho que eu decidi embarcar.

A minha irmã Nyanne Medeiros Nóbrega pelos laços de sangue que nos une, mesmo tendo nossas desavenças mas sempre o amor superando tudo.

À Kali Duda, Zé Carlos, Cláudia Falcão, Julyérica Tavares, Luana Leal, por terem sido peças fundamentais nas primeiras experiências profissionais, pondo em prática os conhecimentos acadêmicos, em obra.

À Idisa Abrantes, por ser um anjo em minha vida, uma companheira de trabalho inigualável, e uma amiga para toda a vida.

Ao Eng.º Leonardo Costa, por sempre está disposto a passar seus conhecimentos e experiência profissional a fim do meu crescimento profissional. À Jamilly Batista e Thuanne Silva, pelo sorriso no rosto, característica indelével a vocês, e por descontrair o ambiente de trabalho.

A todos os professores do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da UFPB, em especial ao Prof.º Dr. Fábio Lopes Soares por ter contribuído intensamente ao meu crescimento e por ter exposto de forma grandiosa seus conhecimentos na área da geotecnia, especificamente na estabilização de taludes.

Aos amigos, Diogo Accioly, Anna Gabriela, Julianne Simões, Jéssica Freire, Erickson Fontes, Natália Pires, Bianca Azevedo, Bruno Victor, presentes que a universidade me deu.

Por último e não menos importante, à Flávia Maria, amiga e companheira fiel nos momentos tristes e alegres, e a todos os Anjos Iluminados que Deus nos concedeu.

“No que diz respeito ao empenho, ao compromisso, ao esforço, à dedicação, não existe meio termo. Ou você faz uma coisa bem feita ou não faz.”

Ayrton Senna.

RESUMO

O agravamento do efeito destrutivo causado por processos erosivos em zonas litorâneas dar-se principalmente por ações antrópicas, que intensificam a erosão marinha. Em sua grande parte as zonas costeiras são altamente adensadas, com grande número de edificações e pessoas, muitas vezes edificações de caráter histórico e turístico importante. A falésia do Cabo Branco, localizada na cidade de João Pessoa, na Paraíba é um exemplo da ação destruidora da erosão costeira. Neste trabalho, expõe-s a problemática em relação à falésia, como também analisar tecnicamente o projeto de contenção lançado pela Prefeitura Municipal de João Pessoa denominado por “Renaturalização da falésia do Cabo Branco”, além de propor soluções de alternativas de contenção de Taludes, muitas vezes usando materiais geossintéticos.

Palavras-chave: Erosão Marinha, Geossintéticos, Contenção, Falésia do Cabo Branco, Geotecnia.

ABSTRACT

The worsening of the destructive effect caused by erosion in coastal areas to mainly by human activities, which enhance the marine erosion. In his big part coastal areas are highly densely populated, with large number of buildings and people, often buildings of historical and tourist important character. The cliffs of Cabo Branco, located in the city of João Pessoa, Paraíba is an example of the destructive action of coastal erosion. In this work we sought to expose the whole issue about the cliffs, as well as analyze technically the containment project released by João Pessoa City Hall called "Renaturation of the Cliffs of Cabo Branco", in addition to proposing alternative solutions containing Slopes, often using geosynthetic materials.

Keywords: Marine erosion, Geosynthetics, Contention, Cabo Branco Cliff, Geotechnics.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Mapa de localização da Falésia do Cabo Branco.....	14
Figura 2: Extensão do litoral de João Pessoa.....	15
Figura 3: Mapa de Vulnerabilidade à Erosão Costeira de João Pessoa.....	17
Figura 4: Localização da Bacia Sedimentar da Paraíba.....	20
Figura 5: Estratificação das camadas.....	21
Figura 6: Dados Climáticos de João Pessoa.....	23
Figura 7: Climatologia da Precipitação Anual Acumulada (mm).....	23
Figura 8: Climatologia da Precipitação Mensal Acumulada (mm).....	24
Figura 9: Efeito <i>Splash</i>	26
Figura 10: Formação de erosão em sulcos.....	27
Figura 11: Ravinas no terreno.....	27
Figura 12: Voçoroca em Bauru (SP).....	28
Figura 13: Rocha que sofreu erosão eólica.....	28
Figura 14: Ação dos ventos em dunas.....	29
Figura 15: Exemplo de erosão glacial.....	29
Figura 16: Ação da força das ondas na base da falésia.....	31
Figura 17: Em vermelho traçado original da PB-008.....	33
Figura 18: Farol do Cabo Branco meados da década 80.....	34
Figura 19: Farol do Cabo Branco meados da década 90.....	34
Figura 20: Área 1 interditada no Farol do Cabo Branco.....	35
Figura 21: Fragmentos do muro na areia da praia.....	36
Figura 22: Ilustração das mudanças no tráfego.....	36
Figura 23: Área 2 interditada no Farol do Cabo Branco.....	37
Figura 24: Desobediência de transeuntes à área interditada.....	37
Figura 25: Detalhe da calçada desmoronando.....	38
Figura 26: Ação da erosão marinha na base do talude.....	38
Figura 27: Detalhe da degradação do pé do talude.....	39
Figura 28: Provável superfície de ruptura no talude.....	39
Figura 29: Localização dos pontos de medição.....	40
Figura 30: Desmoronamento de ciclofaixa acima da falésia.....	41
Figura 31: Detalhe da constituição das camadas do talude.....	43
Figura 32: Detalhamento da leira e da drenagem na crista do talude.....	44
Figura 33: Detalhe do gabião no pé do talude.....	44
Figura 34: Uso de geogrelhas e geomantas em taludes.....	45
Figura 35: Geotubo sobre faixa de areia na praia de Moledo, em Caminha, Portugal.....	46
Figura 36: Geotubos com função de quebra-mar em mar aberto.....	47
Figura 37: Quebra-mar de geotubo em Cancún, México.....	47
Figura 38: Contenção de talude na Rodovia Ayrton Senna (SP) com BOLSACRETO®.....	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Legislações e Planos que regulamentam o uso de áreas de encostas	32
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS

AESA – Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba

PMJP – Prefeitura Municipal de João Pessoa

SEPLAN-JP – Secretaria de Planejamento de João Pessoa

SEMOB-JP – Secretaria de Mobilidade Urbana de João Pessoa

SPT – *Standard Penetration Test* (Sondagem à percussão)

PP – Polipropileno

PEAD – Polietileno de Alta Densidade

PEBD – Polietileno de Baixa Densidade

PA – Poliamida

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. OBJETIVOS	19
2.1. <i>Geral</i>	19
2.2. <i>Específicos</i>	19
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	20
3.1. <i>Aspectos Geológicos e Geomorfológicos</i>	20
3.2. <i>Clima</i>	22
3.3. <i>Vegetação</i>	25
3.4. <i>Tipos de Erosão</i>	25
3.4.1. <i>Erosão Pluvial</i>	26
3.4.2. <i>Erosão Eólica</i>	28
3.4.3. <i>Erosão Glacial</i>	29
3.4.4. <i>Erosão Marinha</i>	30
3.5. <i>Legislação</i>	32
4. A SITUAÇÃO DA FALÉSIA	33
5. ANÁLISE DO PROJETO “RENATURALIZAÇÃO DA FALÉSIA DO CABO BRANCO” 42	
6. SOLUÇÕES ALTERNATIVAS	45
6.1. <i>Proposta de Soluções Utilizando Geossintéticos</i>	45
7. CONCLUSÃO	49
8. REFERÊNCIAS	50

1. INTRODUÇÃO

A zona costeira brasileira tem como aspectos distintivos a sua extensão, com mais de 7400 km, não observando as enseadas, baías, ilhas ou outras formações praias (MUEHE, 2003 apud CHAVES et al. 2007).

Nesta zona, encontram-se importantes cidades e capitais com um número expressivo da população brasileira, além de inúmeras atividades comerciais e de lazer que nela é desenvolvida.

Neste contexto, a linha de costa é uma das feições mais dinâmicas do planeta, podendo variar a sua forma de acordo com a interferência humana e a sua própria dinâmica natural extremamente ativa, a sua geologia mais a variação do nível relativo do mar, que determina o desenho da linha de costa, dependendo ainda da disponibilidade local do material de aporte sedimentar do ambiente praias (CHAVES et al. 2010).

Segundo Muehe (1991) apud Vasconcelos (2010) as variações na altura do nível do mar gerado pela ação humana destrutiva sobre o planeta constituem um dos mais eficientes mecanismos de modificação da linha de costa, somados à esse o derretimento das glaciações já provocaram, e ainda provocam migrações da linha de costa. A Figura 1 ilustra a localização da área em análise

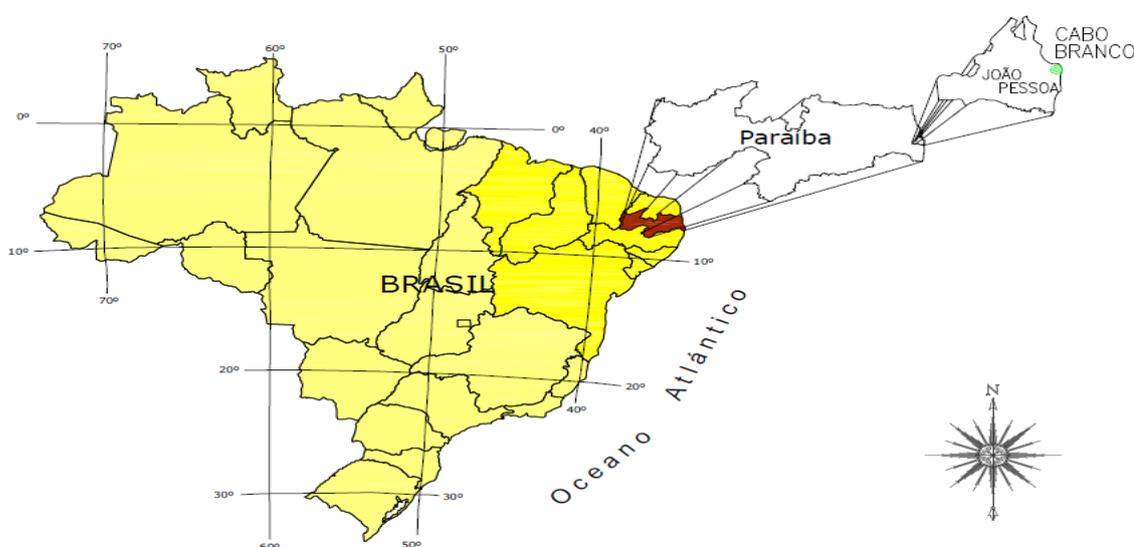


Figura 1: Mapa de localização da Falésia do Cabo Branco. Fonte: MATIAS (2008).

O Estado da Paraíba, localizado na porção oriental do Nordeste brasileiro, possui um litoral com aproximadamente 140 km de extensão, conforme dados do Ministério do Meio Ambiente. João Pessoa, a capital, nasceu a margem do rio Sanhauá, em 1585, cresceu lentamente para o litoral, e a partir da segunda metade do século XX teve o processo de ocupação deste ambiente intensificado.

O município de João Pessoa ocupa a parte centro-sul do litoral paraibano, com uma extensão que se aproxima de 25 km. É formado por uma sucessão de enseadas abertas e pontais arenosos, geralmente ao abrigo dos recifes de arenito, como também, falésias vivas e/ou mortas, com a divisa de seu litoral entre as praias do Bessa (ao Norte), no estuário do rio Jaguaribe; e na barra de Gramame (ao Sul), no estuário deste mesmo rio (destacado em azul na imagem abaixo), ilustrado na Figura 2.

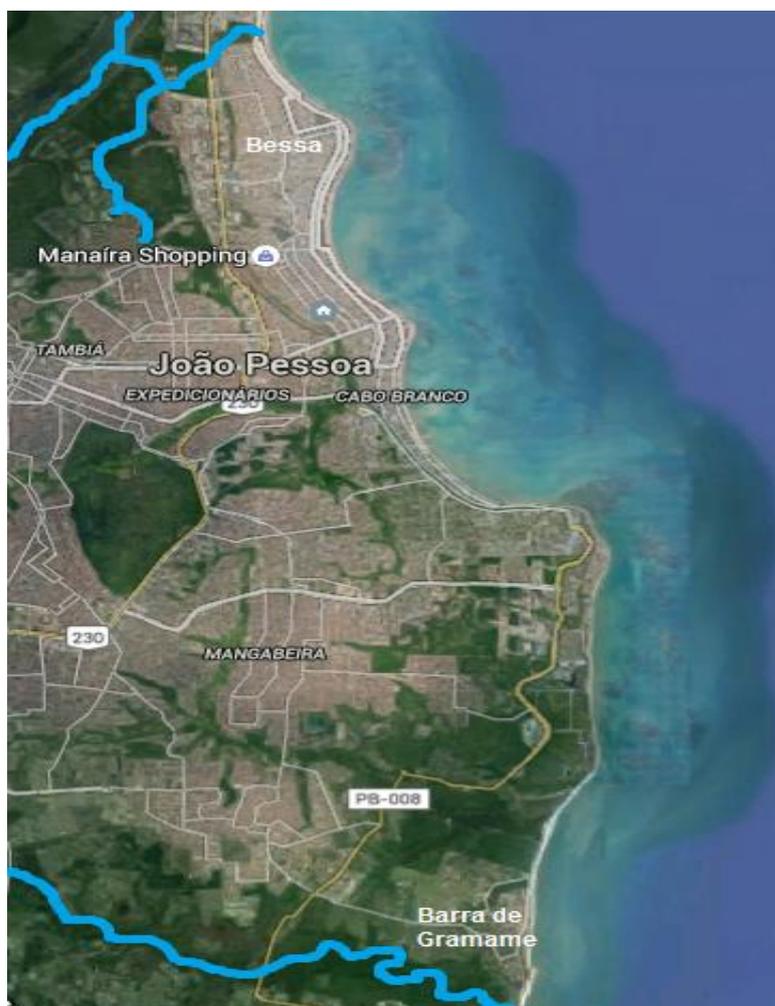


Figura 2: Extensão do litoral de João Pessoa.

Fonte: Google Maps.

Neste litoral são perceptíveis as diferenças morfodinâmicas, sendo ao Norte uma extensa faixa litorânea holocênica entre uma falésia morta, o rio Jaguaribe e o rio Paraíba e o Oceano Atlântico; e ao Sul com uma planície litorânea estreita, e extensas áreas de falésias vivas e mortas, com diferenças na morfologia, ora apresentando áreas de deposição, ora apresentando áreas de erosão na linha de costa em ambos os sentidos geográficos.

A erosão dos solos é um fenômeno natural. Todas as paisagens que possuam algum tipo de declividade, geralmente superior a 3 graus, podem sofrer erosão. De acordo com Wild (1993), a pressão exercida pelas atividades humanas sobre os solos é uma das principais causas da erosão. Dentre as principais causas de erosão estão o desmatamento, falta de planejamento urbano com ocupação indevida, a agricultura e pecuária, construções de rodovias sem cuidados específicos e mineração.

As regiões de clima tropical, onde João Pessoa está situada, estão sujeitas a grandes volumes de precipitações, intensificando assim o processo de infiltração da água no solo e conseqüentemente o aumento da degradação das estruturas do mesmo.

No que diz respeito à erosão em encostas esse processo basicamente é regido por fatores naturais e antrópicos, sendo eles: erosividade da chuva; erodibilidade dos solos; natureza da cobertura vegetal; características das encostas; e tipos de uso e ocupação do solo.

Apesar de a ocorrência da erosão costeira não estar associada apenas a uma elevação do nível do mar, ela representa uma força que desencadeia um ajustamento morfodinâmico, cujo resultado é, na maioria das vezes, um recuo da linha de costa (GUERRA e JORGE, 2013, p.160).

Outro ponto importante, a ser aprofundado posteriormente, é a diferença entre dinâmica praial e erosão costeira, tendo que existir um estudo de um breve histórico sobre balanço hídrico, balanço sedimentar e variabilidade climática da área em análise, a fim de se ter uma conclusão sobre qual processo a encosta está exposta de fato.

Os efeitos do aquecimento global sobre processos costeiros resultam não apenas numa elevação do nível do mar, mas, também, na alteração do balanço

hídrico e na intensificação e frequência de eventos extremos, como ressacas, ventos fortes e precipitações (GUERRA e JORGE, 2013, p.173).

A existência de eventos extremos pode provocar erosão sem que haja, necessariamente, uma tendência a esse processo.

Segundo Moreira Reis et al. (2008), a Ponta do Cabo Branco e Ponta do Seixas apresentam um alto grau de vulnerabilidade à erosão costeira, conclusão feita a partir de estudo que usou as metodologias propostas por Dal Cin & Simeoni (1994); Coelho (2006) e Marcomini & López (2007) modificado, para definição do grau de vulnerabilidade que é determinado em função dos seguintes parâmetros: a) do ambiente praiado (presença ou ausência de pós-praia); b) das variações horizontais (determinada pela análise do recuo da linha de costa em médio prazo); c) das variações verticais a partir, da análise das variações no volume sedimentar dos perfis praiados; d) do desenvolvimento urbano e obras de contenção; e e) das demais características da costa, como por exemplo, a estabilidade das falésias.. A falésia do Cabo Branco abriga a Ponta do Seixas, conhecida como ponto mais oriental das Américas.

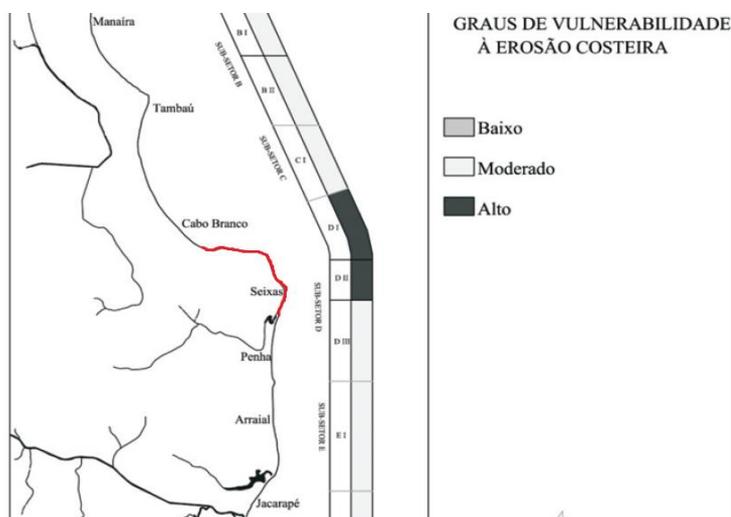


Figura 3: Mapa de Vulnerabilidade à Erosão Costeira de João Pessoa.

Fonte: Modificado, MOREIRA REIS et al.(2008).

No esforço para controlar esse fenômeno o poder público e, na grande maioria dos casos, a própria população atingida têm adotado medidas emergenciais

duvidosas, que na maioria das vezes contribuem para aumentar a desorganização e instabilidade desses ambientes (CHAVES et al. 2010).

Estudos realizados sobre a área da falésia mostram que, por ano, a barreira do Cabo Branco vem recuando em um intervalo que varia 0,46 a 1,92 m, por conta dos efeitos naturais da erosão provocada pela força das ondas e pela infiltração da água das chuvas.

Em 2009 a Secretaria de Meio Ambiente, juntamente com pesquisadores das Universidades Federais da Paraíba e Pernambuco fizeram um estudo sobre toda a área, apontando como principais pontos críticos a falésia do Cabo Branco, a Praça de Iemanjá e a Praia dos Seixas.

A projeção feita por esses estudiosos afirma que, em cerca de 20 anos, a Paraíba poderá perder o título de ponto mais oriental das Américas por conta da destruição causada pela erosão na Barreira do Cabo Branco, onde estão localizados o Farol e a Ponta do Seixas, caso nenhuma medida de contenção seja tomada para tentar desacelerar esse processo natural.

Além de todo o potencial turístico que a falésia gera e, poderá gerar cada vez mais, para a cidade e o Estado, tem-se que preocupar-se com a questão da proteção da biodiversidade existente naquela região, como também se deve avaliar todo o valor histórico que as edificações possuem, sendo assim é de fundamental importância que haja estudos sobre a falésia para que em curto e médio prazo tome-se medidas concretas para sua reestruturação e proteção.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Estudar os efeitos da erosão marítima sobre a área da barreira do Cabo Branco, a fim de entender como se propaga o efeito erosivo sobre a falésia, para que sejam propostas soluções viáveis que poderão controlar e/ou mitigar os danos.

2.2. Específicos

Analisar o projeto de “renaturalização da falésia do Cabo Branco” proposto pela Prefeitura Municipal de João Pessoa, e apresentar outras técnicas de recuperação e contenção em áreas de encostas.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Aspectos Geológicos e Geomorfológicos

Toda a Faixa Costeira do Estado da Paraíba está inserida na Bacia Sedimentar Costeira Paraíba (LIMA FILHO, 1998, apud MOREIRA REIS et al. 2008).

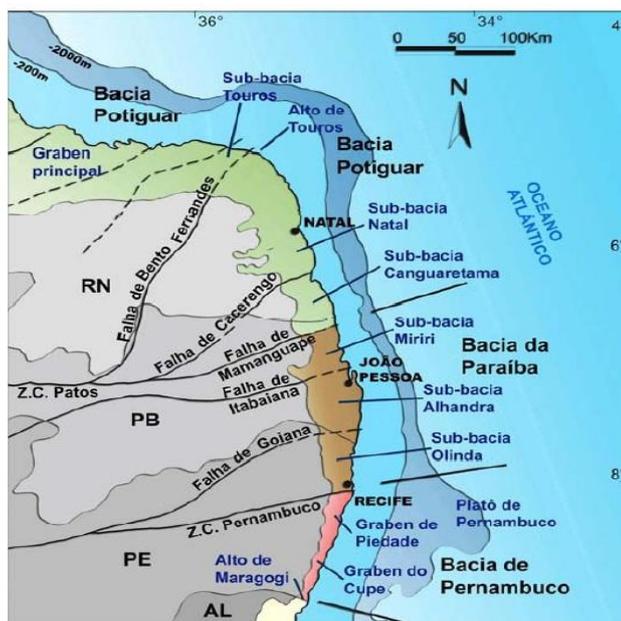


Figura 4: Localização da Bacia Sedimentar da Paraíba

Fonte: SANTOS et al. (2012).

As rochas do grupo Paraíba que constituem a sequência da bacia sedimentar costeira Paraíba, são formadas por quatro unidades litoestratigráficas: a formação Beberibe, a formação Gramame, a formação Maria Farinha e a formação Barreiras.

A unidade litoestratigráfica basal da Bacia Sedimentar Pernambuco-Paraíba é denominada de Formação Beberibe. Essa unidade é representada por um espesso pacote de arenitos com granulação variável e com espessuras médias de 230 a 280 m, e máxima de 360 m (LEAL e SÁ, 1998 apud MAX FURRIER et al., 2006).

Os sedimentos da Formação Barreiras provêm basicamente dos produtos resultantes da ação do intemperismo sobre o embasamento cristalino, localizado mais para o interior do continente. No Estado da Paraíba, este embasamento é composto pelas rochas cristalinas do Planalto da Borborema. Gopinath, Costa e

Júnior (1993) em análises sedimentológicas realizadas na Formação Barreiras, no Estado da Paraíba, constataram que as fontes dos sedimentos seriam granitos, gnaisses e xistos, que são litologias predominantes no Planalto da Borborema (MAX FURRIER, 2006).

O litoral paraibano possui predominantemente falésias compostas por sedimentos areno-argilosos de coloração avermelhada da Formação Barreiras. Esse tipo de Formação estende-se do litoral do Rio de Janeiro até o Estado do Amapá, recobrendo depósitos sedimentares mesozóicos de diversas bacias costeiras. Segundo estudiosos, a idade atribuída a este tipo de formação varia do Mioceno até o Plioceno-Pleistoceno, segundo artigos da Revista do Instituto de Geociências - USP.

Durante muito tempo, a Formação Barreiras era considerada de origem essencialmente continental. Entretanto, mais recentemente, os trabalhos têm mostrado a influência de oscilações eustáticas na sua origem e deposição até em ambientes transicional e marinho raso (Geologia USP, 2006).

Barbosa et al. (2005) diz que a composição da Formação Barreiras na Paraíba apresenta basicamente duas camadas, uma superior com espessura entre 20 a 60 m, constituída em geral de areia argilosa, siltosa ou siltoargilosa de cor avermelhada, e camada inferior com alturas variando de 4 a 6 m composta por areia siltosa de várias colorações.



Figura 5: Estratificação das camadas.

Fonte: Autor.

Em todo o litoral do Estado esse tipo de formação apresenta espessura bastante variável, podendo atingir valores máximos entre 70 a 80 m, já na direção leste-oeste têm dimensões entre 30 a 50 km. O ângulo de inclinação das falésias varia de 40 a 90 graus.

As morfologias que se destacam são os Baixos Planaltos Costeiros e a Baixada Litorânea.

Os Baixos Planaltos Costeiros ou Tabuleiros Costeiros são sustentados pelos sedimentos da Formação Barreiras e, no geral, apresentam-se com superfícies aplainadas, suavemente inclinadas para o mar. A Baixada Litorânea corresponde aos terrenos planos de baixa altitude formada por sedimentos depositados no Neógeno. Apresentam formas variadas que resultam da acumulação de sedimentos marinhos e continentais (MOREIRA REIS et al. 2008).

Os tabuleiros litorâneos possuem variações de altitude muito elevada em toda a sua extensão pelo litoral paraibano, o que levou alguns estudiosos a concluir que esse comportamento morfológico evidencia a existência de setores de relevo soerguidos ou rebaixados, em função da tectônica regional.

3.2. *Clima*

O clima é de extrema importância para o entendimento do quadro natural, podendo ser, em alguns casos, determinante na caracterização de uma paisagem. Ele atua diretamente na modelagem dos relevos, na formação dos solos e na vegetação predominante de uma região (VASCONCELOS, 2010).

O clima do litoral paraibano é o tropical quente-úmido com período de chuvas do outono ao inverno, a pluviosidade média anual é de 1888 mm conforme dados da AESA, com temperaturas médias por volta dos 25,2 °C. A Figura 6 mostra um histograma da quantidade de chuvas a cada mês.

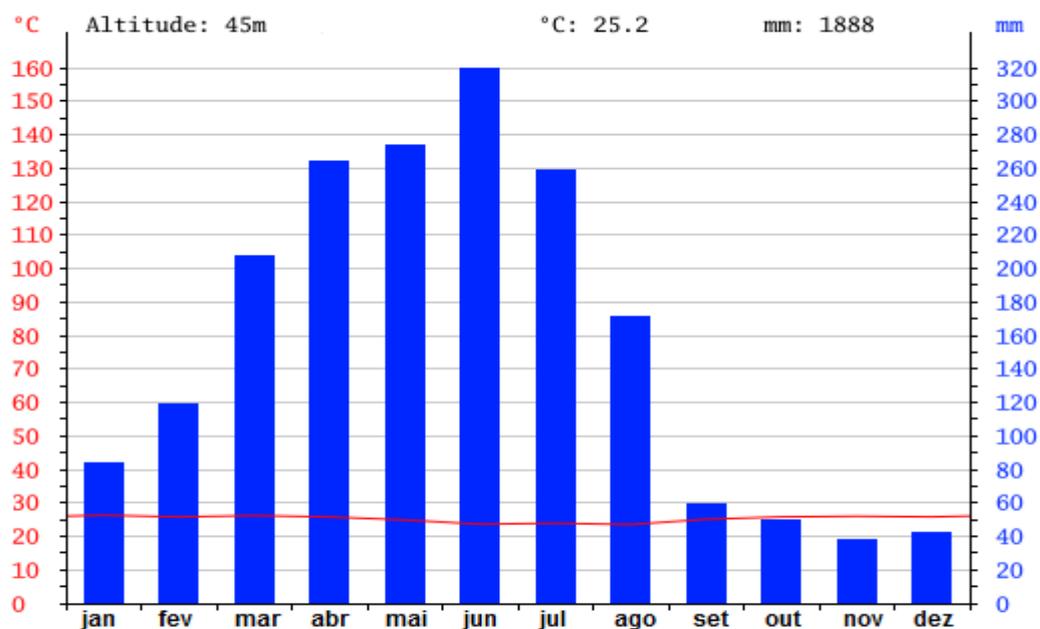


Figura 6: Dados Climáticos de João Pessoa.

Fonte: Modificado, CLIMATE-DATA.ORG (2016).

Segundo a AESA-PB¹ os meses de maiores precipitações são de fevereiro a julho, com o maior volume concentrando-se entre abril e julho, concentrando um volume expressivo na faixa litorânea, conforme mostra as figuras abaixo.

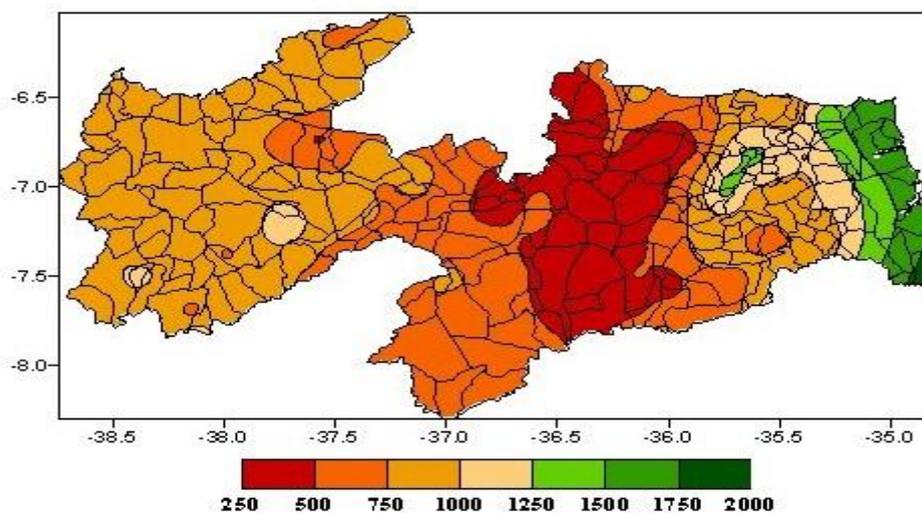
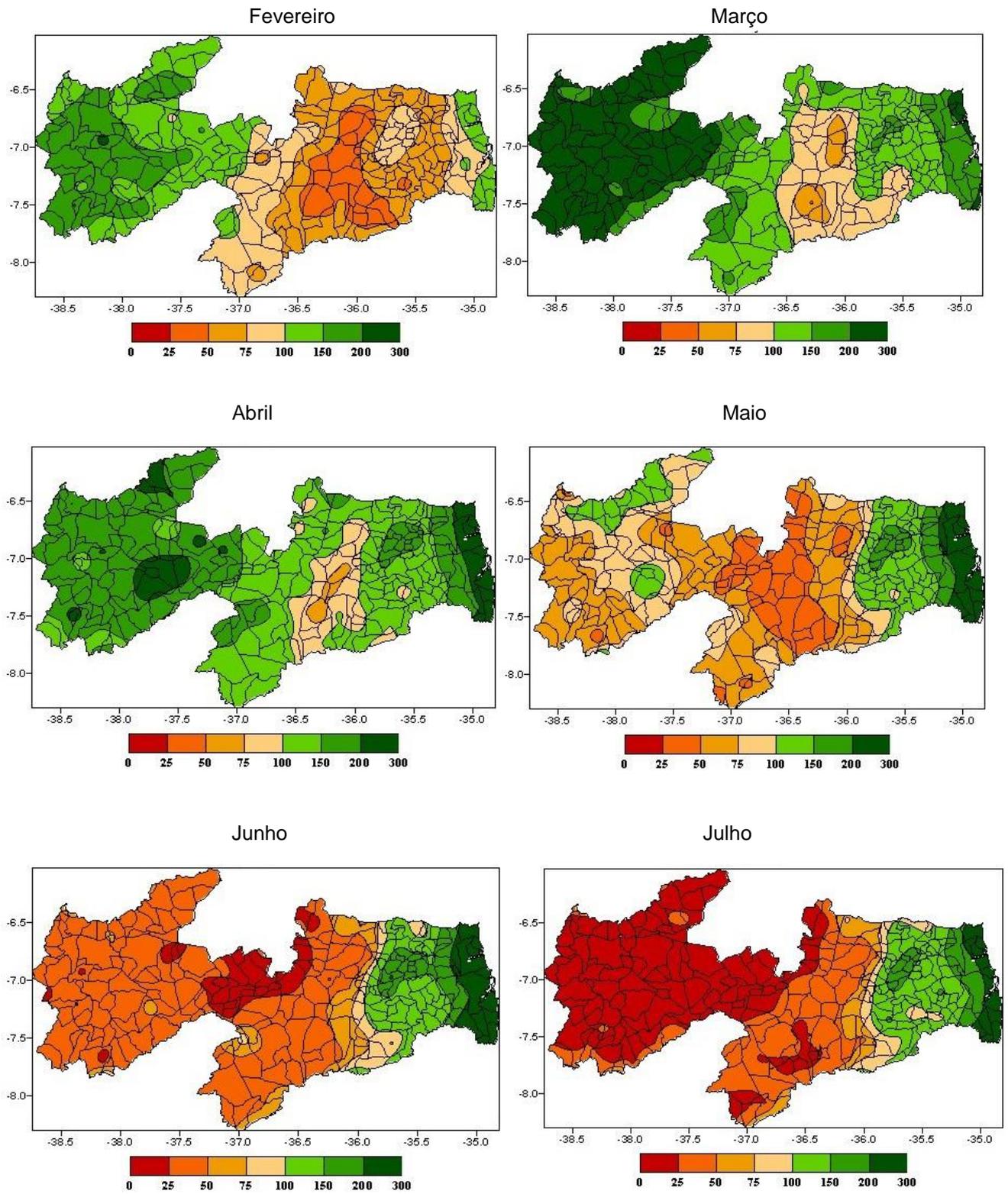


Figura 7: Climatologia da Precipitação Anual Acumulada (mm).

Fonte: AESA (2016).

¹ AESA: Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba

Figura 8: Climatologia da Precipitação Mensal Acumulada (mm).



Fonte: AESA (2016).

Em relação aos ventos predominantes no litoral paraibano, ocorrem os alísios de sudeste (SE), que sopram dos trópicos para o equador e a sua inclinação é dada pelo movimento de rotação existente em nosso planeta (NAKATA; COELHO, 1978). Dependendo do mês, esses ventos são tidos como fracos ou moderados, segundo a escala de Beaufort (NEVES, 2003). Com velocidades variando entre 2 a 4 m/s, sendo os meses de julho, agosto e setembro os que apresentam as maiores velocidades, variando de forma progressiva até o fim do inverno em meados do mês de setembro. A umidade relativa do ar média anual é de 80%. Entre os meses de maio a julho, o índice atinge o máximo, 87%, correspondendo ao período chuvoso. No período mais seco, é reduzido para 68%.

3.3. *Vegetação*

A vegetação possui grande relevância para desenvolvimento das formas e estruturas dos solos, pois modifica a ação dos agentes exógenos, alterando, no caso da chuva, o impacto das gotículas sobre o solo, servindo, assim, de camada protetora contra a erosão pluvial. A classificação da vegetação no litoral da Paraíba obedecerá basicamente aos limites das unidades morfológicas, ou seja, à planície costeira (restinga, praias, dunas, estuários e lagunas) e aos baixos planaltos costeiros.

Hoje, a vegetação que ainda se encontra presente nos tabuleiros é bastante espaça devido à implantação de loteamentos, com vegetação arbórea e arboreo-arbustiva, gramíneas, além dos vestígios de mata atlântica, nos vales instalados entre os tabuleiros (CARVALHO et al., 2000).

3.4. *Tipos de Erosão*

A erosão, como sabemos, consiste no processo de desgaste, transporte e sedimentação das rochas e, principalmente, dos solos, em primeira ordem podem ser divididas em geológicas e aceleradas, sendo a aquela um processo lento, gradual e natural, e a outra causada principalmente pela ação antrópica resultando

numa rápida danificação do solo. Em segunda ordem existem vários tipos e formas de se classificar e dividir as erosões, variando conforme a sua velocidade, esfera de influência, agente causador ou a sua localidade geográfica.

3.4.1. Erosão Pluvial

É aquela causada pela ação das águas das chuvas, danificando a estrutura superficial dos solos, em terrenos que apresentam pouca ou nenhuma proteção da vegetação seus danos podem se intensificar. Pode ser subdividida em erosão efeito *splash*, fenômeno no qual a força do impacto da partícula de chuva que cai sobre o solo gera naquele local uma desagregação da estrutura do mesmo, ilustrado na imagem abaixo.



Figura 9: Efeito *Splash*.

Fonte: IESA - UFG (2013).

Tem-se também a erosão laminar, aquela em que a água da chuva escoar sobre a superfície do solo, lixiviando o mesmo, ou seja, limpando sua cobertura superficial e conseqüentemente desgastando-o. A erosão em sulcos ocorre quando o escoamento da água sobre os solos intensifica o seu desgaste a ponto de formar pequenas “linhas” ou cortes no terreno com profundidades e largura de até 0,50 m. Geralmente, esse é o princípio para a formação de erosões mais graves em áreas de declividade.



Figura 10: Formação de erosão em sulcos.

Fonte: Google Imagens (2016).

Quando os sulcos atingem profundidades maiores que 0,50 m passam a ser classificados como ravinas, com traçados bem definidos e escoamento pluvial concentrado. A Figura 11 demonstra esse processo.



Figura 11: Ravinas no terreno.

Fonte: Google Imagens (2016).

Outra subdivisão da erosão pluvial é a voçoroca ou boçoroca, resultante da combinação de vários tipos de erosão, formando grandes crateras que atingem o lençol freático, atingindo grandes dimensões e gerando vários impactos ambientais e sociais.



Figura 12: Voçoroca em Bauru (SP).

Fonte: Google Imagens (2016).

3.4.2. Erosão Eólica

É um tipo de erosão causada pela ação dos ventos que vão lentamente esculpindo as rochas e transportando as partículas dos solos. A força dos ventos podem carregar sedimentos, que em contato com superfícies como rochas e solos, pode os desgastar. Ou seja, os sedimentos em contato com as rochas e/ou solos vão se comportar como verdadeiras lixas naturais. Os ventos fortes podem ainda remover os horizontes superficiais do solo, deixando muitos buracos no solo tornando-o cada vez mais frágeis. Podem ser vistas nos desertos na forma de dunas, em montanhas retangulares em zonas relativamente secas, e em áreas litorâneas, principalmente no litoral brasileiro.

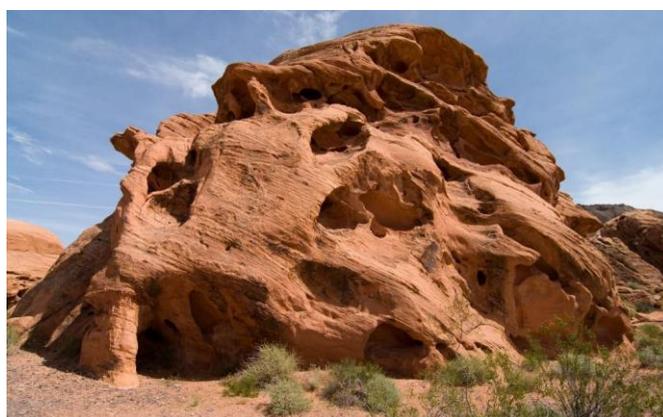


Figura 13: Rocha que sofreu erosão eólica.

Fonte: Google Imagens (2016).



Figura 14: Ação dos ventos em dunas.

Fonte: Portal São Francisco (2016).

3.4.3. Erosão Glacial

Exclusiva das regiões de clima frio e temperado é o tipo de erosão causado pela ação do gelo, tanto da neve quanto das geleiras. Geralmente ocorre porque as variações de temperatura congelam e descongelam a água, que se dilata e se comprime, afetando as rochas e os solos. Apresentam ainda características de revolvimento realizado por ação do gelo e degelo no próprio local e seu relevo possui superfícies rugosas. Outras formas de movimentação do gelo, como as avalanches, e desprendimento de grandes blocos de gelo das calotas, que contribuem para o aumento do nível dos mares, também atuam nesse processo.



Figura 15: Exemplo de erosão glacial.

Fonte: Brasil Escola (2016).

3.4.4. Erosão Marinha

Toda zona litorânea está suscetível à erosão marinha, esse fenômeno é natural e resulta em um longo processo de atrito da água do mar com as rochas que transformam os relevos em planícies. Essas rochas acabam se desgastando em grãos que são levados pelas ondas.

Conforme afirma Castro (2007), a erosão marinha é resultado do movimento das águas oceânicas que atuam sobre as bordas litorâneas, modelando o relevo de forma destrutiva. O movimento das águas molda o relevo, gerando acumulação de partículas marinha, dando origem a praias, restingas, recifes e tómbulos.

Esse tipo de erosão é consequente da ação de um fator presente na termodinâmica, em que existe a convecção (movimento de moléculas em fluidos) dos ventos, responsáveis pelo surgimento das ondas, correntes e marés.

Magalhães (1973) apud Sousa (2013), explica a erosão marinha como sendo fruto da ação destrutiva das águas do mar sobre o litoral. Ela acontece por intermédio dos movimentos da maré, graças aos fragmentos de rochas que elas transportam.

O resultado dessa erosão é a variação na largura da faixa de areia da praia e a diminuição de paredões rochosos na região litorânea.

Leinz e Amaral (2003) dizem que os efeitos do desgaste mecânico se concentram particularmente nas regiões da costa marítima, onde as formas tornam-se íngremes e passam a ser denominadas de falésia. As falésias são os exemplos mais completos dessa atividade na costa, por isso, possuem forma abrupta como um paredão.

Neste tipo de erosão o efeito mecânico da força das ondas é capaz de quebrar, lascar e transportar pedaços do solo para outros lugares e também trazê-los de volta. Quando a força da água diminui esses resíduos começam a ser depositados.

O efeito erosivo nas praias é muito pequeno, se comparado com os efeitos provocados nas falésias. As falésias são submetidas a impactos bruscos, em grandes quantidades e repetições, onde a energia das ondas transforma-se em trabalho erosivo, provocando escavação nas suas bases.



Figura 16: Ação da força das ondas na base da falésia.

Fonte: Autor.

As águas das ondas, carregadas de areia, penetram nas fendas dos paredões e aos poucos vão se ampliando e se tornando mais fundas e maiores até não suportarem o peso das suas partes superiores, vindo abaixo num movimento de queda. Nas ocasiões de maré alta, denominadas ressacas, esses blocos são carregados para grandes distâncias. Na praia, devido à suavidade da inclinação, as ondas são quebradas e, com a energia cinética dissipada, elas vão se perdendo brandamente nas areias (SOUSA, 2013).

Ainda conforme Castro (2007), de modo análogo ao que acontece aos rios, o mar atua em conformidade com alguns mecanismos oriundos da ação: hídrica, funcionando como grandes martelos hidráulicos sobre o relevo litorâneo, provocando a desagregação de partículas formadoras das rochas.

A ação das ondas diretamente sobre as falésias vivas forma incisões em sua base, devido à retirada de sedimentos pela água do mar. O solapamento da base pelo impacto das ondas ocasiona instabilidade do talude e desencadeia movimentos de massa, que contribuem para o recuo da falésia. A tendência natural da ação desses agentes modeladores é de tornar o relevo cada vez mais plano (SOUSA, 2013).

3.5. Legislação

Na Tabela 1 abaixo se encontram as principais leis e planos que regulamentam o uso dos solos em regiões da zona costeira brasileira.

Tabela 1: Legislações e Planos que regulamentam o uso de áreas de encostas.

Âmbito Federal	
1988-Lei Nº 7.661	Instituiu o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC). Tem como finalidade primordial, o estabelecimento de normas gerais para a gestão ambiental da Zona Costeira, lançando bases para a formulação de políticas, planos e programas estaduais e municipais.
1997	Elaboração do PNGC II.
1997	Elaboração do Plano de Ação Federal para a Zona Costeira – PAF. PAF é o referencial de atuação da União na zona costeira, sintetizando as concepções e responsabilidades federais para o seu planejamento e a sua gestão.
2004	Publicação do Decreto 5.300 que regulamentou a lei 7.661/1988
Âmbito Estadual	
Lei 7.507/2003	Instituiu o Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro do Estado da Paraíba. No seu art. 7, inciso III são contemplados diversos instrumentos dentre eles a avaliação de impacto ambiental.
DECRETO 12.254/87	Cria-se a Comissão Estadual de Gerenciamento Costeiro da Paraíba (COMEG).
DECRETO 12.965/89	Aprova o Regimento Interno da Comissão Estadual de Gerenciamento Costeiro (COMEG/PB).

Fonte: Autor

4. A SITUAÇÃO DA FALÉSIA

Já faz alguns anos que a falésia do Cabo Branco vem sofrendo com o processo erosivo intensificado pela ocupação indevida da área e falta de ação efetiva do poder público.

Faço aqui um breve histórico da área em estudo, na década de 80 o então governador da Paraíba Tarcísio de Miranda Burity lança o projeto Costa do Sol, atualmente chamado de Polo Turístico Cabo Branco, que englobaria construções de rodovias, hotéis, loteamento de casas, áreas de bares, restaurantes, clubes, areoparques e parques que se estenderiam da falésia do Cabo Branco até a Praia de Jacarapé. Por volta de 1972 ele inaugurava parte da rodovia PB-008 (à época chamada de Via Litorânea), a qual faria a ligação da praia do Cabo Branco com praia do Seixas e, praia da Penha, tendo o seu traçado definido sobre a falésia.



Figura 17: Em vermelho traçado original da PB-008.

Fonte: Modificado, MATIAS (2008).

Neste mesmo ano há a inauguração do Farol do Cabo Branco. Essas obras aumentaram o fluxo de carros e pessoas sobre a região da falésia, dando início a crescente ação do homem no local.

Durante as décadas de 80 e 90 a atividade turística na região é crescente, e João Pessoa passa a ser conhecida como a cidade onde o sol nasce primeiro, tendo a falésia do Cabo Branco como ponto mais oriental das Américas.



Figura 18: Farol do Cabo Branco meados da década 80.

Fonte: Google Imagens.

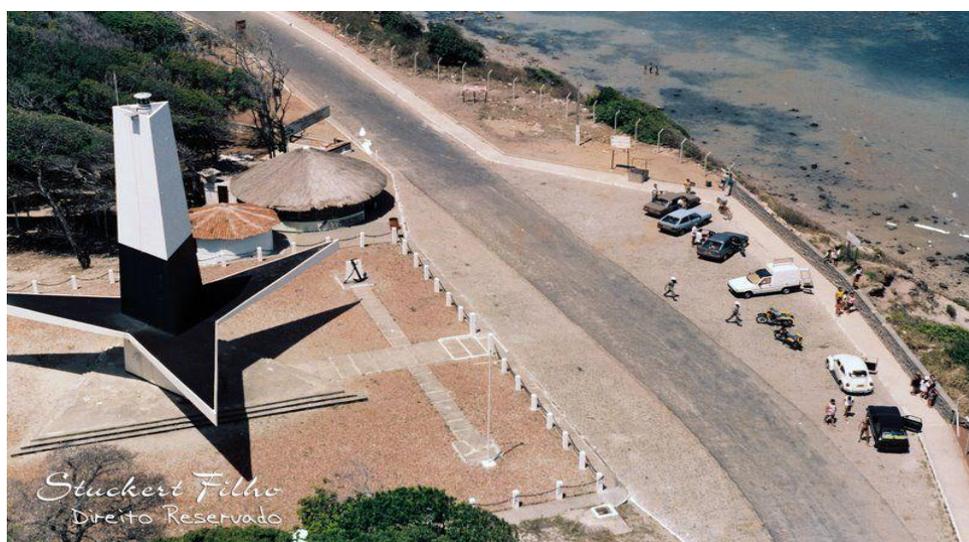


Figura 19: Farol do Cabo Branco meados da década 90.

Fonte: Stuckert Filho.

Nos início dos anos 2000, estudos apontaram uma progressiva destruição da paisagem natural do local, evidenciando a problemática a qual está exposto o talude.

Iniciando-se, neste período, uma série de pesquisas e discussões sobre o tema e “vida útil” da falésia.

Nos anos seguintes vários movimentos de massa atingiram a falésia, muitos deles foram noticiados pela mídia, para que se tivesse uma maior visibilidade da problemática. Como já dito anteriormente, em 2009 foram feitos estudos sobre a área e quantificado o grau de erosão que o local estava exposto. Neste mesmo ano parte do muro no Farol do Cabo Branco desaba junto com parte do talude, e a prefeitura interdita à área.



Figura 20: Área 1 interdita no Farol do Cabo Branco.

Fonte: Google Imagens.

Na Figura 21, conseguimos ver fragmentos do muro na areia da praia. Após esses estudos alguns projetos de contenção são elaborados, porém nenhum pôde ser executado, pois os órgãos de proteção ao meio ambiente e patrimônio histórico não liberaram a suas respectivas licenças para construção das obras.



Figura 21: Fragmentos do muro na areia da praia.

Fonte: Autor.

No ano de 2014, após alguns movimentos de massa na barreira, a prefeitura decide decretar situação de emergência na área da falésia, com isso algumas medidas urgentes poderiam ser tomadas sem que obrigatoriamente os projetos precisassem passar por órgãos fiscalizadores, o que teoricamente diminuiria a burocracia e facilitaria a execução de obras de contenção. No mês de setembro do ano em questão, o trânsito na rodovia na parte superior da falésia é parcialmente interditado, e em novembro o tráfego é proibido em toda a área. Na Figura 22 apresenta-se uma ilustração do tráfego, em vermelho a parte da rodovia que foi interditada, em amarelo tráfego mantido, e em azul desvio para o novo fluxo do tráfego.



Figura 22: Ilustração das mudanças no tráfego.

Fonte: SEMOB-JP.

Em março de 2015, a Prefeitura Municipal de João Pessoa apresenta o Projeto “Renaturalização da falésia do Cabo Branco”, com custo inicial estimado em 12 milhões de reais. Um projeto grandioso, que entre outras coisas inclui a construção de quebra-mares a aproximadamente 500 m da costa com o objetivo de diminuir a força das ondas em contato com a falésia. Atualmente a defesa civil interditou mais uma área próxima ao Farol, como mostra as Figuras 23 e 24 abaixo.

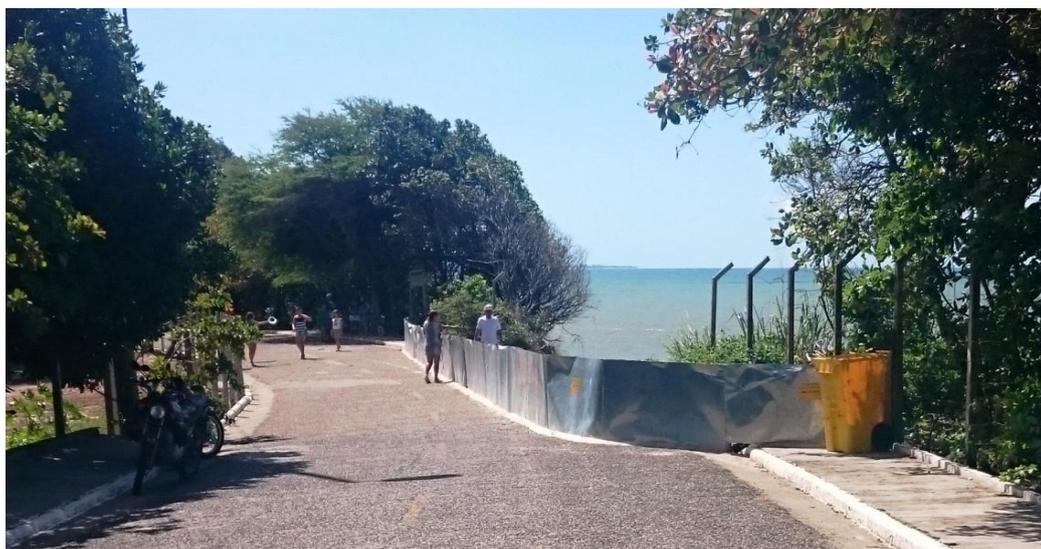


Figura 23: Área 2 interditada no Farol do Cabo Branco.



Figura 24: Desobediência de transeuntes à área interditada.

Fonte: Autor.

E infelizmente ainda percebe-se a desobediência de alguns transeuntes nas áreas interditadas, ignorando os riscos a que estão expostos. Abaixo a mesma área interditada vista da areia da praia.



Figura 25: Detalhe da calçada desmoronando.

Fonte: Autor.

Em toda a extensão da falésia observa-se a erosão marinha sobre a mesma, com a degradação da sua base pela ação da força das ondas, comumente denominado de solapamento do talude.



Figura 26: Ação da erosão marinha na base do talude.

Fonte: Autor.



Figura 27: Detalhe da degradação do pé do talude.
Fonte: Autor.

Identificam-se ainda no talude possíveis superfícies de rupturas, de um provável movimento de queda.

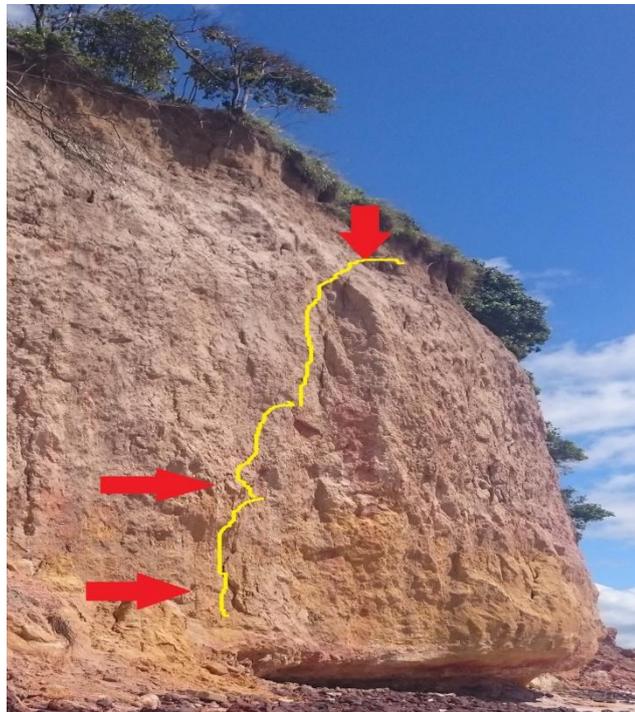


Figura 28: Provável superfície de ruptura no talude.

Fonte: Autor.

Para esta pesquisa foram feitas algumas medidas na faixa de areia, com objetivo de saber qual a distância média do mar para a falésia quando a maré está baixa, já que em maré alta não há distância, ou seja, não tem uma faixa de areia da praia. Foram feitas três medidas, a primeira na altura do Farol (ponto identificado por fragmentos do muro que caiu, encontrava-se sobre a faixa de areia) medindo 23,1 m, o segundo ponto, logo abaixo da calçada próxima ao Farol, medindo 20 m, e o terceiro um pouco mais adiante medindo 21,9 m. Obtendo-se uma distância média de aproximadamente 21,6m em maré baixa com altura de 0,5 m. Na Figura 29 observam-se os pontos de medições.



Figura 29: Localização dos pontos de medição.

Fonte: Google Maps, Modificado.

No dia em que foram efetuadas as medições houve um movimento de massa do tipo rotacional, em que parte da ciclo faixa da rodovia na parte superior do talude veio abaixo conforme pode ser visto na Figura 30.

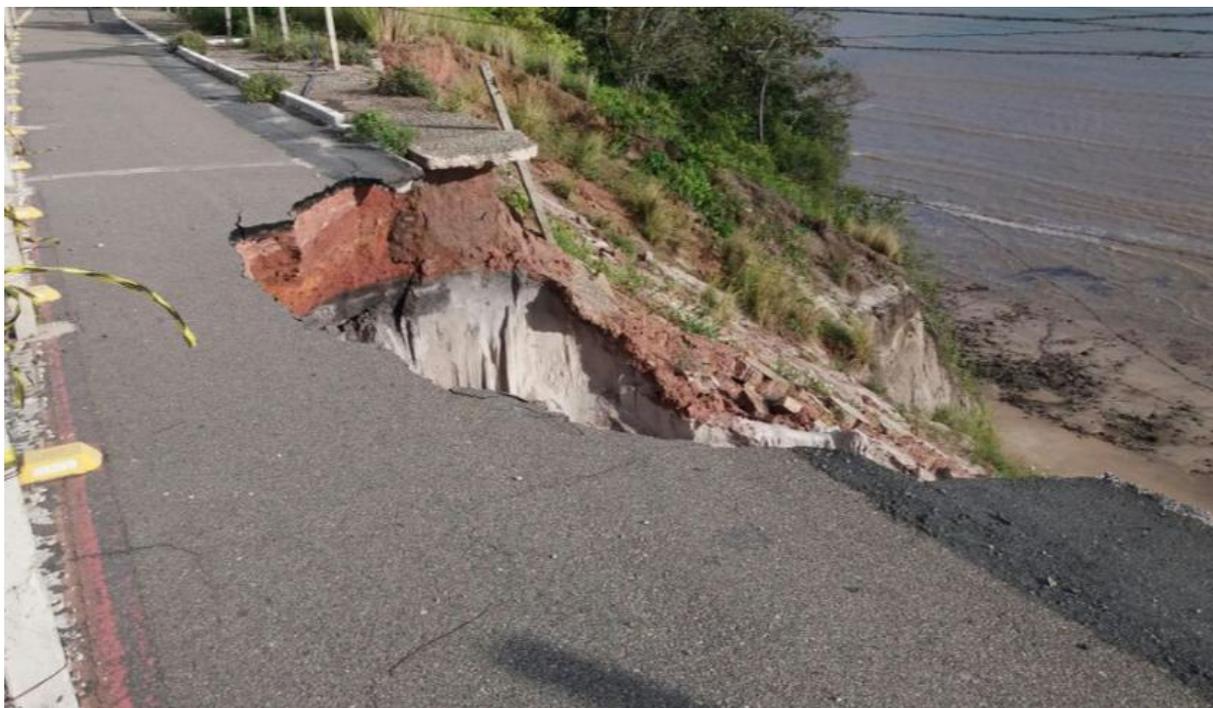


Figura 30: Desmoronamento de ciclofaixa acima da falésia.
Fonte: Correio da Paraíba (2016).

5. ANÁLISE DO PROJETO “RENATURALIZAÇÃO DA FALÉSIA DO CABO BRANCO”

Lançado em março de 2015 pela PMJP e elaborado pela empresa Acquatool o projeto executivo de contenção do processo erosivo da falésia do Cabo Branco compreende a pavimentação, drenagem e contenção do processo de erosão marinha da falésia do Cabo Branco e também da Praia do Seixas. Neste item será abordado as principais intervenções técnicas do projeto analisando sua funcionalidade.

Em relação ao talude duas vertentes serão tomadas, uma será direcionar a drenagem superficial e a outra alterar a geometria da encosta além de recobrir sua superfície com vegetação e biomanta, com a finalidade de proteger da erosão causada pela chuva.

A drenagem superficial ocorrerá através de um sistema construtivo constituído por vala e colunas verticais (drenos verticais recobertos com geotêxtil) de retenção e infiltração. O sistema funcionará coletando e retendo as águas do trecho, conduzindo-as para as camadas absorventes de siltes-arenosos com ocorrência abaixo do horizonte do pé de talude.

No talude, propriamente dito, será executada uma regularização da sua superfície deixando-a com uma inclinação de 43 graus, será coberto com biomanta e tela metálica de proteção. Na crista haverá uma leira, impedindo o escoamento das águas superficiais pela falésia além de servir como suporte para fixação da tela e biomanta.

No pé do talude executará uma faixa prismática de gabião, servindo também para fixar as mantas e conter a força das ondas na base da falésia.

Dentre do mar serão construídos diques de concreto, a uma distancia de aproximadamente 500 m da costa, objetivando uma reorganização das correntes e diminuição da força cinética das ondas. A seguir mostram-se algumas imagens do projeto.

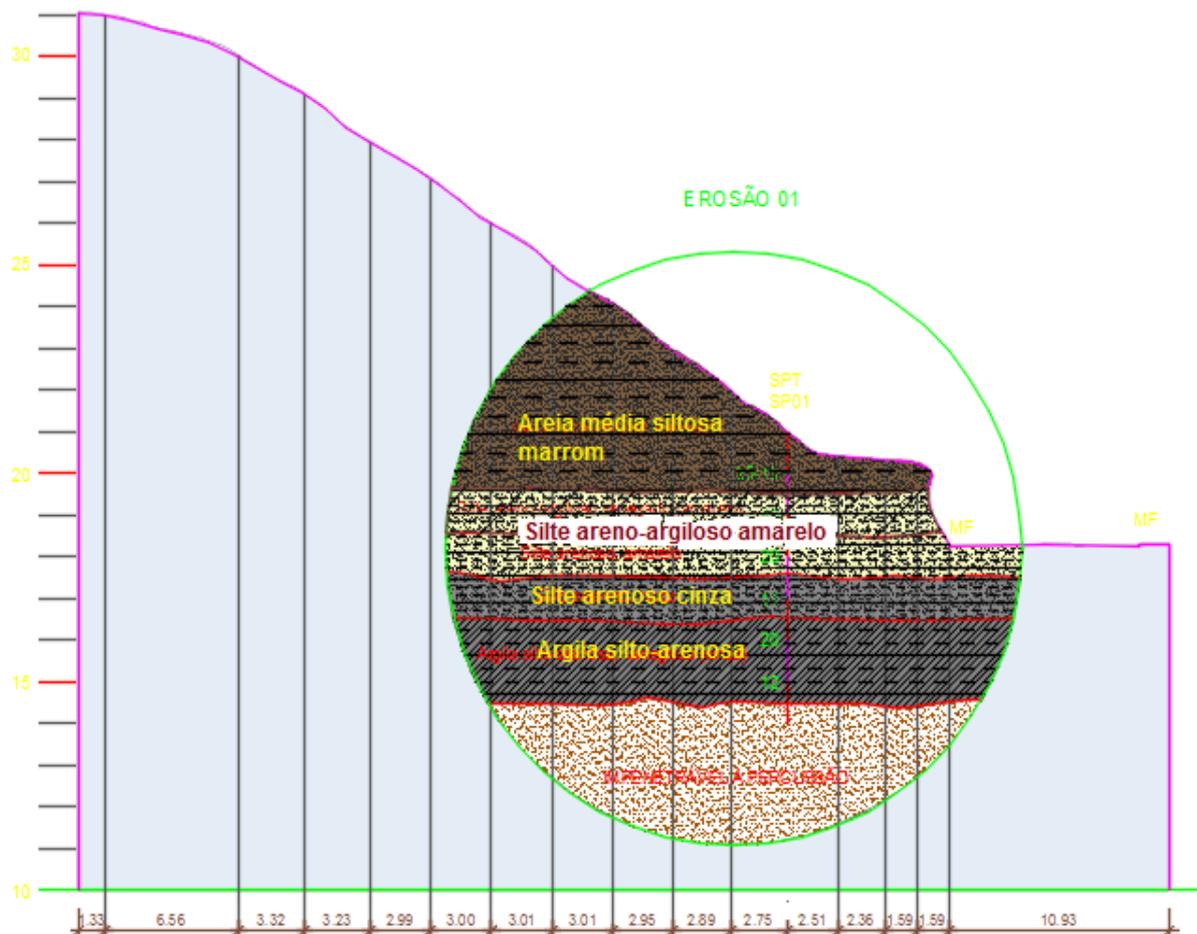


Figura 31: Detalhe da constituição das camadas do talude.

Fonte: SEPLAN-JP (2016)².

De acordo com os ensaios de SPT as camadas encontradas no talude são respectivamente, de cima para baixo, areia média siltosa marrom, silte areno-argiloso amarelo, silte arenoso cinza, argila silto-arenosa e por ultimo uma camada impenetrável. Nas próximas imagens são detalhadas a crista e base da falésia.

² SEPLAN – Secretaria de Planejamento de João Pessoa.

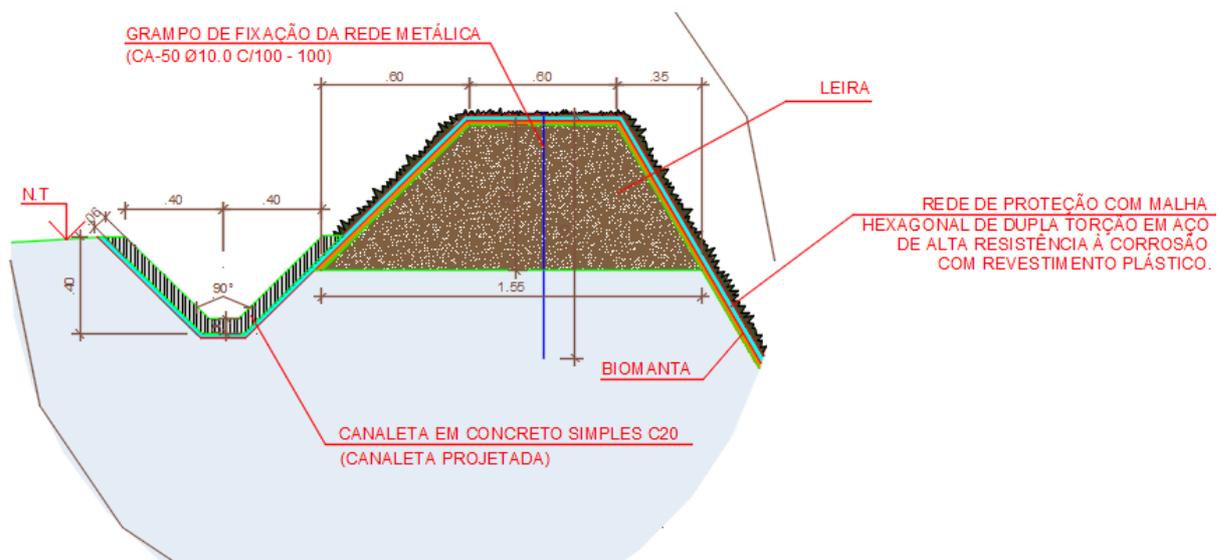


Figura 32: Detalhamento da leira e da drenagem na crista do talude.

Fonte: SEPLAN-JP.

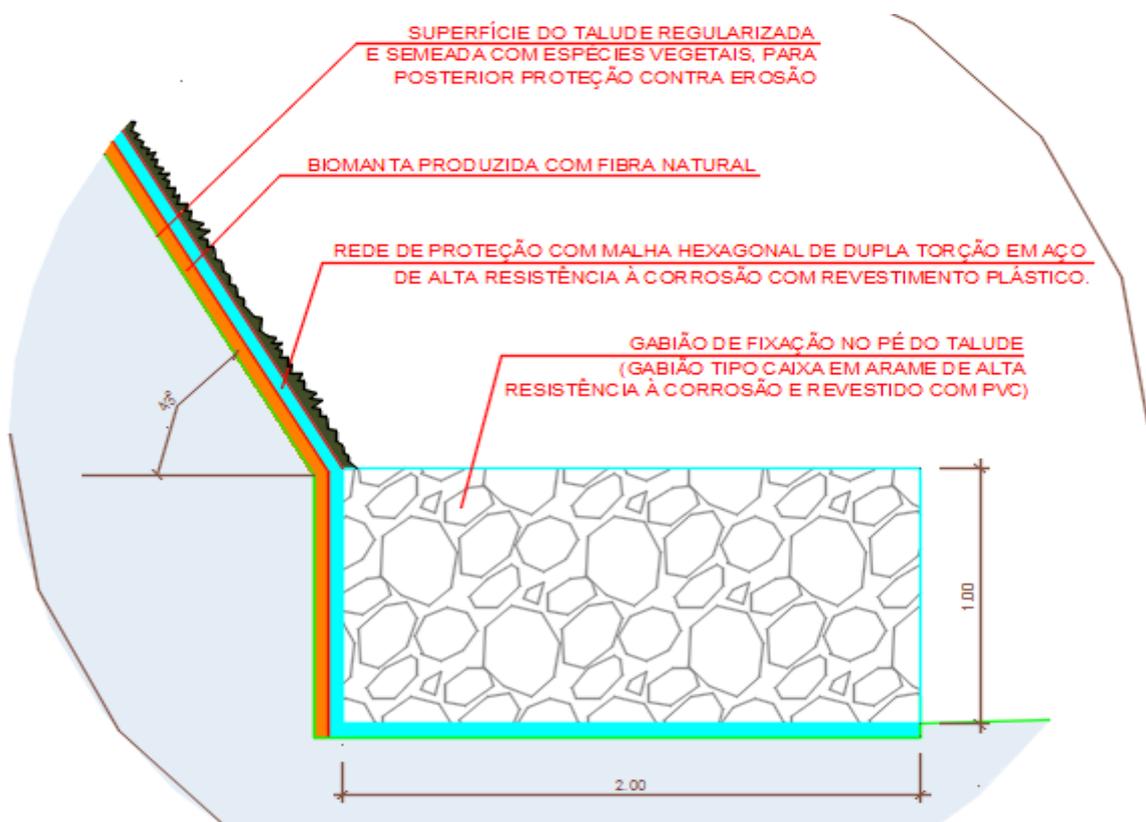


Figura 33: Detalhe do gabião no pé do talude.

Fonte: SEPLAN-JP.

6. SOLUÇÕES ALTERNATIVAS

6.1. Proposta de Soluções Utilizando Geossintéticos

Além dos pontos abordados no item anterior, propõem-se neste trabalho a utilização de outras formas de geossintéticos. Para uma maior estabilidade do talude indica-se a utilização de geomantas que transpassassem as superfícies de ruptura evitando o cisalhamento do talude. Como também o uso de geogrelhas com o mesmo objetivo de aumentar a resistência ao cisalhamento. Diferentemente do que está proposto no Projeto de Renaturalização, em que haverá um corte na superfície do talude para que o mesmo fique com ângulo de inclinação de 43 graus, propõe-se fazer um retaludamento da falésia para que se chegue a um ângulo de inclinação desejado, fazendo o uso de geogrelhas e geomantas como mostrado na Figura 34.

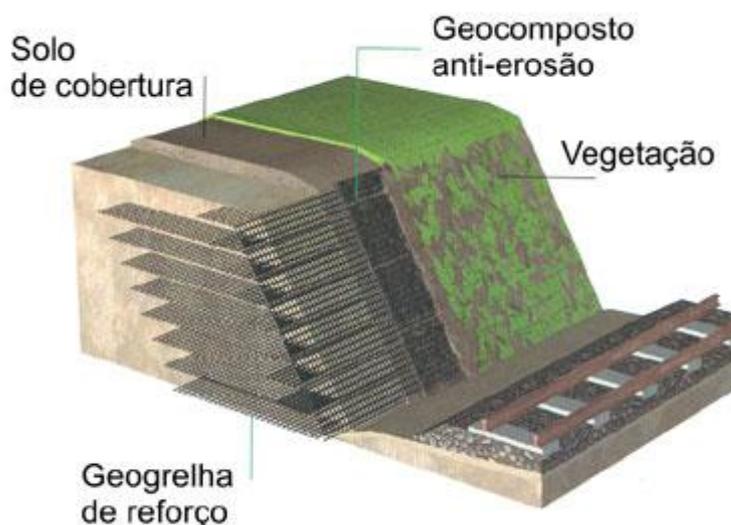


Figura 34: Uso de geogrelhas e geomantas em taludes.

Fonte: Site da BBR.

Em relação à faixa de gabiões poderia ser substituída, sem qualquer decréscimo a sua função, por geotubos ou geobolhas. A tecnologia de contenção com geotubos é uma solução já aplicada em diversos locais pelo mundo e com

coprovação da sua eficiência e baixo custo. Apresenta versatilidade de aplicação em inúmeras obras de proteção marinha e projetos de estruturas subaquáticas.

Utiliza-se esta tecnologia para aterros hidráulicos, extensão de áreas portuárias, ilhas, contenção de erosão marinha, entre outras estruturas submersas.

A tecnologia consiste em tubos de geotêxtil tecido de polipropileno de alta resistência e em alguns casos com mais de 30 metros de comprimento. Na maioria dos casos, a instalação é permanente e invisível.

De fato, uma das muitas vantagens desta tecnologia é que a praia erodida pode ser recriada com a sua inclinação original melhorando muitas vezes a estética do local, auxiliando no retorno da vida marinha ao seu habitat natural.



Figura 35: Geotubo sobre faixa de areia na praia de Moledo, em Caminha, Portugal.

Fonte: GEOTUBE®.

Os geotubos podem ser instalados no mar em áreas onde as ondas estão causando problemas, sua instalação consiste em por bolsas geossintético preenchida por areia e água ou mistura de agregados.



Figura 36: Geotubos com função de quebra-mar em mar aberto.

Fonte: GEOTUBE®.

A estrutura do geotubo é capaz de bloquear o fluxo da água e o impacto das ondas e pode ser desenvolvida na medida exata e no local adequado para que a praia seja restabelecida da erosão sofrida através da alteração do comportamento das ondas. Utilizam-se os geotubos em função do seu baixo custo quando comparado a construção de diques em concreto, simplicidade e rapidez de instalação mesmo se tratando de mar aberto.



Figura 37: Quebra-mar de geotubo em Cancún, México.

Fonte: GEOTUBE®.

Há também no mercado a BOLSACRETO[®], que é outro tipo de solução que utiliza geossintético, o sistema é composto por Geofomas Têxteis de diversos tamanhos que dependerão da modulação do projeto de contenção, são constituídas por fios de combinações poliméricas de PP, PEAD e PA, retorcidos e fibrilizados e com diagramação têxtil que produz um dispositivo denominado unifluxo, cujo sistema elimina o excesso de água do micro-concreto ou da argamassa de moldagem, impedindo a entrada de água do exterior para dentro da geoforma têxtil.

Diferente dos Geotubos o material de preenchimento não é somente areia.



Figura 38: Contenção de talude na Rodovia Ayrton Senna (SP) com BOLSACRETO[®]

Fonte: BOLSACRETO[®]

Outro tipo, que também tem como base o geossintético, é a COLCHACRETO[®] basicamente tem a mesma forma construtiva da BOLSACRETO[®], diferenciando-se apenas nas dimensões da geoforma, neste caso possuem dimensões maiores semelhantes aos geotubos, as geofomas são constituídas por PA, PP e PEBD.

7. CONCLUSÃO

É sabido que a erosão é um processo natural ao qual as paisagens estão expostas, porém a forma como a humanidade vem conduzindo o rumo do planeta está agravando e acelerando esse processo degradativo.

O efeito estufa associado ao aumento do nível dos mares é um dos principais catalisadores da erosão marinha, deixando toda a zona costeira do planeta vulnerável, não sendo diferente no litoral paraibano.

A nossa falésia do Cabo Branco, que abriga o ponto mais oriental das Américas, vem sofrendo há anos com a degradação do talude e da faixa de areia da praia. São pontos importantes para nosso município e estado, com grande valor histórico e turístico.

Contudo é de essencial preocupação conter o processo erosivo sobre essa área, para tanto é preciso que haja uma grande notoriedade desta problemática, para que se chame, cada vez mais, a atenção da comunidade e poder público. É preciso que execute medidas urgentes, quer seja projetos já existentes, ou ações pontuais emergenciais.

Há no mercado um vasto aparato de materiais e soluções geotécnicas, como os geossintéticos, que ajudariam a conter o processo erosivo e recuperar o talude. Sendo assim, precisa-se de mais empenho do setor público para salvar a Falésia do Cabo Branco.

8. REFERÊNCIAS

AESA. Disponível em: < <http://www.aesa.pb.gov.br/>>. Acesso em: 17 mai. 2016.

AMARAL, R. F. (2009) **Mecanismos de Movimentos de Massas em Falésias: Estudo de um Caso no Nordeste do Brasil**. Revista Geotecnia, Sociedade Portuguesa de Geotecnia, aceito para publicação.

BARBOSA, J. A.; FILHO, M. L. **Os Domínios da Bacia da Paraíba**. Salvador, 3º Congresso Brasileiro de Petróleo e Gás, 2005.

BOLSACRETO®. Disponível em: <<http://www.bolsacreto.com.br/bolsacreto//>>. Acesso em: 07 jun. 2016.

CHAVES, M. S. et al. **Morfodinâmica Praial da Ponta do Cabo Branco, João Pessoa/PB, Brasil**. João Pessoa, Universidade Federal da Paraíba – UFPB, 2007.

Correio da Paraíba. Disponível em: < <http://correiodaparaiba.com.br/>>. Acesso em: 28 mai. 2016.

FURIER, MAX et al. **Geomorfologia e Tectônica da Formação Barreiras no Estado da Paraíba**. Geol. USP Sér. Cient., São Paulo, v. 6, n. 2, p. 61-70, outubro 2006.

GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. C. O. **Processos erosivos e recuperação de áreas degradadas**. São Paulo, Oficina de Textos, 2013.

MATIAS, K. C. O. **Caracterização da Relação Poder Público – Sociedade – Natureza Mediante a Análise do Projeto Estação Ciência, Cultura e Artes do Cabo Branco, João Pessoa – PB**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2008.

MOREIRA REIS, C. M. et al. **Vulnerabilidade do Litoral de João Pessoa (PB) à Erosão Costeira**. João Pessoa, Universidade Federal da Paraíba – UFPB, 2008.

NEUMANN, V. H. et al. **A Estratigrafia da Bacia Paraíba: uma reconsideração**. Estudos Geológicos v. 13: 89-108, Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, 2004.

NORDSTROM, K. F. **Recuperação de praias e dunas**. São Paulo, Oficina de Textos, 2010.

Prefeitura Municipal de João Pessoa. Disponível em: <<http://www.joaopessoa.pb.gov.br/>>. Acesso em: 28 abr. 2016

Praia de Moledo prestes a reconquistar areal perdido com as intempéries. Disponível em: < <http://cm-caminha.pt/noticia.php?id=2333/>>. Acesso em: 31 mai. 2016.

Relatório de Impacto Ambiental – RIMA. João Pessoa, 2011.

SOUSA, N. P. S. **Avaliação de Processos Erosivos de Falésias do litoral sul da Paraíba.** João Pessoa, Universidade Federal da Paraíba – UFPB, 2013.

TenCate GeoTUBE®. Disponível em: < <http://www.tencate.com/>>. Acesso em: 31 mai. 2016.

VASCONCELOS, G. F. **Dinâmica Costeira das Praias de Tambaú e Manaíra-PB. Dissertação (Mestrado em Geografia)** - Universidade Federal da Paraíba – UFPB, João Pessoa – PB, 2010.