



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**JANNYNE CORREIA GIRÃO DE OLIVEIRA**

**PROPOSIÇÃO DE CHECKLIST PARA AVALIAÇÃO DE RISCO DE MOVIMENTO  
DE MASSA NAS FALÉSIAS NA PRAIA DE MORRO BRANCO - CE**

**FORTALEZA**

**2022**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

JANNYNE CORREIA GIRÃO DE OLIVEIRA

**PROPOSIÇÃO DE CHECKLIST PARA AVALIAÇÃO DE RISCO DE MOVIMENTO  
DE MASSA NAS FALÉSIAS NA PRAIA DE MORRO BRANCO - CE**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará, como parte das exigências para a obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientadora: Prof. Dra. Mariana Vella Silveira

Fortaleza

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

O47p Oliveira, Jannyne Correia Girão de.  
Proposição de checklist para avaliação de risco de movimento de massa nas falésias na Praia de Morro Branco - CE / Jannyne Correia Girão de Oliveira. – 2022.  
75 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia Civil, Fortaleza, 2022.  
Orientação: Profa. Dra. Mariana Vella Silveira.

1. Falésias. 2. Movimento de massa. 3. Checklist. I. Título.

CDD 620

---

JANNYNE CORREIA GIRÃO DE OLIVEIRA

**PROPOSIÇÃO DE CHECKLIST PARA AVALIAÇÃO DE RISCO DE MOVIMENTO  
DE MASSA NAS FALÉSIAS NA PRAIA DE MORRO BRANCO - CE**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará, como parte das exigências para a obtenção do título de Engenheiro Civil.

Aprovada em: 28 / 06 / 2022.

---

Prof. Dra. Mariana Vella Silveira (Orientadora)

Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Silvrano Adonias Dantas Neto

Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Anderson Borghetti Soares

Universidade Federal do Ceará (UFC)

Aos meus pais e familiares que sempre me incentivaram e fizeram todo o possível pela minha educação.

## **AGRADECIMENTOS**

À minha mãe e ao meu pai, Milena e Johnny, que sempre se dedicaram ao máximo para dar seu o melhor, pelo seu amor incondicional, pelo seu apoio e por fazer todo possível pela minha educação.

Ao meu irmão Johnny pelo seu apoio, pelos seus conselhos e por ser uma inspiração.

Ao meu namorado Kayque pelo seu apoio, compreensão e, principalmente, pelo incentivo nos momentos difíceis.

À minha tia Neide que sempre cuidou de mim e me ajudou em tudo que era necessário.

À minha tia Marjorie, amiga e companheira de viagem, obrigada por tudo.

À minha orientadora, Profa. Dra. Mariana Vella, por ter aceitado participar dessa minha etapa final na graduação, pela confiança e por sua paciência.

Ao Prof. Dr. Silvrano Adonias, que despertou em mim o interesse pela geotecnia e me escolheu para ser sua orientanda na bolsa de iniciação científica. Sou muito grata por seus ensinamentos, por sua dedicação, por sua ajuda e por seu apoio.

Aos funcionários do Laboratório de Mecânica dos Solos e Pavimentação (LMSP) que contribuíram para meu conhecimento enquanto fazia ensaios de laboratório para pesquisa da bolsa de iniciação científica.

Aos amigos que fiz durante a graduação, que sempre me ajudaram em várias disciplinas e se tornaram um ponto de conforto durante o curso.

E às minhas amigas Karol, Beatriz, Ingrid, Natana, Luana, Aline, Carol e Ana Clara, obrigada por sua amizade e por estarem na minha vida.

## RESUMO

As falésias fazem parte da zona costeira presentes em várias partes do mundo, sendo formadas por diferentes estratigrafias. Esse tipo de formação sofre naturalmente desgastes, seja pela ação do mar, do vento ou até mesmo da chuva, tendo sua degradação intensificada devido à ocupação desordenada. Seu uso se dá de diversas formas como, por exemplo, algumas são área de preservação, outras possuem residências e/ou barracas de praia e, como também servem de acesso à praia por pedestres ou por veículos. As falésias são formações geológicas que atraem centenas de turistas devido à sua beleza natural. Nos últimos anos, ficou bastante evidente nos veículos de comunicação a ocorrência de vários acidentes devido à movimentação de terra nas falésias, sendo a principal motivação desta pesquisa. Com o objetivo de contribuir para prevenção de recorrência dos acidentes esse estudo propõe realizar um *checklist* para avaliar o risco de movimento de massa nas falésias. Sendo assim, foi desenvolvida uma pesquisa na literatura sobre as falésias e logo foi escolhida a Praia de Morro Branco – CE como local de estudo. Em vista disso, foram analisados dados geotécnicos das falésias, que indicaram que o solo da região é uma areia siltosa mal graduada e identificou-se que os taludes das falésias podem ser considerados instáveis. Para a proposição do *checklist* foram levados em consideração estudos anteriores, sendo essa ferramenta usada em diversa áreas, e *checklists* desenvolvidos por instituições governamentais. Na pesquisa foi realizada uma visita em campo, buscando fazer registros fotográficos e identificar problemas já existentes nas falésias. O *checklist* elaborado resultou em uma planilha a ser preenchida por um responsável técnico, dividida em tópicos de forma a padronizar a fiscalização e auxiliar na identificação do risco de movimento de massa nas falésias, identificar a necessidade de uma intervenção.

**Palavras-chave:** Falésias. Checklist. Dados geotécnicos. Movimento de massa.

## ABSTRACT

The cliffs are part of the coastal zone present in various parts of the world, being formed by different stratigraphies. This type of formation naturally suffers wear, either by the action of the sea, wind or even rain, with its degradation intensified due to disorderly occupation. Its use takes place in different ways, for example, some are conservation areas, others have residences and/or beach huts, and they also serve as access to the beach by pedestrians or vehicles. The cliffs are geological formations that attract hundreds of tourists due to their natural beauty. In recent years, the occurrence of several accidents due to earth moving on the cliffs has become quite evident in the media, being the main motivation of this research. In order to contribute to the prevention of recurrence of accidents, this study proposes to carry out a checklist to assess the risk of mass movement on the cliffs. Therefore, a research was carried out in the literature on the cliffs and then Praia de Morro Branco - CE was chosen as the study site. In view of this, geotechnical data of the cliffs were analyzed, which indicated that the soil of the region is a poorly graded silty sand and it was identified that the slopes of the cliffs can be considered unstable. For the proposal of the checklist, previous studies were taken into account, this tool being used in several areas, and checklists developed by government institutions. In the research, a field visit was carried out, seeking to make photographic records and identify existing problems on the cliffs. The checklist created resulted in a worksheet to be filled in by a responsible technician, divided into topics in order to standardize the inspection and help in the identification of the risk of mass movement on the cliffs, identifying the need for an intervention.

**Keywords:** Cliffs. Checklist. Geotechnical data. Mass movement.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Classificação das feições da zona costeira do Brasil. ....	12
Figura 2 - Morfologia de falésias da Formação Barreiras. ....	14
Figura 3 - Orientação da estratificação de falésias. ....	14
Figura 4 - Erosão pluvial no topo da falésia. ....	15
Figura 5 - Mapeamento das falésias do litoral leste do Ceará. ....	16
Figura 6 - Deslizamento na encosta da Praia de Argaga, na Espanha. ....	17
Figura 7 - Momento do desabamento de parte da falésia na Ilha de Zante. ....	17
Figura 8 - Deslizamento de falésia na Praia de Canoa Quebrada. ....	18
Figura 9 - Deslizamento de falésia próximo ao cemitério em Aracati - CE. ....	19
Figura 10 - Falésia da Praia de Cabo Branco. ....	19
Figura 11 - Área interdita após desabamento de falésia. ....	20
Figura 12 - Deslizamento de falésia na Praia de Morro Branco. ....	20
Figura 13 - Detalhe das camadas do talude. ....	21
Figura 14 - Detalhamento da leira e da drenagem na crista do talude. ....	22
Figura 15 - Detalhe do muro de gabião na base do talude. ....	22
Figura 16 - Parte do <i>checklist</i> de conformidade à NR-18. ....	24
Figura 17 – Parte do <i>checklist</i> para controle de execução de revestimento cerâmico. ....	25
Figura 18 - Parte do <i>checklist</i> elaborado pela COGERH. ....	26
Figura 19 - <i>Checklist</i> para avaliação de processos erosivos em falésias. ....	27
Figura 20 - Checklist de setorização de áreas de risco em falésias. ....	28
Figura 21 - Relatório de setorização de risco da CPRM na Praia de Morro Branco I. ....	29
Figura 22 - Relatório de setorização de risco da CPRM na Praia de Morro Branco II. ....	30
Figura 23 - Localização do município de Beberibe no estado do Ceará. ....	31
Figura 24 – Topo de falésia localizada no Monumento Natural da Falésias de Beberibe. ....	32
Figura 25 - Mapa de clima do Ceará. ....	33
Figura 26 - Gráfico de temperatura e precipitação média anual. ....	34
Figura 27 - Mapa de recursos hídricos do Município de Beberibe. ....	35
Figura 28 - Feição de talude de falésia na Praia de Morro Branco. ....	35
Figura 29 - Levantamento de solo do estado do Ceará. ....	36
Figura 30 - Mapa topográfico da região da Praia de Morro Branco. ....	36
Figura 31 - Clinografia da Praia de Morro Branco. ....	37
Figura 32 – Encosta dos taludes na Praia de Morro Branco. ....	37

Figura 33 - Ponto da trilha do MONA das falésias de Beberibe chamado de "Buraco da Sogra". .....	38
Figura 34 - Construções na região do Monumento Natural das Falésias de Beberibe.....	38
Figura 35 - Hotel e residências construídos no topo das falésias na Praia das Fontes. ....	39
Figura 36 - Obra embargada na Praia do Morro Branco. ....	39
Figura 37 - Falésias ativas da Praia de Morro Branco.....	40
Figura 38 - Construção no topo da falésia na Praia de Morro Branco com um muro de contenção para impedir a erosão pelo avanço do mar. ....	40
Figura 39 - Curva granulométrica das amostras coletadas na Praia de Morro Branco. ....	42
Figura 40 - Falésia da Praia de Morro Branco - CE. ....	46
Figura 41 - Falésia na Praia de Morro Branco com presença de vegetação em seu topo e em sua base. ....	49
Figura 42 - Casa construída no topo da falésia na Praia de Morro Branco. ....	51
Figura 43 - Drenagem residencial de uma casa localizada na Praia do Morro Branco.....	52
Figura 44 - Ondas do mar incidindo diretamente na falésia na Praia de Morro Branco. ....	53
Figura 45 - Fonte de água na Praia de Morro Branco. ....	53
Figura 46 – Talude rompido em risco iminente de ocorrer movimento de massa na Praia de Morro Branco. ....	54
Tabela 1 - Índices físicos das amostras de solo da Praia de Morro Branco. ....	41
Quadro 1 - Dados climatológicos do município de Beberibe. ....	34
Quadro 2 - Legenda utilizadas no checklist proposto.....	50

## LISTA DE ABREVIATURAS

APP	Área de preservação permanente
CE	Ceará
COGERH	Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos
CPRM	Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais
FUNCEME	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IFPB	Instituto Federal da Paraíba
MDR	Ministério do Desenvolvimento Regional
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MONA	Monumento Natural
NR	Norma reguladora
PB	Paraíba
RN	Rio Grande do Norte
SRM	Single-Pilot Resource Management
SEPLAN – JP	Secretaria de Planejamento de João Pessoa
SETUR	Secretaria do Turismo
UFC	Universidade Federal do Ceará
UFRN	Universidade Federal do Rio Grande do Norte

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
<b>1.1. Objetivos</b> .....	<b>11</b>
<i>1.1.1. Objetivo geral</i> .....	<b>11</b>
<i>1.1.2. Objetivos específicos</i> .....	<b>11</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>12</b>
<b>2.1. Falésias</b> .....	<b>12</b>
<b>2.2. Formação geológica</b> .....	<b>13</b>
<b>2.3. Acidentes registrados</b> .....	<b>16</b>
<b>2.4. Soluções empregadas</b> .....	<b>21</b>
<b>2.5. Checklist</b> .....	<b>23</b>
<b>2.6. Caracterização do local de estudo</b> .....	<b>31</b>
<b>2.7. Análise geotécnica</b> .....	<b>41</b>
<b>3. METODOLOGIA</b> .....	<b>44</b>
<b>3.1. Pesquisa na literatura</b> .....	<b>44</b>
<b>3.2. Visita em campo</b> .....	<b>44</b>
<b>3.3. Proposição do checklist</b> .....	<b>44</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>46</b>
<b>4.1. Visita em campo</b> .....	<b>46</b>
<b>4.2. Checklist</b> .....	<b>46</b>
<i>4.2.1. Identificação</i> .....	<b>46</b>
<i>4.2.2. Caracterização do trecho</i> .....	<b>47</b>
<i>4.2.3. Infraestrutura</i> .....	<b>50</b>
<i>4.2.4. Ação de fatores naturais</i> .....	<b>52</b>
<i>4.2.5. Instrumentação</i> .....	<b>54</b>
<b>5. CONCLUSÃO</b> .....	<b>56</b>

<b>5.1. Sugestões para trabalhos futuros.....</b>	<b>56</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>58</b>
<b>APÊNDICE A – CHECKLIST PARA AVALIAÇÃO DE RISCO DE MOVIMENTO DE MASSA DE FALÉSIAS .....</b>	<b>69</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Segundo Das (2007), a mecânica dos solos é o ramo da ciência que estuda as propriedades do solo e o comportamento das massas de solo sujeito as diversas forças, sendo a engenharia de solos a aplicação desses princípios em problemas práticos.

Durante centenas de anos edifícios, sistemas de irrigação e dentre outras obras foram feitas sem nenhum tipo de estudo do solo, tendo seu destino muitas vezes a ruína. Um clássico exemplo de obra realizada sem o devido estudo do solo é a Torre de Pisa, na Itália, que hoje é conhecida por sua acentuada inclinação. Com isso viu-se necessário a realização de estudo do solo (DAS, 2007).

Segundo Ministério do Meio Ambiente (2008), a zona costeira é composta por diversos ecossistemas que são vulneráveis como, por exemplo, os recifes, os manguezais e as falésias.

O litoral do município de Beberibe é conhecido principalmente pelo seu relevo, composto predominantemente por falésias e dunas móveis. Sua beleza natural atrai cada vez mais turistas ao longo dos anos, o que torna o turismo guiado, o comércio e o ramo hoteleiro as principais atividades econômicas da região.

Ao longo dos anos as falésias sofrem desgastes devido aos processos erosivos naturais e a ocupação desses locais aumenta significativamente a taxa de erosão dessas formações geológicas, modificando o relevo. Infelizmente algumas dessas erosões acarretam os movimentos de massa, que em determinadas situações causam acidentes fatais.

Atualmente os princípios da mecânica dos solos não são utilizados somente para estudo de solo para fundações de obras civis, mas também para avaliar o risco em ecossistemas naturais, como, por exemplo, analisar a estabilidade de taludes em rios que são navegados com frequência ou em falésias que são uma atração turística.

Sendo motivada por registros de inúmeros acidentes em consequência da ruptura de talude de falésias em todo o mundo, este trabalho tem por objetivo propor um *checklist* a fim de padronizar a avaliação do risco de movimento de massa nas falésias.

## **1.1.Objetivos**

### ***1.1.1. Objetivo geral***

Esta pesquisa tem como objetivo principal propor um checklist para avaliação preliminar da situação em relação ao movimento de massa nas falésias no município de Beberibe - CE.

### ***1.1.2. Objetivos específicos***

- Caracterizar a área a ser estudada;
- Analisar dados geotécnicos disponíveis na literatura da área a ser estudada;
- Avaliar os elementos relevantes que influencie a ocorrência do movimento de massa em uma falésia;
- Realizar visita em campo para obter registros fotográficos e observar problemas existentes;

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo contém a revisão bibliográfica que está dividida em 5 partes. A primeira parte busca apresentar o conceito de falésias. A segunda parte busca caracterizar o tipo de formação geológica que constitui as falésias. A terceira parte busca mostrar os acidentes ocorridos pelo movimento de massa nas falésias. A quarta parte procura apresentar algumas soluções a serem empregadas caso seja necessário fazer algum tipo de intervenção na falésia. E, por fim, a quinta parte da revisão bibliográfica busca apresentar modelos de diferentes *checklists* proposto por diferentes estudos.

### 2.1. Falésias

A zona costeira de um território é um espaço ocupado pelo ar, solo e faixa marítima, que é referente a 12 milhas náuticas (equivalente a 22,2km) a partir da linha de base determinada na Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (Zamboni e Nicolodi, 2008). Nessa zona estão localizados boa parte dos municípios onde há alta concentração de atividades econômicas e turísticas.

A zona costeira é uma área formada por dunas, falésias, recifes, rochas, manguezais, dentre outras unidades, como exemplifica a Figura 1 que mostra a zona costeira do Brasil.

Figura 1 - Classificação das feições da zona costeira do Brasil.



Fonte: Souza et al (2005) *apud* ZAMBONI E NICOLODI (2008).

As falésias são formações geológicas que estão presentes em diversos locais ao redor do mundo. As falésias de Moher (Cliffs of Moher) na Irlanda, as falésias brancas de Dover (The White Cliffs of Dover) no Reino Unido, Preikestolen na Noruega, a Falaise d'Aval na França e as falésias da praia de Pipa são os exemplos mais conhecidos pelo mundo. E apesar de ter a mesma classificação, os maciços são formados por diferentes estratigrafias, que dependem das formações rochosas da região.

O crescimento urbano desordenado na zona costeira, devido a necessidade de ocupar novos espaços, favorece a ocupação irregular de áreas preservadas. Parte desses locais são de alto risco erosivo, o que promove surgimento/aumento de voçorocas e ravinas, e surge disso o carência de avaliação dessas áreas ocupadas (SILVA, 2017 e JUNIOR, 2015).

De acordo com a Lei Federal 12.651, de 2012, as Áreas de Preservação Permanentes (APPs) abrange desde as bordas de tabuleiros ou chapadas até 100 metros em projeção horizontal ou até a descontinuidade do relevo. Portanto as falésias são consideradas APPs, o que torna necessário um planejamento das atividades exercidas no local (LOUREIRO e CASTRO, 2019).

A ocupação desordenada gerada por má utilização do espaço da região das APPs pode vir a causar um desequilíbrio tanto ambiental quanto social na região das falésias (LOUREIRO E CASTRO, 2019).

Segundo a Secretaria de Turismo do Estado do Ceará (2019) o litoral do estado é a região que recebe mais visitas ao longo do ano e que na última década houve um aumento de 34,39% na movimentação turística para a área litorânea, sendo o município de Beberibe o quinto destino preferido dos turistas.

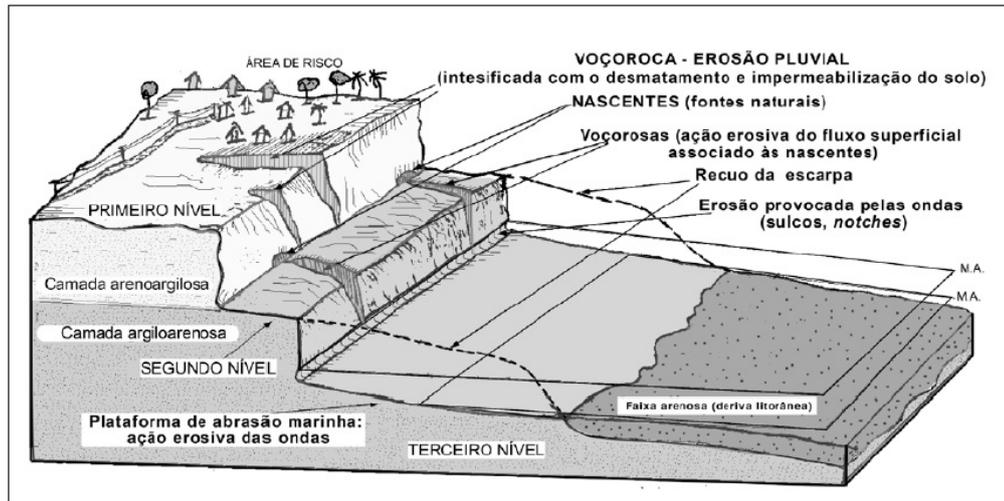
## **2.2. Formação geológica**

As falésias, que são o objeto de estudos desta pesquisa, possuem 2 classificações gerais, elas podem ser ativas, as quais ainda possuem atuação marítima na sua formação, e as falésias inativas ou paleofalésias, as quais o mar não possui mais influência na sua formação (SILVA et al, 2020 e ROSSETI, 2008 *apud* SILVA e SILVA, 2012).

Segundo Souza et al (2005), Moura-Fé (2014) e Bezerra e Maia (2012) a costa nordeste é composta por sedimentos terciários da Formação Barreiras que são responsáveis pela formação de tabuleiros, sendo composto em sua mineralogia por siltitos, argilitos, arenitos e folhelhos (Silva e Silva, 2012). Esse tipo de formação “É caracterizado por sedimentos

aossilíferos continentais que afloram ao longo da costa brasileira desde o Rio de Janeiro até o Pará.” (Guerra, 2001 *apud* SILVA e SILVA, 2012). Sendo a região norte do Ceará formada por essa geomorfologia, como apresenta a Figura 2, favorável para realização do ecoturismo (AB’SABER, 2000).

Figura 2 - Morfologia de falésias da Formação Barreiras.



Fonte: Meireles (2014) *apud* SILVA (2017).

Segundo Silva (2008) *apud* SILVA (2017), a coloração das falésias se dá ao intemperismo químico com diferente intensidade nas camadas de solo, variando entre tons de vermelho, amarelo e branco. Esta estratificação se dá devido a diferentes formas que as camadas de solo estão expostas à oxidação.

Para Trenhaile (1987) *apud* TAQUEZ (2017) a morfologia do talude da falésia dá-se de acordo com a direção da estratificação das camadas de solo. Em outros termos, quando a estratificação ocorre horizontalmente ou verticalmente o talude tende a ser muito íngreme, já se as camadas estão dispostas com uma certa inclinação, há a formação de encostas, como mostra a Figura 3.

Figura 3 - Orientação da estratificação de falésias.



Fonte: Flemming, Hansom (2011) *apud* TAQUEZ (2017).

A mudança da morfologia das falésias, sendo afetado principalmente pela erosão, é um processo natural dessa formação geológica da zona costeira. Isso faz com que a região esteja em constante transformação, tornando o monitoramento e a gestão do local importantes pontos a serem tratados, visto que, além da ação natural do ambiente, a ação antrópica é bastante presente (LOUREIRO E CASTRO, 2019).

A existência de pequenas dunas frontais auxilia na diminuição da erosão das falésias, como mostra a Figura 4, sendo uma proteção contra as ações marítimas e a presença de vegetação tende a promover a fixação dos sedimentos (SILVA, 2017).

Figura 4 - Erosão pluvial no topo da falésia.



Fonte: SETUR/CE (2019).

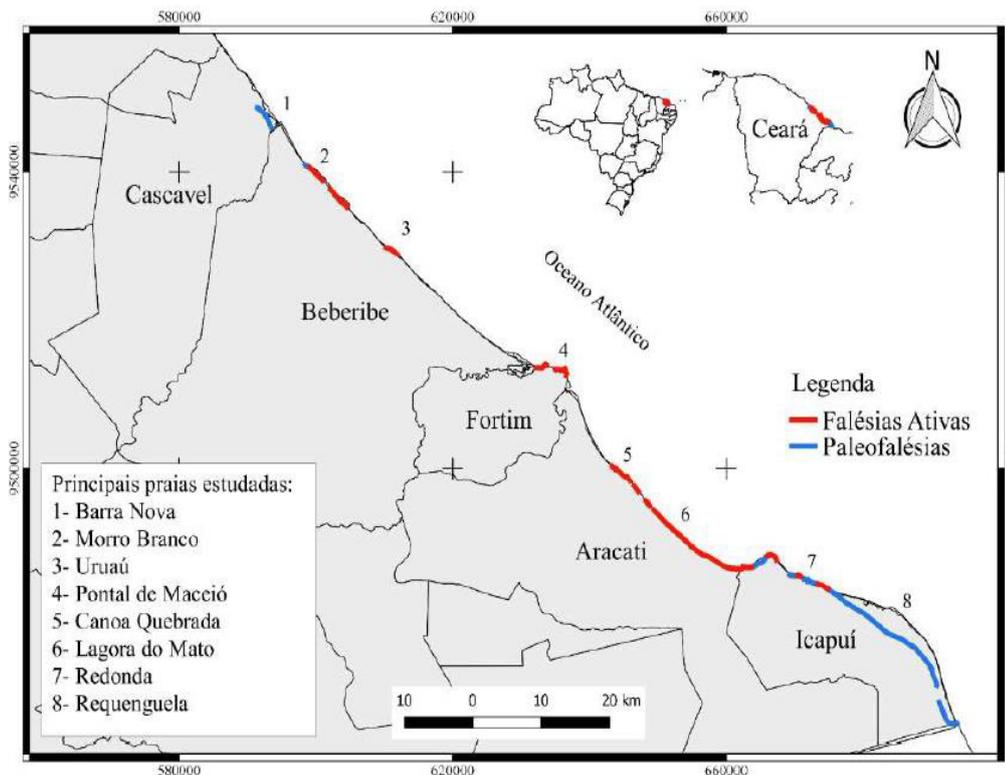
As falésias tendem a ter um alto risco de desabamento em consequência da sua morfologia, que pode se transformar em um desastre tanto para o ecossistema local, quanto para os habitantes e turistas. Sendo a análise desse risco de grande importância na gestão governamental para proteção ambiental e das pessoas (SILVA, 2017).

Com a deposição do Barreiras na costa foi preciso condições para que o mar pudesse erodir este material formando as falésias. Há uma grande relação das flutuações do nível do mar com as falésias. Quando o nível do mar aumenta, este erode as falésias, já quando ocorre uma regressão, o nível de erosão é abandonado e durante uma nova subida outro nível de erosão é iniciado (SILVA, 2008).

Segundo Loureiro e Castro (2019), a degradação no topo e no sopé das falésias é dada por vários fatores como, por exemplo, circulação de carros e construção no entorno das falésias, causando desmoronamento, compactação e impermeabilização do solo.

De acordo com Silva et al (2020), as falésias do litoral leste do Ceará, que se estende da cidade de Fortaleza ao limite do estado do Rio Grande do Norte, estão localizadas nos municípios Cascavel, Beberibe, Fortim, Aracati e Icapuí. Como mostra na Figura 5, no litoral do estado do Ceará possui tanto falésias ativas quanto inativas.

Figura 5 - Mapeamento das falésias do litoral leste do Ceará.



Fonte: Silva et al (2020).

### 2.3. Acidentes registrados

Como muitos locais que contém falésias são alvo de grande volume turístico e atraem construções de hotéis e de casas de veraneio, há vários relatos de acidentes devido à movimentação de massa nessa formação geológica.

Na Praia de Argaga, na região de La Gomera na Espanha, em novembro de 2020, houve um deslizamento em uma falésia, como mostra a Figura 6, onde passavam caravanas de turistas na hora do acidente na estrada localizada na base da encosta. O acidente é relatado de acordo com Murilo (2020) que cita também em sua matéria outros acidentes que aconteceram na mesma região.

Figura 6 - Deslizamento na encosta da Praia de Argaga, na Espanha.



Fonte: Murilo (2020).

Já na Grécia, pelo menos sete pessoas ficaram feridas após o desabamento, apresentado na Figura 7, de parte da falésia na Ilha de Zakynthos no ano de 2018 (CORREIO DA MANHÃ, 2018).

Figura 7 - Momento do desabamento de parte da falésia na Ilha de Zante.



Fonte: Correio da manhã (2018).

Em Albufeira, Portugal, na Praia de Maria Luísa houve um deslizamento de falésia, onde pelo menos cinco pessoas morreram e três ficaram feridas. De acordo com Revez e Oliveira (2009) a área era sinalizada e os turistas foram alertados pelo salva-vidas.

No Brasil também há vários relatos de acidentes devido a ruptura de taludes nas praias. Em Pipa, no Rio Grande do Norte, um casal e uma criança foram soterrados devido à queda de uma parte do maciço. A notícia relata que o casal foi avisado do risco de desabamento da falésia (VIRGÍLIO, 2020).

Xerez (2018) relata a destruição de parte da falésia na Praia de Canoa Quebrada devido a ressaca do mar, como mostra a Figura 8. O acidente ocorreu no dia 19 de setembro de 2018 por volta de 15h devido ao avanço do mar, provocando danos às barracas de praia, mas ninguém ficou ferido.

Figura 8 - Deslizamento de falésia na Praia de Canoa Quebrada.



Fonte: Xerez (2018).

Outro movimento de terra relatado próximo à Praia de Canoa Quebrada foram os deslizamentos em período de chuva, em que houve o rompimento do solo onde fica localizado o antigo cemitério de Aracati – CE, como mostra a Figura 9. Nesse período a Prefeitura recebeu várias denúncias sobre a existência de ossadas expostas em consequência dos deslizamentos. Mas, de acordo com o secretário, não haviam corpos à vista (DAMASCENO e VIEIRA, 2020).

Figura 9 - Deslizamento de falésia próximo ao cemitério em Aracati - CE.



Fonte: Damasceno e Vieira (2020).

Segundo Júnior (2016), a falésia de Cabo Branco, apresentada na Figura 10 localizada em João Pessoa – PB, possui um intenso processo erosivo devido a ocupação irregular da área. Nas décadas de 1980 e 1990 possuía um grande fluxo turístico por ser conhecido como “a cidade onde o sol nasce primeiro”, sendo o ponto extremo ao leste das Américas, perdendo seu posto futuramente para a Praia da Ponta do Seixas. A partir do ano 2000 foram realizados vários estudos na região que comprovaram inúmeros movimentos de massa que atingiram a falésia. No ano de 2009 houve o rompimento da falésia que levou ao desabamento de parte do muro do Farol do Cabo Branco junto com parte do talude, como mostra a Figura 11.

Figura 10 - Falésia da Praia de Cabo Branco.



Fonte: Poupa Turismo *apud* PATRIOTA (2021).

Figura 11 - Área interditada após desabamento de falésia.



Fonte: Google Imagens *apud* JUNIOR (2016).

Em Beberibe, na Praia de Morro Branco, houve um deslizamento de falésia próximo ao Centro de Artesanato, arrastando parte do calçamento e colocando em risco de desabamento as construções vizinhas, como está exposto na Figura 12. De acordo com a secretária de Turismo de Beberibe o acidente se deu em consequência do volume de chuvas que causou a erosão do maciço. Moradores relatam que antes do ocorrido foram avistados buracos na falésia. Segundo o professor Rubson Maia, o colapso se deu também devido a saturação do solo causado pela presença de um dreno de esgoto ou captação pluvial, além da carga que as construções transferem para o maciço (CRISPIM, 2021).

Figura 12 - Deslizamento de falésia na Praia de Morro Branco.



Fonte: Crispim (2021).

## 2.4. Soluções empregadas

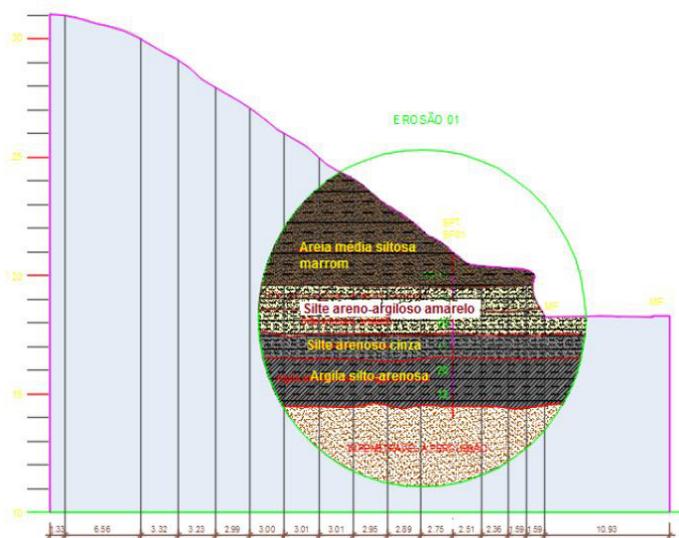
Nos locais onde ocorreram os acidentes citados no Item 2.3 e em outras regiões foram realizadas intervenções para prevenir que um novo acidente ocorresse.

De acordo com Revez e Oliveira (2009), na Praia de Maria Luíza, em Albufeira, foi apenas realizada uma interdição da área para retirada de parte do talude que não tinha desabado para suavizar sua inclinação, impedindo um novo rompimento da falésia.

Após o desabamento da falésia próximo a feira de artesanato na Praia de Morro Branco, segundo Aguiar (2021), uma moradora relatou que este foi o terceiro desabamento na área, em que a empresa responsável pela obra realizava apenas o isolamento simples com cones e fitas da área atingida. A Prefeitura de Beberibe emitiu uma nota, em março de 2021 declarando que tinha começado as obras de contenção e que já havia começado a etapa de enrocamento de pedras e instalação de manilhas para drenagem pluvial.

Segundo Júnior (2016), a Prefeitura Municipal de João Pessoa lançou o “Projeto Renaturalização Da Falésia Do Cabo Branco” elaborado pela empresa Acquatool, visando a execução de contenção da erosão da falésia do Cabo Branco, possuindo dois tipos de intervenção: (a) o direcionamento da drenagem superficial e (b) a alteração da geometria do talude. A drenagem ocorrerá através de valas e drenos verticais revestidos de material geotêxtil, encaminhando a água para camadas de siltes-arenosos abaixo da base da encosta, como mostra a Figura 13.

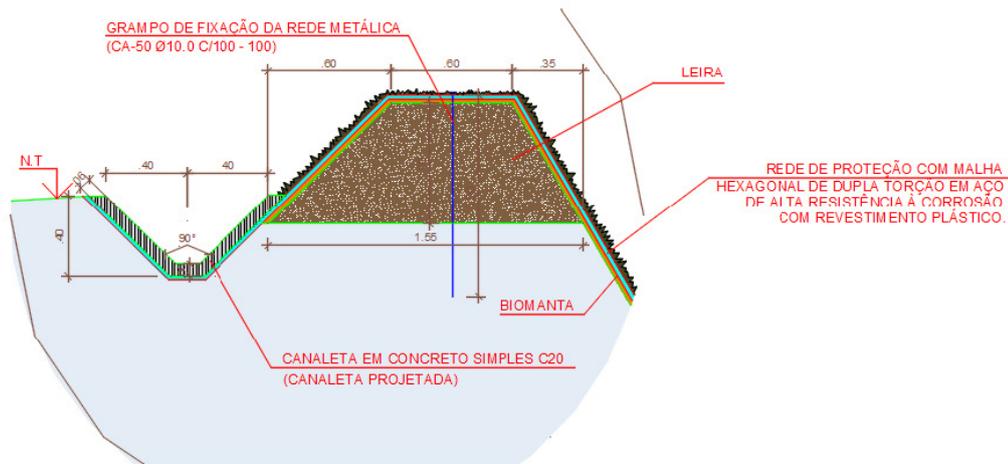
Figura 13 - Detalhe das camadas do talude.



Fonte: SEPLAN – JP *apud* JÚNIOR (2016).

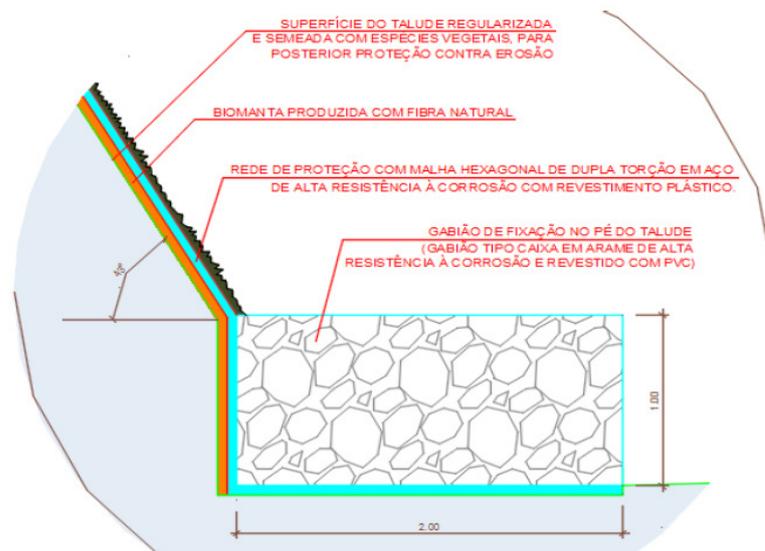
Já a modificação da geometria do talude dar-se-á pela regularização da superfície com 43 graus de inclinação que será protegido por uma biomanta e tela metálica, como mostra a Figura 14. Na base da encosta será executado um pequeno muro de gabião, apresentado na Figura 15, tanto para fixar as mantas quanto para conter o solapamento da falésia (JÚNIOR, 2016).

Figura 14 - Detalhamento da leira e da drenagem na crista do talude.



Fonte: SEPLAN – JP *apud* JÚNIOR (2016).

Figura 15 - Detalhe do muro de gabião na base do talude.



Fonte: SEPLAN – JP *apud* JÚNIOR (2016).

O Projeto Falésias, realizado pela UFRN (Universidade Federal do Rio Grande do Norte) em parceria com a UFC (Universidade Federal do Ceará), com o IFPB (Instituto Federal da Paraíba) e com o MDR (Ministério de Desenvolvimento Regional) busca analisar a situação

de falésias nas praias do Rio Grande do Norte e apresentar soluções contra o risco de desmoronamento na região. (AMORIM e MAIA, 2021).

Segundo Amorim e Maia (2021), uma das medidas a serem tomadas deve ser um plano de desinvestimento que é uma ferramenta jurídica de gestão territorial para definir limites de segurança a partir da borda da encosta, visando principalmente a realocação dos imóveis em área de risco. Além disso, outra medida a ser considerada é o desvio de fluxo de veículos pesados próximo a falésias. A realização ou aprimoramento do sistema de drenagem de água pluvial na ocorrência de precipitações é uma intervenção a ser aplicada, visando a redução da erosão e da saturação do solo. Devido a passagem e a parada de veículos tanto na base quanto no topo das falésias, é interessante que tenha a instalação de muretas metálicas impondo limites de segurança. Visando aumentar a resistência contra o solapamento na base das falésias é possível propor o enrocamento com talus *in situ* utilizando material do entorno imediato.

## 2.5. Checklist

*Checklist* é uma lista de verificação utilizada como um método de avaliação inicial para orientar ações a serem tomadas. Seu principal objetivo é auxiliar no monitoramento do objeto de estudo, sendo o *checklist* desenvolvido de acordo com a necessidade e com os fatores relevantes para a circunstância (CARDIA, 2015).

Ele permite que sejam padronizadas e organizadas as informações a serem coletadas, facilitando e dinamizando a análise da área estudada. Por meio dele, é possível verificar de forma eficiente as características físicas da zona costeira, e os possíveis desencadeadores dos processos erosivos (SCUDELARI, BRAGA E COSTA, 2005).

Amaro e Silva (2020) propuseram um *checklist* para implementar o Single-Pilot Resource Management (SRM) sendo definido como “verificação metódica das etapas de um procedimento para que este se desenvolva de forma segura”. O SRM é uma ferramenta que auxilia na consciência situacional e na tomada de decisão referente ao gerenciamento de aeronaves. A pesquisa mostrou que o *checklist* auxiliou a identificar os principais pontos do SRM a serem avaliados em âmbito nacional.

Segundo Rigolon (2013), foi utilizado um *checklist* disponibilizado pelo Ministério Público do Trabalho, como mostra a Figura 16, visando avaliar o cumprimento da NR-18 em um canteiro de obra. Este *checklist* é uma análise simples permitindo apenas identificar a presença ou ausência dos elementos relevantes para a avaliação.

Figura 16 - Parte do *checklist* de conformidade à NR-18.

	<b>Ministério Público da União</b> <b>Ministério Público do Trabalho</b> <b>Programa Nacional de Combate às Irregularidades Trabalhistas na Indústria da Construção Civil</b>
---	---

## "CHECK LIST" - NR 18

Empresa: \_\_\_\_\_

Endereço: \_\_\_\_\_

Número de empregados: \_\_\_\_\_ Homens: \_\_\_\_\_ Mulheres: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_ Horário: \_\_\_\_\_

AMBIENTE DE TRABALHO	SIM	NÃO	Não aplicável
Há 20 trabalhadores ou mais? Se a resposta for sim, há PCMAT? (18.3.1)			
Há SESMT? Está dimensionado de acordo com o Quadro II da NR-4?			
O PCMAT contempla a NR 9 - Programa de Prevenção e Riscos Ambientais ? (18.3.1.1)			
O PCMAT é mantido no estabelecimento à disposição da fiscalização? (18.3.1.2)			
O PCMAT foi elaborado e é executado por profissional legalmente habilitado em segurança do trabalho? (18.3.2)			
A implementação do PCMAT nos estabelecimentos é de responsabilidade do empregador ou condomínio? (18.3.3)			
Os seguintes documentos integram o PCMAT? (18.3.4)			
a) memorial sobre condições e meio ambiente de trabalho, com riscos de acidentes e de doenças do trabalho e suas respectivas medidas preventivas			
b) projeto de execução das proteções coletivas em conformidade com as etapas de execução da obra			
c) especificação técnica das proteções coletivas e individuais a serem utilizadas			
d) cronograma de implantação das medidas preventivas definidas no PCMAT			

Fonte: Rigolon (2013).

Já visando o processo de qualidade, Castanheira (2018) propôs um *checklist*, como mostra a Figura 17, a fim de avaliar as etapas que antecedem a execução de revestimento cerâmico, a execução propriamente dita e o resultado final. Assim como o *checklist* utilizado por Rigolon (2013), este *checklist* apenas identifica se há ou não os problemas a serem analisados.

Figura 17 – Parte do *checklist* para controle de execução de revestimento cerâmico.

CHECKLIST PARA CONTROLE DE EXECUÇÃO DE REVESTIMENTO CERÂMICO			
Obra:	Complemento:		
Endereço:	Execução:		
Empresa Responsável:	Fiscalização:		
ETAPA			CONFORMIDADE
1. REQUISITOS DE PROJETO			OK NOK NA
1.1	Há identificação de qual empreendimento o projeto se refere?		
1.2	O projeto foi devidamente compatibilizado com os projetos arquitetônico e estrutural?		
1.3	É especificada a paginação do revestimento em cada área onde será executado, detalhando o tipo de base, descida de eletrodutos e tubulações?		
1.4	São descritos os materiais e ferramentas necessários para se executar o serviço de revestimento?		
1.5	São especificados detalhes construtivos como juntas, soleiras, rodapés, caimentos em áreas molhadas ou molháveis, telas de reforço entre outros de acordo com o previsto em norma?		
1.6	São especificadas as propriedades e características das argamassas de emboço, colante e de rejuntamento (traço, tipo, marca, entre outras)		
1.7	São especificadas as peças cerâmicas e os cortes a serem feitos em cada paginação? (tamanho, modelo, marca, cor, tipo)		
1.8	São descritas as técnicas construtivas para a execução de cada camada do revestimento?		
1.9	São descritos os procedimentos de manutenção do revestimento depois de entregue?		
2. RECEBIMENTO E ARMAZENAMENTO			OK NOK NA
2.1	Existe um cronograma de compra de material para que não haja armazenagem excessiva e material fora do prazo de validade.		
2.2	A remessa de peças cerâmicas recebida está de acordo com o pedido realizado.		
2.3	A inspeção visual de amostragem da remessa de peças cerâmicas apontou 5% ou menos peças com defeitos (quebradas, embicadas, trincadas).		
2.4	As peças cerâmicas são armazenadas em local livre de intempéries, em pilhas separadas por remessa e referência e com no máximo 4,5m de altura.		
2.5	Os sacos de argamassa industrializada são armazenados em pilhas de no máximo 15 sacos, afastados do chão e com 30 cm de distância das paredes.		
3. QUESTÕES EXECUTIVAS			OK NOK NA
Pré-requisitos	Tubulações de água e esgoto embutidas e testadas.		
	Caixas de passagem e eletrodutos embutidos.		
	Impermeabilização concluída.		
	Condições ergonômicas do local de trabalho (andaimes, balancins) .		
	Equipamentos para preparação da argamassa (misturador, peneiras, medidores).		
	Ferramentas para aplicação da argamassa (sarrafo, régua, masseiras).		
	Planeza, prumo, nivelamento e ausência de fissuras da base verificados.		

Fonte: Castanheira (2018).

Buscando auxiliar na classificação do nível de perigo em barragens de terra, a Companhia de Gestão de Recursos Hídricos (COGERH) (2018) elaborou um *checklist* de inspeção para barragens, como mostra a Figura 18. Nesse documento os problemas são avaliados dependendo da sua localização na barragem e são classificados de acordo com sua situação, magnitude e nível de perigo. Esse modelo de *checklist* é mais completo, pois permite uma análise futura e uma melhor comparação entre avaliações realizadas em períodos diferentes.

Figura 18 - Parte do *checklist* elaborado pela COGERH.

LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA						ILUSTRAÇÕES
A.1	Infraestrutura operacional	ST	MG	NP		
1	Falta de documentação sobre a barragem	NE	-	0		
2	Falta de material para manutenção	NE	-	0		
3	Falta de responsável local pela manutenção e operação	NE	-	0		
4	Falta de treinamento do responsável local (agir)	PC	G	0		
5	Precariedade de acesso de veículos	NE	-	0		
6	Falta de energia elétrica	NE	-	0		
7	Falta de sistema de comunicação eficiente	NE	-	0		
8	Falta ou deficiência de cercas de proteção e mata-burro	PC	M	0		
9	Falta ou deficiência nas placas de aviso	PC	G	0		
10	Falta de acompanhamento da administração regional	NE	-	0		
11	Falta de manuais de operação e manutenção dos equipamentos hidromecânicos e elétricos	PC	G	0		

Fonte: COGERH (2018).

A muitos anos estuda-se meios de analisar as áreas de encosta, buscando realizar um monitoramento da costa. Segundo Camara (2018), foram desenvolvidos vários *checklist* em estudos sobre a zona costeira, e observou-se que houve uma evolução ou modificação do *checklist* de acordo com a região estudada. Para a elaboração dos *checklist* foram levados vários aspectos em consideração, como tipo e altura de falésia, vegetação presente, construções vizinhas, turismo local, entre outros.

Segundo Scudelari, Braga e Costa (2005), foi utilizado um *checklist*, apresentado na Figura 19, para identificar processos erosivos na Praia da Pipa – RN, visando padronizar as informações coletas e sistematizar a área estudada. O *checklist* apresentado foi elaborado especificamente para avaliação de erosão em falésias, mas pode-se observar que não possui informações suficientes para análise e também não avalia a gravidade dos problemas.

Figura 19 - Checklist para avaliação de processos erosivos em falésias.

<b>CHECKLIST DE CARACTERIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO</b>	
Nome/Lugar: _____	Lua: _____
Data/Horário: _____	Maré: _____
<b>CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DO TRECHO</b>	
<b>Caracterização da Falésia:</b>	
Falésias vivas	<input type="checkbox"/>
Falésias recuadas	<input type="checkbox"/>
Altura da falésia (aprox.) _____	Perfil do talude (aprox.) _____
Vegetação e sua distribuição: ( ) Topo; ( ) Face; ( ) Base.	
Uso da falésia: ( ) Acesso à praia; ( ) Mirante; ( ) Área de preservação; ( ) Outros: _____	
<b>Estruturas na Falésia:</b>	
Uso da propriedade: ( ) Moradia; ( ) Veraneio; ( ) Pousada; ( ) Comércio; ( ) Outros: _____	
Qual a distância da estrutura até a borda da falésia? _____	
<b>IDENTIFICAÇÃO DOS PROCESSOS EROSIVOS NO TRECHO</b>	
<b>Escoamento superficial:</b>	
Há uma planície que produz um escoamento descontrolado pela face da falésia?	<input type="checkbox"/>
Há sistemas de fraturas, nesta planície, que condicionam o escoamento superficial?	<input type="checkbox"/>
Erosão Pluvial, Qual? (ravinas, voçorocas) _____	<input type="checkbox"/>
Contribuições na erosão superficial: ( ) Drenos de casa; ( ) Irrigação; ( ) Outros: _____	
<b>Percolação da água subterrânea:</b>	
As maneiras que a água é infiltrada no topo da falésia: ( ) Tanques sépticos; ( ) Irrigação; ( ) Drenos; ( ) Piscinas; ( ) Outros _____	
Há superfícies úmidas na face da falésia?	<input type="checkbox"/>
Há deslizamentos ativos ou históricos?	<input type="checkbox"/>
Qualquer outro tipo de movimento de massa. Qual? _____	
<b>Ação da onda:</b>	
Na maré alta existe uma faixa de praia? Largura: _____	<input type="checkbox"/>
Linhas de arenito na faixa de praia. Tipo: _____	<input type="checkbox"/>
As ondas escovam o pé da falésia?	<input type="checkbox"/>
Proteção no pé da falésia. Tipo: _____	<input type="checkbox"/>
Há alguma obra de controle da erosão? Tipo: _____	<input type="checkbox"/>
A obra causa mais erosão?	<input type="checkbox"/>
Obs: _____	

Fonte: Scudelari, Braga e Costa (2005).

A Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) é uma empresa pública que visa monitorar os recursos geológicos do Brasil. Uma das formas de monitoramento utilizada pelo órgão é a realização de *checklist*. A Figura 20, mostra um *checklist* usado para monitoramento utilizado na região da Praia de Morro Branco. O *checklist* apresentado não é muito eficiente, pois é muito generalizado, visto que é utilizado não só para deslizamento de solo, mas também para erosão, inundação, entre outros processos. Além disso, pode-se observar a carência de informações importantes para uma melhor avaliação das falésias.

Figura 20 - Checklist de setorização de áreas de risco em falésias.


**Setorização de Áreas em Alto e Muito Alto Risco a Enchentes e Movimentos de Massa**

UF:  Município:  Setor:  Data:

---

**INDICADORES**

Recorrência:  Processos ocorridos

<p><u>Instabilidade</u></p> <p>Trinca no terreno <input type="text" value="NÃO"/></p> <p>Muro embarrigado <input type="text" value="NÃO"/></p> <p>Aterro lançado <input type="text" value="SIM"/></p> <p>Lixo lançado <input type="text" value="SIM"/></p> <p>Trinca na moradia <input type="text" value="NÃO"/></p> <p>Feições erosivas <input type="text" value="SIM"/></p> <p>Degraus de abatimento <input type="text" value="NÃO"/></p> <p>Inclinação de árvores, postes, muros <input type="text" value="NÃO"/></p>	<p><u>Potencial de Saturação do Solo</u></p> <p>Presença de fossas <input type="text" value="NÃO"/></p> <p>Presença de esgoto <input type="text" value="SIM"/></p> <p>Surgência de água <input type="text" value="NÃO"/></p> <p>Vazamentos <input type="text" value="NÃO"/></p> <p>Drenagem água pluvial <input type="text" value="NÃO"/></p> <p>Lançamento de águas servidas <input type="text" value="SIM"/></p>
--	--

---

**CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DE RISCO**

<p><u>Consolidação</u> <input type="text" value="50% construída"/></p> <p><u>Vegetação</u> <input type="text" value="Acima de 50%"/></p>	<p><u>Tipo de Ocupação</u></p> <p>Casa alvenaria <input type="text" value="SIM"/></p> <p>Casa madeira <input type="text" value="SIM"/></p> <p>Casa mista <input type="text" value="SIM"/></p> <p>Edifício <input type="text" value="NÃO"/></p>	<p><u>Equipamentos Públicos Comunitários</u></p> <p>Hospitais <input type="text" value="0"/></p> <p>Escolas <input type="text" value="0"/></p> <p>Igrejas <input type="text" value="0"/></p> <p>Ginásio <input type="text" value="0"/></p> <p>Postos de saúde <input type="text" value="0"/></p> <p>Delegacias/Presídios <input type="text" value="0"/></p>
--	--	---

---

**CARACTERÍSTICAS DO ENTORNO IMEDIATO**

Consolidação

---

Executor:  Unidade:

Executor:  Unidade:

Fonte: CPRM (2015).

O monitoramento realizado pelo CPRM é uma espécie de relatório das regiões em estudo, como mostra as Figuras 21 e 22.

Figura 21 - Relatório de setorização de risco da CPRM na Praia de Morro Branco I.



Fonte: CPRM (2015).

Figura 22 - Relatório de setorização de risco da CPRM na Praia de Morro Branco II.



Fonte: CPRM (2015).

## 2.6. Caracterização do local de estudo

O município de Beberibe, destacado na Figura 23, está localizado no litoral leste do estado do Ceará a 85 km de Fortaleza, possuindo uma área territorial de 1.596,751 km<sup>2</sup> e uma população de 54.315 habitantes (IBGE, 2020). Segundo a SETUR/CE (2019), Beberibe possui uma extensão litorânea que varia de 1,5 a 2,5 km e um litoral de 54 km, dando destaque à Praia de Morro Branco, Praia das Fontes e Lagoa do Uruaú.

Figura 23 - Localização do município de Beberibe no estado do Ceará.



Fonte: produzido pelo autor (2022).

Beberibe é um município composto por 7 distritos: Beberibe, que é a sua sede, Forquilha, Itapeim, Parajuru, Paripueira, Serra do Felix e Sucatinga. O município faz parte do domínio da microrregião de Cascavel e da mesorregião do Norte Cearense (BEBERIBE, 2022).

Segundo SETUR/CE (2019), as principais atividades econômicas de Beberibe são a indústria e comércio, sendo que as comunidades mais tradicionais do município sobrevivem da pesca e do artesanato. Outra atividade econômica que vem crescendo com o passar do

tempo é o turismo, principalmente devido a sua paisagem natural, visto que o Monumento Natural (MONA) das falésias de Beberibe faz parte de uma das rotas mais procuradas pelos turistas (SILVA, 2008).

Para esta pesquisa, foi escolhida a Praia de Morro Branco que possui o Monumento Natural Das Falésias de Beberibe (MONA) das Falésias de Beberibe, apresentado na Figura 24, que foi criado por meio do Decreto Nº 27.461/04, visando a proteção das falésias (SETUR, 2019).

Art. 1º Fica criada a Unidade de Conservação Estadual de Proteção Integral denominada MONUMENTO NATURAL DAS FALÉSIAS DE BEBERIBE, localizada no Município de Beberibe, no Estado do Ceará, com extensão de 31,29 ha (trinta e um hectares e vinte e nove ares) (CEARÁ, 2004).

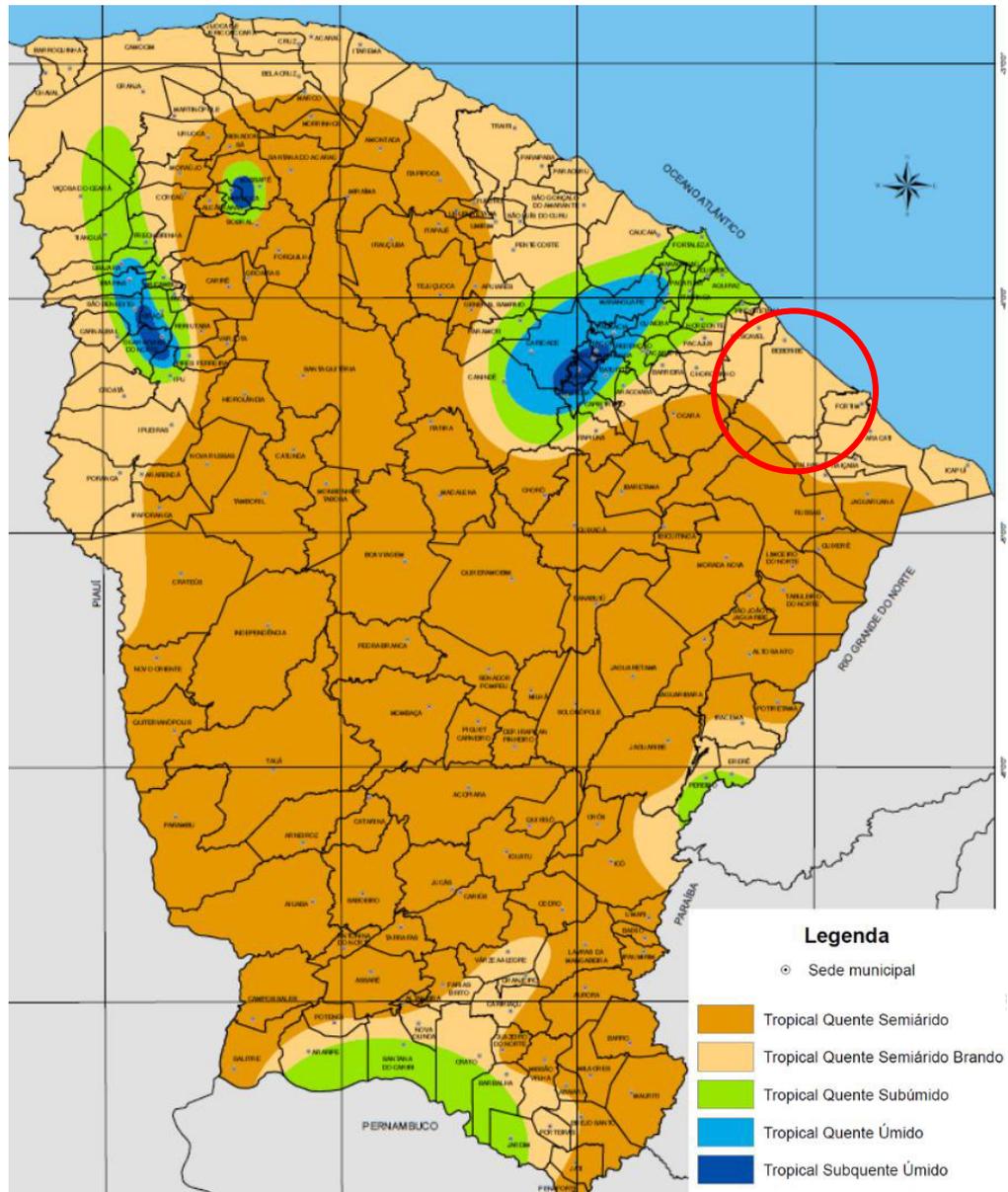
Figura 24 – Topo de falésia localizada no Monumento Natural da Falésias de Beberibe.



Fonte: SETUR/CE (2019).

O estado do Ceará possui predominantemente o clima semiárido, mas, devido a diversos fatores como, por exemplo, relevo e vegetação, possui também algumas localidades de clima semiúmido e úmido, como apresenta a Figura 25. Beberibe se encontra na região de clima semiárido com 6 a 8 meses secos.

Figura 25 - Mapa de clima do Ceará.



Fonte: FUNCEME (2020).

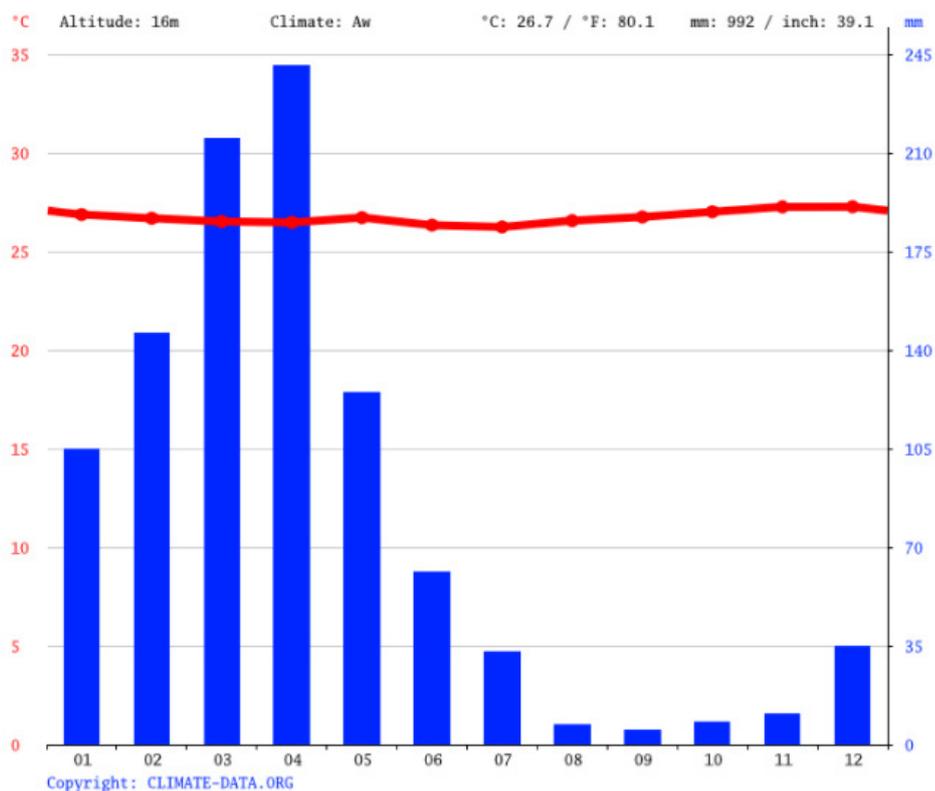
A temperatura média anual do município de Beberibe é de 26,7°C, sendo a temperatura média máxima e mínima, respectivamente, 30,5°C e 23,9°C. Sendo agosto e setembro os meses com menor precipitação e março e abril os meses com maior precipitação, como mostra o Quadro 1 e a Figura 26 (CLIMATE-DATA 2022).

Quadro 1 - Dados climatológicos do município de Beberibe.

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Temperatura média (°C)	26.9	26.7	26.5	26.5	26.7	26.3	26.2	26.6	26.7	27	27.3	27.3
Temperatura mínima (°C)	25	24.8	24.7	24.7	24.8	24.3	23.9	23.9	24.2	24.8	25.2	25.3
Temperatura máxima (°C)	29.5	29.1	28.8	28.8	29.2	29	29.4	30.4	30.5	30.4	30.4	30.1
Chuva (mm)	105	146	215	241	125	61	33	7	5	8	11	35
Umidade(%)	78%	81%	83%	83%	80%	77%	72%	67%	68%	70%	71%	74%
Dias chuvosos (d)	14	15	18	18	13	8	5	1	1	2	3	8
Horas de sol (h)	8.3	7.8	7.2	7.4	8.1	8.5	8.9	9.6	9.3	8.8	8.7	8.8

Fonte: Climate-Data (2022).

Figura 26 - Gráfico de temperatura e precipitação média anual.



Fonte: Climate-Data (2022).

O município de Beberibe está inserido na Bacia Hidrográfica Metropolitana, como mostra a Figura 27, sendo sua drenagem principal os rios Choró, Pirangi, o riacho Salgadinho e os córregos Grande, do Camará e Maria Preta (Ministério de Minas e Energia, 1998). Segundo Silva (2008), existe 74 lagoas no município, sendo as mais importantes a Lagoa do Uruaú, Tanque Ribeiro, Paripueira, Uberaba e Córrego do Sal.

Figura 27 - Mapa de recursos hídricos do Município de Beberibe.



Fonte: adaptado de COGERH (2019).

Segundo Morais et al (1975), as falésias da Praia de Morro Branco são formadas por 4 camadas, como mostra a Figura 28. A camada mais inferior é formada por um arenito, amarelo-esverdeado com cimento argiloso, que pode atingir até 3,5m de altura. A camada seguinte varia em até 2m apresentando cores variadas, textura mosqueada, sendo considerado que é formada por sedimentos mal selecionados. A terceira camada é composta por um arenito de cor cinza com argila e silte com espessura de aproximadamente 6m. E, por fim, a última camada é constituída por areia argilosa de cor avermelhada com uma variação de até 4m de altura.

Figura 28 - Feição de talude de falésia na Praia de Morro Branco.



Fonte: produzido pelo autor (2022).

O município de Beberibe apresenta predominantemente em seu relevo as dunas móveis em sua faixa litorânea e neossolo quartzarênico, como mostra a Figura 29, sendo caracterizado por uma textura arenosa de cor amarelada (FUNCEME, 2018).

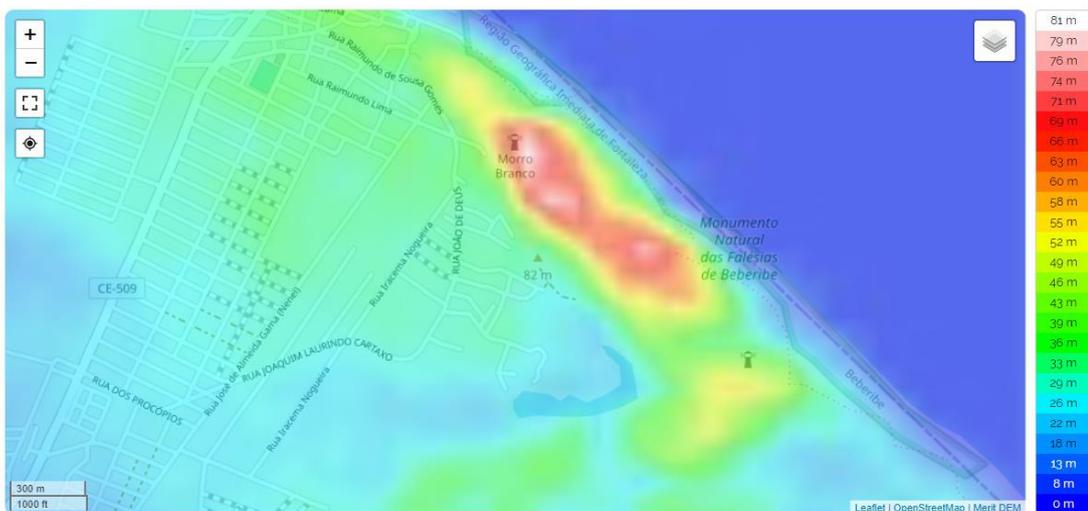
Figura 29 - Levantamento de solo do estado do Ceará.



Fonte: Adaptado de FUNCEME, 2018.

Na Praia de Morro Branco onde as falésias estão presentes pode variar de 29m a 81m de altitude, como mostra a Figura 30.

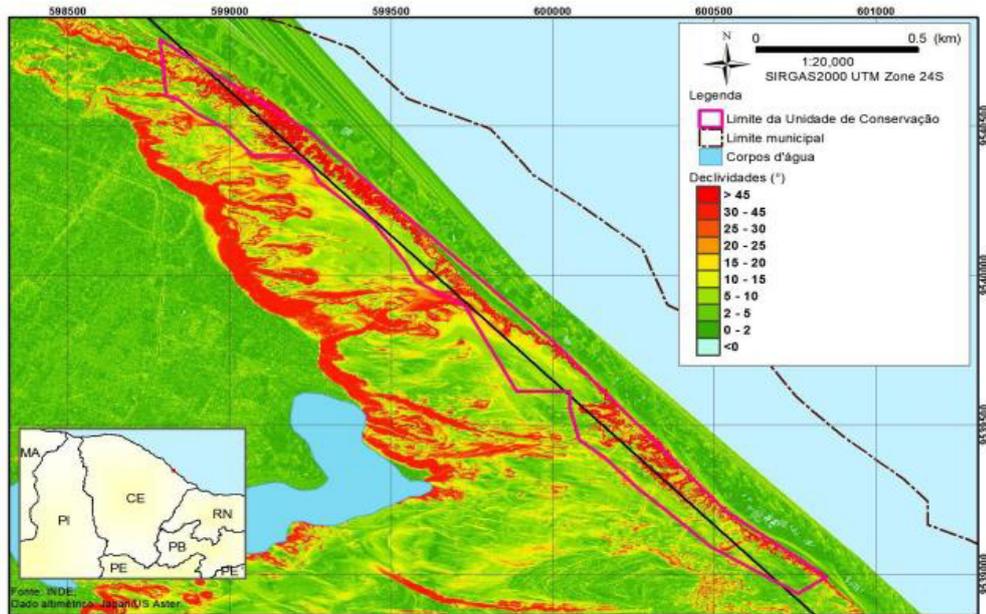
Figura 30 - Mapa topográfico da região da Praia de Morro Branco.



Fonte: Topographic-map (2022).

Segundo Melo, et al. (2002) apud CÂMARA (2019) as falésias da Praia de Morro Branco variam entre 10 e 35 m de altura, com uma média de 25 m, sendo que seu comprimento pode variar de 20 a 150 m em direção ao continente. Além disso, como pode-se observar nas Figuras 31 e 32, a maior parte dos taludes das falésias possuem inclinação maior que 45°.

Figura 31 - Clinografia da Praia de Morro Branco.



Fonte: SETUR/CE (2019).

Figura 32 – Encosta dos taludes na Praia de Morro Branco.



Finte: produzido pelo autor (2022).

Ao realizar uma visita em campo, percebeu-se a ausência de infraestrutura principalmente visando o turismo sobre as falésias, visto que nem toda extensão do litoral do município faz parte do MONA, apresentada na Figura 33.

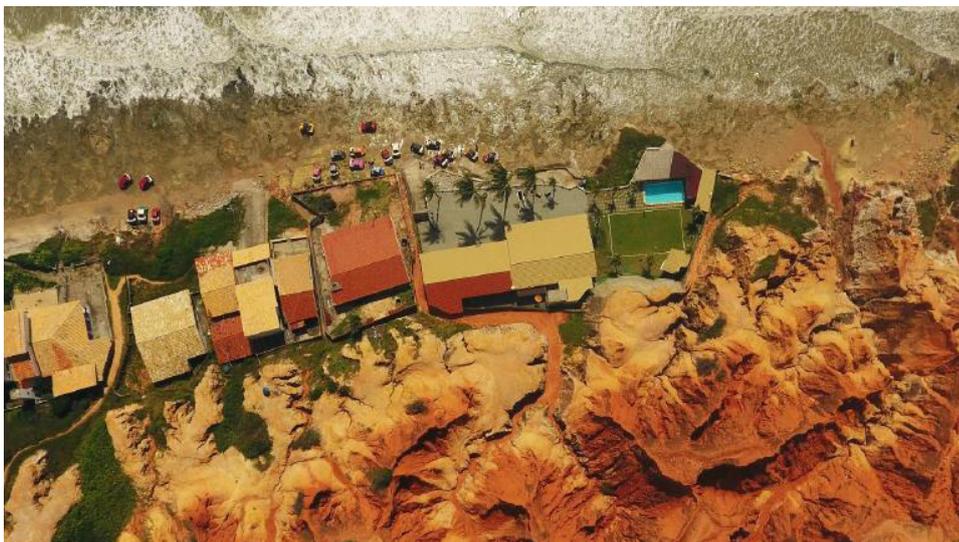
Figura 33 - Ponto da trilha do MONA das falésias de Beberibe chamado de "Buraco da Sogra".



Fonte: Silva (2008).

Ao longo da faixa de praia no município de Beberibe é possível observar a ocupação desordenada das barracas de praias e algumas construções residenciais e hoteleiras no topo das falésias, como mostra as Figuras 34 e 35.

Figura 34 - Construções na região do Monumento Natural das Falésias de Beberibe.



Fonte: Amaral et al (2020).

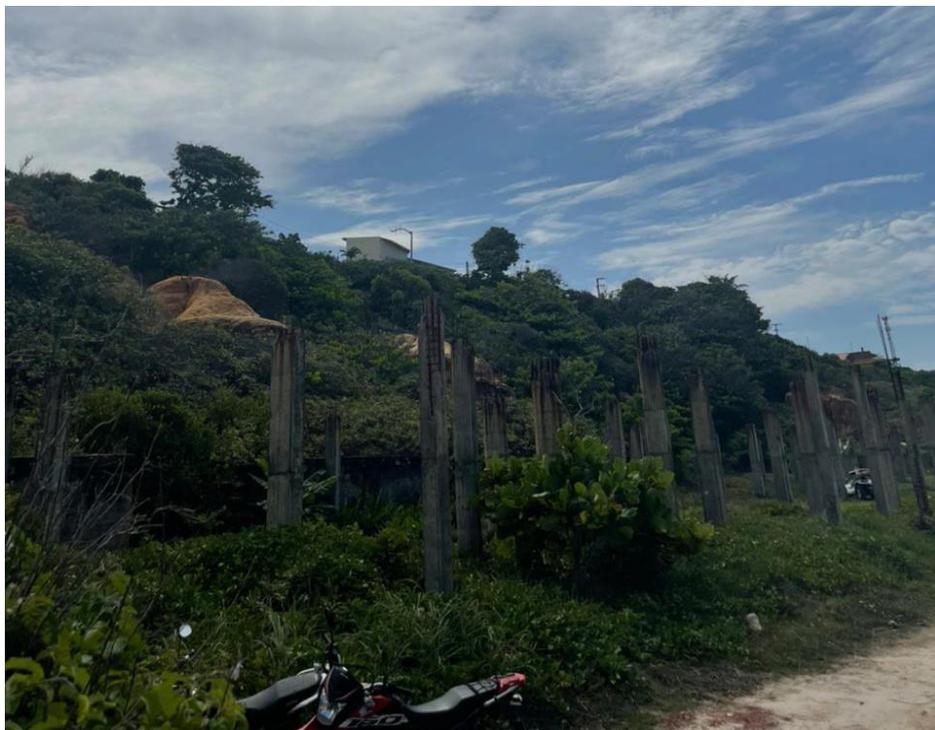
Figura 35 - Hotel e residências construídos no topo das falésias na Praia das Fontes.



Fonte: produzido pelo autor (2022).

Em junho de 2006, foi embargada a obra de um hotel de gabarito previsto de 26m de altura a frente das falésias na Praia do Morro Branco, como mostra a Figura 36 (Barroso, 2010). A população local relata que era um empreendimento grande que tiraria a visão do topo das falésias da localidade e além disso teve que ser feito um recuo escavando parte da falésia.

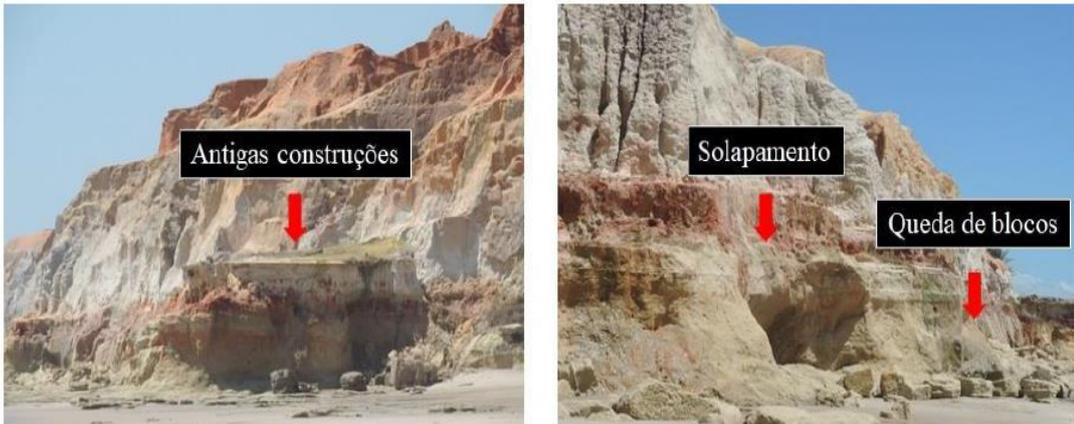
Figura 36 - Obra embargada na Praia do Morro Branco.



Fonte: produzido pelo autor (2022).

As falésias que estão dentro da Unidade de Conservação MONA ainda sofrem degradação natural em suas feições, mas devido a ocupação desordenada da região das falésias, que não fazem parte da área de preservação, há bastante degradação não só natural como, por exemplo, avanço do mar, vento e chuva, mas também por conta de ações antrópicas, como mostra as Figuras 37 e 38.

Figura 37 - Falésias ativas da Praia de Morro Branco.



Fonte: Câmara (2019).

Figura 38 - Construção no topo da falésia na Praia de Morro Branco com um muro de contenção para impedir a erosão pelo avanço do mar.



Fonte: produzido pelo autor (2022).

## 2.7. Análise geotécnica

A análise geotécnica da Praia do Morro Branco será baseada na dissertação de Silva (2004) que realizou o reconhecimento da faixa de praia entre a Lagoa do Uruaú e a Praia de Morro Branco numa extensão de aproximadamente 7km durante o mês de outubro de 2002.

Segundo Silva (2004), as amostras coletadas apresentaram variação de cor entre branco e vermelho, sem odor, que é característica de solo que não apresenta matéria orgânica. As amostras evidenciaram estrutura e grau de cimentação fracos, que significa que as formações geológicas são quebradiças e podem se romper facilmente.

A Tabela 1 apresenta o valor médio dos índices físicos das amostras de solo coletadas por Silva (2004). Tais resultados são valores característicos de areia.

Tabela 1 - Índices físicos das amostras de solo da Praia de Morro Branco.

$\delta$ [g/cm <sup>3</sup> ]	$\gamma_d$ [g/cm <sup>3</sup> ]	n [%]	e	K [10-4 cm/s]	LL [%]	LP [%]
2,564	1,802	29,66	0,46	4,96	12	NP

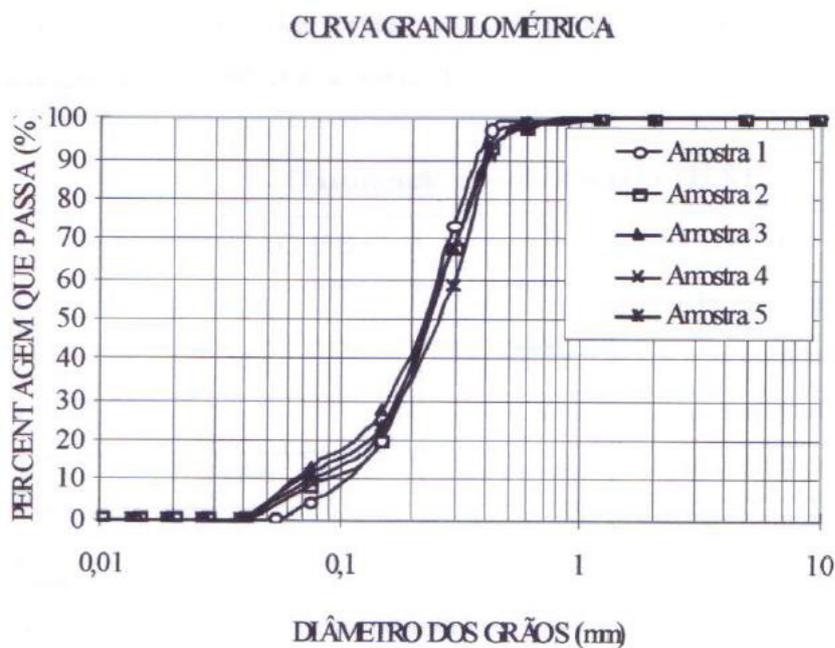
Fonte: adaptado de Silva (2004).

Sendo:

$\delta$ : massa específica das partículas de solo [g/cm<sup>3</sup>];  $\gamma_d$ : massa específica aparente seca do solo “in situ” [g/cm<sup>3</sup>]; n: porosidade [%]; e: índice de vazios [adimensional]; K: permeabilidade [cm/s]; LL: limite de liquidez [%]; LP: limite de plasticidade [%]; NP: não possui plasticidade.

Silva (2004) obteve uma curva granulométrica apresentada na Figura 39 que, juntamente com a Classificação Unificada dos Solos, evidenciou que se trata de uma areia siltosa mal graduada, possuindo um coeficiente de desuniformidade médio de 2,73.

Figura 39 - Curva granulométrica das amostras coletadas na Praia de Morro Branco.



Fonte: Silva (2004).

Segundo Silva (2004), foram realizados ensaios de cisalhamento direto em amostras indeformadas saturadas e não-saturadas. Desses ensaios obteve-se a coesão igual a zero  $\text{kgf/cm}^2$  e ângulo de atrito médio de  $30,72^\circ$ .

Silva (2004) realizou um estudo de perda de solo no trecho das falésias analisado através da Equação Universal de Perdas de Solo (USLE), como mostra a Equação 1, utilizando dados de precipitação, erosividade e permeabilidade observou-se que entre os anos de 1995 e 2000 houve uma perda total de 3.344,92 ton.

$$E=R.K.Ls.C.P \quad (1)$$

Sendo:

E: a perda de solo por unidade de área [ $\text{ton/ha.ano}$ ];

R: erosividade, capacidade da chuva de provocar erosão [ $\text{MJ.mm/ha.h}$ ];

K: erodibilidade, índice relativo à suscetibilidade a erosão do solo [ $\text{ton.h/MJ.mm}$ ];

Ls: Fator topográfico [adimensional];

C: Fator de uso e manejo do solo [adimensional];

P: índice relativo à pratica conservacionista adotada [adimensional].

Segundo Silva (2004), realizou-se análise de estabilidade de taludes para talude com inclinação de aproximadamente  $30^\circ$  através do método das fatias e para taludes com inclinação próxima a  $90^\circ$ , que compreendem a inclinação de maior ocorrência nas falésias estudadas como foi dito no Item 2.6, usou o método de Culmann. Para as duas situações obteve-se que os taludes eram instáveis, ou seja, estavam em estado de ruptura iminente.

### **3. METODOLOGIA**

Este capítulo apresenta a metodologia utilizada para o desenvolvimento desta pesquisa, sendo dividido em 4 partes. A primeira parte relata como foi realizado o estudo preparatório para formação desta pesquisa. A segunda parte foi um levantamento bibliográfico para obter e analisar os dados geotécnicos do local, visando a caracterização do solo da região em estudo. A terceira parte busca explicar a motivação da realização de visita em campo. E a quarta parte apresenta a metodologia empregada para elaboração do checklist, buscando avaliar o risco de movimento de massa presente em falésias na praia de Morro Branco.

#### **3.1. Pesquisa na literatura**

Para realização deste estudo, foram feitas várias pesquisas voltadas para acidentes causados por movimento de massa nas falésias, visto que essa foi a maior motivação para realização deste trabalho.

Através de dissertações, artigos e manuais e estudos de órgãos do governo, explorou-se as considerações sobre zona costeira e, especificamente, sobre falésias, proporcionando um melhor entendimento de sua definição, diversidade e formação geológica.

Com isso, surgiu interesse em averiguar se há a existência de um método de avaliação preliminar para realizar o monitoramento e estimar a gravidade do risco nas falésias.

A região da Praia de Morro Branco foi definida para ser analisada em consequência da quantidade e do tipo de informações encontradas. Através de estudos realizados no local escolhido, foi possível caracterizar a região tanto ecologicamente, quanto geotecnicamente.

Por meio da literatura, coletou-se os dados geotécnicos das falésias da Praia de Morro Branco que consistiram na caracterização do solo e na análise de estabilidade de talude.

#### **3.2. Visita em campo**

Nesta etapa foi realizada uma visita em campo às falésias na Praia de Morro Branco com o objetivo de obter registros fotográficos que permitissem identificar problemas já existentes e evidentes para auxiliar na elaboração do checklist.

#### **3.3. Proposição do checklist**

Nesta etapa da pesquisa pretende-se propor um checklist para permitir melhor avaliação do estado de falésias na região da praia de Morro Branco no município de Beberibe.

Através do estudo realizado para elaborar a revisão bibliográfica deste trabalho percebeu-se a necessidade de uma ferramenta de avaliação de risco para regiões específicas, já

que os *checklists* de avaliação de falésias encontrados são generalizados e não permitem uma análise da gravidade dos problemas a serem encontrados.

Portanto, por meio de estudos já realizados nos estados do Rio Grande do Norte, Ceará, Pernambuco e Maranhão sobre caracterização geotécnica de falésias, foram selecionados os fatores que influenciam na instabilidade do talude. Além dessa investigação, foram considerados aspectos observados em campo e o ponto de vista sobre o assunto das pessoas que frequentam a praia de Morro Branco.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1. Visita em campo

Buscando uma melhor percepção sobre as falésias da Praia de Morro Branco, foi realizada uma visita em campo. Nessa visita, obteve-se registro fotográficos, como mostra a Figura 40, que evidenciou as características da região em estudo e também exemplificou alguns problemas a serem analisados através do *checklist* elaborado.

Figura 40 - Falésia da Praia de Morro Branco - CE.



Fonte: produzido pelo autor (2022).

### 4.2. Checklist

Considerando modelos estabelecidos em obras de engenharia e geotécnicas e visando propor uma solução para uma melhor avaliação do estado de risco das falésias, foi elaborado um checklist, apresentado no Apêndice A, para otimização e sistematização dos pontos a serem inspecionados, sendo dividido em 6 partes.

#### 4.2.1. Identificação

Identificação é a primeira parte do checklist, onde terá os seguintes elementos a serem preenchidos.

- Responsável:

É o nome da pessoa responsável por fazer a avaliação das falésias em campo.

- Estado e município:

Estes itens devem ser preenchidos de acordo com a localização das falésias avaliadas em campo.

- Trecho e subtrecho:

Para uma melhor análise, as falésias a serem observadas devem ser divididas em trechos e subtrechos por terem características e usos diferentes.

- Início e fim do subtrecho:

Neste item deve-se colocar as coordenadas de latitude e longitude do início e do fim do subtrecho para auxiliar na localização do trecho avaliado.

- Data e horário:

Nestes itens deve-se preencher a data e o horário que foi feita a avaliação em campo. Essas informações podem ajudar a obter dados climáticos da região em anos anteriores de maneira a analisar a influência do clima no local.

- Maré:

Neste item deve-se marcar se no período de avaliação a maré estava alta ou baixa.

- Período de chuva:

Neste item deve-se marcar se no momento da avaliação a região estava em período de chuva, sendo uma informação crucial para alerta de risco em falésias.

#### ***4.2.2. Caracterização do trecho***

- Classificação das falésias:

As falésias são classificadas em dois tipos: ativas ou inativas. As falésias vivas são as falésias que ainda sofre influência do avanço do mar, o que aumenta o risco de ocorrência de movimento de massa. Já as falésias inativas não tem mais contato direto com as marés, o que acontece após um longo período de erosão.

- Altura média das falésias:

No trecho é natural que tenha falésias de alturas diferentes, sendo assim o valor médio auxilia a estipular o grau de risco de movimentação de massa, pois quanto mais alta a falésia maior tende a ser o risco de ruptura do solo.

- Inclinação média do talude das falésias

Os taludes das falésias são moldados de várias formas diferentes, tendo influência do vento, do mar, da chuva e até mesmo de rupturas já ocorridas. Dessa forma, a inclinação média dos taludes do trecho contribui para a avaliação de risco, pois quanto mais íngreme é o talude, maior tende a ser o risco de ruptura do solo.

- Largura da faixa de praia:

Este item deve-se preencher com o valor médio da distância entre o mar e a base da falésia.

- Afloramento de rocha na faixa de praia:

Neste item deve esclarecer se há o afloramento de rocha na faixa de praia, o que pode evidenciar o processo de erosão no local.

- Estratigrafia do solo:

Neste item deve conter o número de camadas que existe nas falésias do subtrecho.

- Grau de cimentação do solo

Neste item deve-se identificar se o grau de cimentação do solo é fraco, médio ou forte através de uma simples avaliação tátil para ponderar a pressão necessária para quebrar um torrão de solo.

- Presença de vegetação na falésia

Neste item deve-se identificar se há vegetação na falésia, como mostra a Figura 41, e, caso haja, onde está localizada, visto que a vegetação pode aumentar a fragilidade do solo.

Figura 41 - Falésia na Praia de Morro Branco com presença de vegetação em seu topo e em sua base.



Fonte: produzido pelo autor (2022).

- **Uso da falésia:**

Neste item deve-se identificar como a falésia é utilizada, podendo ser uma área de preservação ou de uso antrópico ou até mesmo uma falésia inutilizada.

- **Histórico de rompimento de talude da falésia:**

Neste item deve-se identificar se houve registro de movimento de massa no trecho ou se há algum indício em campo de que no trecho houve o rompimento do solo.

Os Itens 4.2.3, 4.2.4 e 4.2.5 propõe avaliar a situação de infraestrutura da região, o processo de erosão por ação da natureza e a situação de disponibilidade de instrumentação. Os problemas abordados nesses itens são avaliados de acordo com a legenda apresentada no Quadro 2.

Quadro 2 - Legenda utilizadas no checklist proposto.

LEGENDA	
Situação do problema	
NE: problema não existente	
PV: problema verificado pela primeira vez	
PR: problema resolvido	
DI: problema diminuiu	
PC: problema permaneceu constante	
AU: problema aumentou	
NI: item não inspecionado (informar motivo)	
NP: não é um problema	
Gravidade do problema	
I: insignificante	Problema que pode ser mantido apenas em observação.
P: pequena	Problema que pode ser resolvido a longo prazo, de maneira que o problema não evolua drasticamente.
M: média	Problema que deve ser resolvido imediatamente através de agentes locais
G: grande	Problema que deve ser resolvido imediatamente através de uma empresa especializada.
Nível de perigo	
0 - Nenhum	Não favorece o risco de rompimento da falésia.
1 - Atenção	Favorece o risco de rompimento da falésia a longo prazo.
2 - Preocupante	Favorece o risco de rompimento da falésia, onde deve ser realizado uma intervenção.
3 - Máximo	Problema causa risco iminente de rompimento da falésia.

Fonte: produzido pelo autor (2022).

#### 4.2.3. *Infraestrutura*

Neste item foram abordados os seguintes tópicos:

- Situação das sinalizações:

Por ser um local turístico, é necessário que exista sinalização sobre onde se pode circular e, principalmente, onde há um maior risco de acidentes para segurança das pessoas que transitam pela região das falésias.

- Acesso de veículos:

Devido à fragilidade dessa formação geológica, deve-se identificar se há acesso de veículos na localidade da falésia avaliada tanto para evitar danos a falésia quanto para evitar acidentes caso o solo venha a se romper.

- Presença de lixo e entulho:

Identificar se há presença de lixo e entulho na região da falésia é importante por influenciar tanto na carga atuante no talude quanto na mudança de propriedades do solo por contato da decomposição do lixo.

- Desmatamento irregular:

A verificação de desmatamento irregular da falésia não seria uma preocupação apenas com a fauna e flora da região, mas também com o solo, pois essa ação não fiscalizada pode influenciar no estado do solo, podendo aumentar o risco de rompimento do talude.

- Vigilância patrimonial:

A presença de um ponto de apoio para vigilância patrimonial é essencial para região de falésias para, além de evitar vandalismo, alertar as pessoas que se encontram em locais de risco.

- Pixação na encosta das falésias:

Um problema que a população vem se queixando é a existência de pixações nas encostas das falésias. Se torna um problema não só sobre questão de poluição visual e vandalismo, mas também o modo como escalam as faces da falésia, o que pode ter grande influência na carga atuante no talude e levar ao rompimento do solo.

- Rede elétrica:

A presença de rede elétrica é fundamental, não somente para o funcionamento regular do comércio da região, mas também o bom funcionamento e posicionamento da iluminação pública, o que pode ajudar a evitar acidentes.

- Presença de construção nas falésias:

As falésias atraem vários tipos de construções, seja barracas de praias, seja casas de veraneio, seja hotéis, como mostra a Figura 42. Essas ocupações causam um grande risco a estabilidade das falésias devido ao aumento de carga atuante no solo. Devido a isso, muitas obras acabam embargadas.

Figura 42 - Casa construída no topo da falésia na Praia de Morro Branco.



Fonte: produzido pelo autor (2022).

- Drenagem residencial

Com a presença de construções nas falésias também tem a existência de drenagem residencial, como mostra a Figura 43, o que pode influenciar na ocorrência de movimento de massa como, por exemplo, um vazamento na tubulação pode levar a saturação do solo e tendo como consequência o rompimento do talude.

Figura 43 - Drenagem residencial de uma casa localizada na Praia do Morro Branco.



Fonte: produzido pelo autor (2022).

- Falta de cerca ou mureta de proteção:

A presença de cercas ou muretas auxiliam a guiar as pessoas na utilização do espaço, tanto podendo impedir o acesso de pedestres quanto de veículos.

- Drenagem pluvial:

A execução de uma drenagem pluvial auxilia no desvio do fluxo de água da chuva, buscando assim diminuir a infiltração da água e, conseqüentemente, a saturação do solo.

#### ***4.2.4. Ação de fatores naturais***

- Presença de solapamento:

O avanço do mar, como mostra a Figura 44, pode causar o solapamento na base da falésia, fazendo com que seu topo se torne mais frágil, podendo haver movimento de massa. Este fenômeno ocorre em falésias ativas.

Figura 44 - Ondas do mar incidindo diretamente na falésia na Praia de Morro Branco.



Fonte: produzido pelo autor, 2022.

- Surgência de água na falésia:

É comum encontrar ponto de afloramento de água na encosta de falésias, como mostra a Figura 45. É natural que esse fluxo de água cause desgaste da falésia em seu percurso, o que interfere diretamente na estabilidade da falésia.

Figura 45 - Fonte de água na Praia de Morro Branco.



Fonte: produzido pelo autor (2022).

- Presença de fratura ou trinca na face do talude.

A presença de fratura na face da falésia é um indicativo de que o talude está em risco iminente de ruptura. A Figura 46 mostra um talude já rompido, mas que ainda não ocorreu o movimento de massa.

Figura 46 – Talude rompido em risco iminente de ocorrer movimento de massa na Praia de Morro Branco.



Fonte: produzido pelo autor, 2022.

- Presença de formigueiro ou tocas de animais:

A presença de abrigos feitos por animais é um ponto a ser observado por deixar o talude da falésia mais instável, devido a escavação que é feita no solo.

#### **4.2.5. Instrumentação**

- Piezômetro:

A presença do piezômetro é essencial para uma melhor avaliação da estabilidade de um talude, visto que com esse instrumento obtém-se a carga hidráulica total presente no maciço (GEOTHRA, 2022).

- Inclinômetro:

A instalação de inclinômetros permite a medição da inclinação dos taludes das falésias a serem estudadas.

- Marco topográfico:

A instalação de marcos topográficos permite não somente obter as informações de latitude e longitude do local, mas também fazer o monitoramento na altura das falésias através de sua referência de nível.

- Medidor de nível de água:

Auxilia no monitoramento de lençóis freáticos e saturação do solo.

- Anemômetro:

É um instrumento utilizado para medir a velocidade do vento, o que permite avaliar o grau de influência do vento no processo erosivo.

Além dos pontos citados nos Itens 4.3.3, 4.3.4 e 4.3.5 no final do checklist há um item que pode ser preenchido por problemas vistos em campo, mas que não foram abordados no checklist.

## 5. CONCLUSÃO

Os inúmeros casos de acidentes devido ao movimento de massa nas falésias relatados em vários meios de comunicação foi a principal motivação deste estudo. Para a pesquisa foi escolhido o município de Beberibe – CE em razão de ser uma região bastante visitada por conta da beleza de suas falésias.

As falésias presentes na zona costeira de Beberibe possuem a formação geológica chamada Barreiras. Sua estratigrafia é dividida basicamente em 4 camadas, que são bem definidas e perceptíveis através da mudança de cor na face do talude. Ao longo da Praia de Morro Branco as falésias possuem uma altura média de 25m, equivalente a um edifício de 8 andares, e a maioria possui talude com inclinação maior que 45°.

De acordo com os dados geotécnicos analisados, as falésias da Praia de Morro Branco são formadas por uma areia siltosa mal graduada que possui coloração variada. Através da análise de talude realizada por Silva (2004), pode-se concluir que as falésias são formações naturais instáveis, ou seja, estão em risco iminente de ruptura.

Ao longo dos anos houveram vários estudos sobre falésias em vários locais diferentes e percebeu-se que diferentes checklists foram desenvolvidos. Esta pesquisa procurou descrever e caracterizar da melhor maneira possível a região de estudo para um melhor desenvolvimento do checklist proposto.

O desenvolvimento do checklist levou em consideração os checklists elaborados em outros estudos e por órgãos governamentais, a caracterização da região do município de Beberibe e as visitas realizadas em campo para busca de problemas já evidentes.

O checklist foi dividido em itens com o objetivo padronizar e inserir o máximo de informação relevante para abranger não só a região da Praia de Morro Branco, mas também ser utilizado em outras regiões.

Portanto, como um meio de melhorar o método de avaliação de risco de movimento de massa nas falésias foi proposto o checklist, que serve apenas como uma ferramenta para prevenção de acidentes, sendo indispensável uma intervenção através de equipes locais ou empresas especializadas quando necessário.

### 5.1. Sugestões para trabalhos futuros

Para estudos futuros, recomenda-se pesquisar sobre a velocidade do processo erosivo da região, visto que a degradação da zona costeira afeta muitas pessoas que vivem e

frequentam o local. E percebeu-se também que há um déficit de estudos geotécnicos sobre as estruturas das falésias no estado do Ceará, notando a necessidade de dados mais recentes. Além disso, é interessante que seja proposto checklist para outros tipos de formações geológicas, visando a prevenção de acidentes e a preservação do ambiente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, A. N. **Fundamentos da geomorfologia costeira do Brasil Atlântico inter e subtropical**. Revista Brasileira de Geomorfologia, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 27-43, 2000.

Disponível em: <  
[https://www.researchgate.net/publication/290603183\\_Fundamentos\\_da\\_Geomorfologia\\_Costeira\\_do\\_Brasil\\_Inter\\_e\\_SubTropical/fulltext/5707d83208ae8883a1f7ed33/Fundamentos-da-Geomorfologia-Costeira-do-Brasil-Inter-e-SubTropical.pdf](https://www.researchgate.net/publication/290603183_Fundamentos_da_Geomorfologia_Costeira_do_Brasil_Inter_e_SubTropical/fulltext/5707d83208ae8883a1f7ed33/Fundamentos-da-Geomorfologia-Costeira-do-Brasil-Inter-e-SubTropical.pdf)> Acesso em: 08 nov. 2021.

AGUIAR, L. O POVO. **Moradores registram deslizamento de terra em obra na Praia do Morro Branco**. Beberibe: O Povo, 2021. Disponível em:  
<https://www.opovo.com.br/noticias/ceara/beberibe/2021/05/04/moradores-registram-deslizamento-de-terra-em-obra-na-praia-do-morro-branco.html>. Acesso em: 8 jan. 2022.

AMARAL, D. N. et al. **Intervenção antrópica desordenada e dinâmica costeira: um conflito autodestrutivo na praia de Morro Branco**. Revista Brasileira de Geografia Física, [S.l.], v. 13, n. 07, p. 3428-3447, dez. 2020. ISSN 1984-2295. Disponível em:  
 <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/246376/37830>>. Acesso em: 29 out. 2021. doi:<https://doi.org/10.26848/rbgf.v13.07.p3428-3447>.

AMARO, E. B. D. B.; SILVA, T. A. D. **Proposta de conteúdo de checklist para implementação do srm em empresa aérea regida pelo rbac 135**. 2020. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Aeronáuticas, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiás, 2020. Disponível em:  
<https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/handle/123456789/685?mode=full>. acesso em: 28 mai. 2022.

AMORIM, R. DE F.; MAIA, R. P. **Diagnóstico e apontamentos de medidas mitigadoras para o contexto de riscos nas falésias de Pipa e Barra de Tabatinga – RN**. Natal. 2021. Disponível em: <<https://www.ufc.br/noticias/16560-pesquisa-da-ufc-e-ufrn-alerta-para-o-risco-de-deslizamentos-em-falesias-do-litoral-nordestino#:~:text=Com%20financiamento%20do%20Minist%C3%A9rio%20do,em%20N%C3%ADsia%20Floresta%2C%20no%20Rio>> Acesso em: 07 fev. 2022.

ARAI, M. **A grande elevação eustática do mioceno e sua influência na origem do grupo barreiras**. Geologia USP. Série Científica, [S. l.], v. 6, n. 2, p. 1-6, 2006. DOI: 10.5327/S1519-874X2006000300002. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/guspsc/article/view/27419>. Acesso em: 08 nov. 2021.

ASSAD, L. **Falésias - As belas e perigosas construções da natureza**. Revista Ciência e Cultura, vol. 62 n. 2. São Paulo, 2010. Disponível em: <[http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?pid=S0009-67252010000200003&script=sci\\_arttext](http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?pid=S0009-67252010000200003&script=sci_arttext)>. Acesso: 01 nov. de 2021.

BABERIBE. **Prefeitura de Beberibe**. Beberibe, cidade feliz. Beberibe: Prefeitura de Beberibe, 2021. Disponível em: <https://beberibe.ce.gov.br/omunicipio.php>. Acesso em: 12 dez. 2021.

BARROSO, J. **Perspectivas para o meio ambiente urbano: GEO Beberibe**. Fortaleza: Cearah Perferia, 2010. Disponível em: <https://www.terrabrasil.org.br/ecotecadigital/index.php/estantes/diversos/1423-geo-beberibe-perspectivas-para-o-meio-ambiente-urbano>. Acesso em: 6 fev. 2022.

BEZERRA, L. J. C.; MAIA, L. P. **Caracterização sedimentológica dos tabuleiros pré-litorâneos do estado do ceará**. Arquivos de Ciências do Mar, v. 45, n. 1, 2012. DOI: <https://doi.org/10.32360/acmar.v45i1.142>. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufc.br/arquivosdecienciadomar/article/view/142>>. Acesso em: 08 nov. 2021.

CAJAZEIRAS, C. C.; RODRIGUES, J. G. **Ação emergencial para delimitação de áreas em alto e muito alto risco a enchentes e movimentos de massa: município de Beberibe - Ceará**. Beberibe: Ministério de Minas e Energia, 2015. 9 p. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/18939>. Acesso em: 26 jan. 2022.

CALDAS, P. **Pesquisador alerta que intervenções mal planejadas agravam problemas na Falésia do Cabo Branco, em João Pessoa: Saulo Vital critica falta de diálogo de diferentes gestões da Prefeitura de João Pessoa sobre a questão e avisa que em algumas décadas equipamentos como o Farol do Cabo Branco devem ruir**. In: Globo. G1 - O portal de notícias da Globo. Paraíba, 16 abr. 2022. Disponível em: <https://g1.globo.com/pb/paraiba/noticia/2022/04/16/pesquisador-alerta-que-intervencoes-mal-planejadas-agravam-problemas-na-falesia-do-cabo-branco-em-joao-pessoa.ghtml>. Acesso em: 5 mai. 2022.

CÂMARA, I. F. D. **Erosão costeira e suas implicações na Praia de Morro Branco, Ceará, Brasil**. 2019. TCC (Graduação) - Curso de Oceanografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

CAMARA, M. R. **Análise do recuo de falésias no litoral do estado do Rio Grande do Norte**. 2018. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.

CARDIA, R. J. R. **Formatação de checklist em inspeção visual de barragens**. 2015. TCC (Especialização) - Curso de Segurança de Barragens, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2015.

CASTANHEIRA, C. B. **Proposta de checklist para acompanhamento de produção de revestimentos cerâmicos**. 2018. Monografia (Graduação em Engenharia Civil), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

CEARÁ. Decreto nº 27.461, **Dispõe sobre a criação da unidade de conservação estadual de proteção integral denominada monumento natural das falésias de Beberibe, situada no município de Beberibe e dá outras providências**. Diário Oficial do Estado do Ceará. Ceará, 4 jun. 2004. Disponível em: <https://www.jusbrasil.com.br/diarios/5342095/pg-1-caderno-unico-diario-oficial-do-estado-do-ceara-doece-de-08-06-2004>. Acesso em: 14 nov. 2021.

CLIMATE-DATA. Climate-Data.org: Dados climáticos para cidades mundiais. **Clima Beberibe (Brasil)**. [S.l.]. Climate-data, 2021. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/ceara/beberibe-42589/#climate-graph>. Acesso em: 21 nov. 2021.

COGERH - Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos. **Base cartográfica - COGERH**. [S.l.]. COGERH, 2019. Disponível em: <http://portal.cogerh.com.br/mapas/>. Acesso em: 12 mar. 2022.

CORREIO DA MANHÃ. **Vídeos mostram queda de falésia em praia que feriu sete pessoas: Acidente aconteceu na Ilha grega de Zante, num areal muito procurado pelos turistas**. In: CM - Correia da Manhã. Correio da Manhã: Portugal, Mundo, Sociedade, Cultura. [S.l.]. 13 set. 2018. Disponível em: <https://www.cmjornal.pt/mundo/detalhe/videos-mostram-queda-de-falesia-em-praia-que-feriu-sete-pessoas>. Acesso em: 26 nov. 2021.

COUTINHO, R. Q. et al. **Análise paramétrica da estabilidade de uma falésia em situações variadas**. In: XII CONFERÊNCIA BRASILEIRA SOBRE ESTABILIDADE DE ENCOSTAS. 2017. Florianópolis. Anais. Florianópolis: ABMS, 2017.

CPRM - Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais. Serviço Geológico do Brasil - CPRM. **Dashboard - Risco Geológico**. [S.l.]. Ministério de Minas e Energia, 2021. Disponível em: <https://geoportal.cprm.gov.br/portal/apps/op dashboard/index.html#/940becff9adc4bbabea66980bd05493b>. Acesso em: 21 nov. 2021.

CPRM - Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais. Serviço Geológico do Brasil - CPRM. **Prevenção de desastres**. [S.l.]. Ministério de Minas e Energia, 2021. Disponível em: <https://geoportal.cprm.gov.br/desastres/>. Acesso em: 21 nov. 2021.

CRISPIM, M. Eco Nordeste. **Deslizamento de falésias deixa a Praia do Morro Branco, no Ceará, em alerta**. [S.l.]. Eco Nordeste, 2021. Disponível em: <https://agenciaeconordeste.com.br/deslizamento-de-falesias-deixa-a-praia-do-morro-branco-no-ceara-em-alerta/>. Acesso em: 21 nov. 2021.

DAMASCENO, C.; VIEIRA, A. G1 - O portal de notícias da Globo. **Moradores reclamam de novos deslizamentos após chuvas em cemitério desativado no Ceará**. Ceará: Globo, 2020. Disponível em: <https://g1.globo.com/ce/ceara/noticia/2020/06/13/moradores-reclamam-de-novos-deslizamentos-apos-chuvas-em-cemiterio-desativado-no-ceara.ghtml>. Acesso em: 26 nov. 2021.

DAS, B. M. **Fundamentos de Engenharia Geotécnica**. Tradução: All Tasks. 6. ed. São Paulo: Thomson Learning, 2007. Título original: Principles of Geotechnical Engineering. ISBN: 8522105480.

FONTENELLE, A. D. S. **Manual para preenchimento do nível de perigo em barragens de terra**. Ceará: COGERH, 2018.

FUNCEME. - Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. **Relação de projetos concluídos da área de recursos hídricos**. Ceará: FUNCEME, 2018. Disponível em: [http://www.funceme.br/?page\\_id=2807](http://www.funceme.br/?page_id=2807). Acesso em: 12 abr. 2022.

FUNCEME. IPECE - Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **Ceará em mapas**. [S.l.]. IPECE, 2020. Disponível em: <http://www2.ipece.ce.gov.br/atlas/capitulo1/12/126.htm>. Acesso em: 12 mai. 2022.

GEOTHRRA. Geothra | Geologia, geotecnia, sondagem e ensaios de campo. **Instrumentação geotécnica**. Belo Horizonte: geothra, 2021. Disponível em: <https://geothra.com/instrumentacao-geotecnica/>. Acesso em: 25 jan. 2022.

GERSCOVICH, D. M. S. **Estabilidade de Taludes**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2012. ISBN: 9788579752414.

GOMES, D. D. A. **Efeito da saturação do solo sobre a estabilidade de falésias**. 2016. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.

GOMES, K. M. **Caracterização de falésias e erosão em Bom Jesus dos Pobres, Saubara, Bahia**. 2016. TCC (Graduação) - Curso de Geografia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2016.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia E Estatística. **Manual técnico de geomorfologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. ISBN: 9788524041105.

IBGE. IBGE | Portal do IBGE. **Beberibe (CE) | Cidades e Estados**. [S.l.]. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ce/beberibe.html>. Acesso em: 21 nov. 2021.

KELNIAR, A. R. **Elaboração e aplicação de um checklist para determinação de multas pelo não cumprimento da NR 18 em um canteiro de obra**. 2018. TCC (Especialização) - Curso de Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2018.

LOUREIRO, C. V.; CASTRO, L. DOS S. **Análise dos impactos resultantes dos múltiplos usos das falésias localizadas no município de Camocim-CE**. Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS), v. 21, n. 2, p. 841-852, 30 set. 2019.

LUSA. **Mais de 90 pescadores morreram em acidentes em falésias nos últimos 20 anos: Maioria dos acidentes na zona de Lagos, revelou a Autoridade Marítima Nacional**. In: DN. Diário de Notícias. Natal, 22 nov. 2020. Disponível em: <https://g1.globo.com/rn/rio-grande-do-norte/noticia/2020/11/22/tragedia-que-matou-familia-em-pipa-expoe-risco-de-acidentes-com-falesias.ghtml>. Acesso em: 5 dez. 2021.

MORAIS, J. O. DE; SOUSA, M. J. N.; COUTINHO, P. DA N. **Contribuição ao estudo geomorfológico-sedimentológico do litoral de Beberibe (Ceará-Brasil)**. Arquivos de Ciências do Mar. Fortaleza, v.15, n.2, p.71-78, dez. 1975.

MOURA, F. M. DE et al. **Representação multiescalar do ambiente geomorfológico da Praia das Fontes – Ceará**. Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS), v. 21, n. 2, p. 1217-1233, 30 set. 2019.

MOURA-FÉ, M. M. **Barreiras: série, grupo ou formação?** Revista Brasileira de Geografia Física, v. 7, n. 6, p. 1055-1061, 2014. DOI: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v7.6.p1055-1061>. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/233079>>. Acesso em: 08 nov. 2021.

MURILLO, P. **Un derrumbe en un acantilado sepulta varias caravanas en La Gomera**. In: EL PAÍS. EL PAÍS: el periódico global. Santa Cruz de Tenerife, 14 nov. 2020. Disponível em: <https://elpais.com/espana/2020-11-14/un-derrumbe-en-un-acantilado-sepulta-varias-caravanas-en-la-gomera.html>. Acesso em: 3 fev. 2022.

NASCIMENTO, K. A. D. **Caracterização dos processos erosivos nas falésias da Ponta do Retiro, litoral norte do RJ**. 2006. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geologia e Geofísica Marinha, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2006.

NÓBREGA JÚNIOR, J. S. **A Problemática do processo erosivo da falésia do Cabo Branco - PB**. 2016. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2016.

NUNES, L. D. S. **Dinâmica costeira entre as praias de Areia Preta e do Forte, Natal/RN**. 2011. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2011.

OLIVEIRA NETO, T. I. DE et al. **Impactos ambientais nas falésias da planície costeira de Icapuí/CE**. In: XVI ENCONTRO NACIONAL DE GEÓGRAFOS. 2010. Porto Alegre. Anais. Porto Alegre: Associação dos Geógrafos Brasileiros, 2010.

PATRIOTA, E. G. **Análise da proposta de intervenção para o processo erosivo da falésia do Cabo Branco, João Pessoa – PB**. 2021. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2021.

PEULVAST, J. R. C.; Sales, V. C. **La bande côtière de l'Etat du Ceará, Nord-est du Brésil: présentation géomorphologique.** Mercator, v. 3, p. 95-119, 2004.

PIÉRRRI, G. C. S. **Análise de risco à erosão costeira na região de Tibau de Sul/RN através de mapeamento geoambiental e análise morfodinâmica.** 2008. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geodinâmica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.

PINTO, C. D. S. **Curso básico de mecânica dos solos.** 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2006. ISBN: 9788586238512.

PIRES, P. J. M.; MENEGUETE, D. S.; SALGADO, N. G. de P. **Otimização dos processos de inspeção em monitoramento para túneis em rocha.** Revista Mosaicum, [S. l.], v. 12, n. 23, 2016. DOI: 10.26893/rm.v12i23.117. Disponível em: <<https://www.revistamosaicum.org/index.php/mosaicum/article/view/117>>. Acesso em: 29 jan. 2022.

RABELO, T. O. **Geodiversidade em ambientes costeiros: discussões e aplicações no setor sudeste da ilha do Maranhão.** 2018. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.

REVEZ, I.; OLIVEIRA, M. **Cinco mortos e três feridos em derrocada de arriba em Albufeira.** In: Público. PÚBLICO — Pense bem, pense Público. [S.l.]. 22 ago. 2009. Disponível em: <https://www.publico.pt/2009/08/22/jornal/cinco-mortos-e-tres-feridos-em-derrocada-de-arriba-em-albufeira-17627410>. Acesso em: 5 dez. 2021.

RIGOLON, A. **Aplicação de um checklist para avaliação do cumprimento da nr-18 em um canteiro de obras.** 2013. TCC (Especialização) - Curso de Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

RILO, A. R.; DUARTE, L. V.; TAVARES, A. - **As falésias calcárias da Península de Peniche (Costa Ocidental Portuguesa): Inventariação e caracterização do património geológico.** In FLORIDO, P.; RÁBANO, I. [ed.lit.] - Una visión multidisciplinar del patrimonio geológico y minero. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España, 2010. (Cuadernos del Museo Geominero). ISBN 978-84-7840-836-8. p. 173-189

RODRIGUES JUNIOR, A. R. **Estudo de diferentes métodos de análises de estabilidade de taludes terrosos.** 2015. TCC (Graduação) - Curso de Geologia, Universidade Federal do Pampa, CAÇAPAVA DO SUL, 2015.

SANTOS DA SILVA, C. H.; DUTRA SILVA, Q. **Análise de falésias no litoral ocidental da ilha do maranhão**. Revista Geonorte, [S. l.], v. 3, n. 4, p. 388–398, 2012. Disponível em: <[//periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/1842](http://periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/1842)>. Acesso em: 27 out. 2021.

SCUDELARI, A. C.; BRAGA, K. G.; COSTA, F. A. A.; SANTOS JUNIOR, O. F.. **Estudo dos processos erosivos instalados na praia de Pipa - RN**. Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology, [S.L.], v. 9, n. 1, p. 31-37, 30 jun. 2005. Disponível em: <<https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/30283>>. Acesso em: 03 fev. 2022.

SCUDELARI, A. C.; BRAGA, K. G.; COSTA, F. A. DE A. **O uso de checklist como ferramenta de identificação dos processos erosivos na praia da Pipa – RN**. In: XXIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. 2005. Campo Grande: ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005.

SETUR/CE. **Monitoria e Avaliação MONA das Falésias de Beberibe**. Secretaria do Meio Ambiente. Ceará: SEMA/CE, 2019. Disponível em: <https://www.sema.ce.gov.br/planos-de-manejos-das-unidades-de-conservacao/plano-de-manejo-monumento-natural-das-falesias-de-beberibe/>. Acesso em: 4 fev. 2022.

SETUR/CE. **Planejamento e Programas de Ações MONA das Falésias de Beberibe**. Secretaria do Meio Ambiente. Ceará: SEMA/CE, 2019. Disponível em: <https://www.sema.ce.gov.br/planos-de-manejos-das-unidades-de-conservacao/plano-de-manejo-monumento-natural-das-falesias-de-beberibe/>. Acesso em: 4 fev. 2022.

SETUR/CE. **Evolução recente do turismo no Ceará 2010/19**. Ceará: SETUR, 2020. Disponível em: <https://www.setur.ce.gov.br/estudos-e-pesquisas/>. Acesso em: 4 fev. 2022.

SETUR/CE. **Diagnóstico MONA das Falésias de Beberibe**. Secretaria do Meio Ambiente. Ceará: SEMA/CE, 2019. Disponível em: <https://www.sema.ce.gov.br/planos-de-manejos-das-unidades-de-conservacao/plano-de-manejo-monumento-natural-das-falesias-de-beberibe/>. Acesso em: 27 out. 2021.

SEVERO, R. **Caracterização geotécnica da falésia da ponta do Pirambu em Tibau do Sul - RN considerando a Influência do comportamento dos solos nos estados indeformado e**

**cimentado artificialmente.** 2011. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Pernambuco, Recife, 2011.

SILVA, B. M. F. da et al. **Erosão em falésias costeiras e movimentos de massa no Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil.** Geociências, São Paulo: UNESP, ed. 39, ano 2020, n. 2, p. 447-461, 17 jul. 2020. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/geociencias/article/view/14233>. Acesso em: 27 out. 2021.

SILVA, C. H. S. DA; LIMA, I. M. DE M. F. **Falésia de Cajueiro da Praia: testemunho da dinâmica da costa piauiense.** Revista de Geociências do Nordeste, [S. l.], v. 5, p. 30–41, 2019. DOI: 10.21680/2447-3359.2019v5n0ID18419. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/revistadoregne/article/view/18419>. Acesso em: 27 out. 2022.

SILVA, J. M. O. **Monumento natural das falésias de Beberibe/CE:** diretrizes para o planejamento e gestão ambiental. 2008. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

SILVA, J. **Monumento natural das falésias de Beberibe/CE:** diretrizes para o planejamento e gestão ambiental. 2008. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

SILVA, M. **Caracterização geotécnica de um solo de calcário da encosta continental / PE – 18, Paulista – PE com ênfase na resistência ao cisalhamento.** 2003. Tese (Mestrado em Ciências em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2003.

SILVA, M. M. D. **Caracterização de um solo de calcário da encosta continental/PE-18, Paulista-PE, com ênfase na resistência ao cisalhamento.** 2003. Tese (Mestrado) - Curso de Ciências em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2003.

SILVA, R. A. C. D. **Caracterização geotécnica das falésias do Morro Branco, Beberibe - CE.** 2004. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2004.

SILVA, R. **Capacidade de suporte recreacional das falésias de Canoa Quebrada – Ceará.** 2014. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Ciências Ambientais) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.

SILVA, R. R. D. **Variabilidade espaço-temporal dos processos erosivos nas falésias de Canoa Quebrada - Aracati**. 2017. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Marinhas Tropicais do Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

SILVA, R. R. DA et al. **Mapeamento LIDAR nas falésias costeiras do leste cearense (Nordeste do Brasil)**. Revista Geociências, São Paulo: Unesp, ed. 39, ano 2020, n. 2, p. 463-479, 17 jul. 2020. Semestral. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/geociencias/article/view/14580>. Acesso em: 29 out. 2021.

SILVA, R. R. et al. **Características morfológicas das fácies sedimentares nas falésias do litoral leste do Ceará**. In: XVIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA. 2019. Fortaleza. Anais. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2019.

SILVA, R. **Variabilidade espaço-temporal dos processos erosivos nas falésias de Canoa Quebrada - Aracati**. 2017. Dissertação (Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

SOUZA, C. R. D. G. et al. **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, Editora, 2005. ISBN: 8586699470.

SUGAHARA, Juliana Wayss; SOUZA, Marcos José Nogueira de. **O monumento natural das falésias de beberibe e os impactos causados na comunidade dos artesãos da praia do morro branco, ceará. Brasil**. REDE - Revista Eletrônica do PRODEMA, Fortaleza, v. 4, n. 1, jan. 2010. ISSN 1982-5528. Disponível em: <<http://www.revistarede.ufc.br/rede/article/view/51>>. Acesso em: 04 fev. 2022.

TAQUEZ, D. **Susceptibilidade à ocorrência de movimentos de massa e avaliação da estabilidade de falésias sob condição não saturada: estudo de caso no centro de lançamentos da Barreira do Inferno – Brasil**. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2017.

TOPOGRAPHIC-MAP. Topographic-map - Mapas topográficos gratuitos, altitude, relevo. **Mapa topográfico Morro Branco, altitude, relevo**. Beberibe: Topographic-map, 2021. Disponível em: <https://pt-br.topographic-map.com/maps/9zvo/Morro-Branco/>. Acesso em: 21 nov. 2021.

VIEIRA, A. T.; FEITOSA, F. A. C.; BENVENUTI, S. M. P. **Programa de recenseamento de fontes de abastecimento por água subterrânea no estado do Ceará: diagnóstico do**

município de Beberibe. Fortaleza: Ministério de Minas e Energia Secretaria De Minas E Metalurgia, 1998. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/15811>. Acesso em: 06 fev. 2022.

VIRGÍLIO, E. **Tragédia que matou família em Pipa expõe risco de acidentes com falésias:** Família morreu soterrada na última terça-feira (17), em um dos principais destinos turísticos do Rio Grande do Norte. In: Globo. G1 - O portal de notícias da Globo. Natal, 22 nov. 2020. Disponível em: <https://g1.globo.com/rn/rio-grande-do-norte/noticia/2020/11/22/tragedia-que-matou-familia-em-pipa-expoe-risco-de-acidentes-com-falesias.ghtml>. Acesso em: 5 dez. 2021.

ZAMBONI, A.; NICOLODI, J. L. **Macrodiagnóstico da Zona Costeira e Marinha do Brasil.** Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2008. ISBN: 9788577381128. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/gestao-territorial/gerenciamento-costeiro/macrodiagnostico>. Acesso em: 5 nov. 2021.

## APÊNDICE A – CHECKLIST PARA AVALIAÇÃO DE RISCO DE MOVIMENTO DE MASSA DE FALÉSIAS

### CHECKLIST PARA AVALIAÇÃO DE RISCO DE MOVIMENTO DE MASSA DE FALÉSIAS

IDENTIFICAÇÃO		
Responsável:		
Estado:	Município:	
Trecho:	Subtrecho:	
Início subtrecho: Lat.:                      Long.:	Fim subtrecho: Lat.:                      Long.:	
Data:	Horário:	
Maré: <input type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Baixa		
Período de chuva: <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		
1 - CARACTERIZAÇÃO DO TRECHO		
Item		
1.1	Classificação das falésias	<input type="checkbox"/> Falésias ativas <input type="checkbox"/> Falésias inativas <input type="checkbox"/> Presença de falésias vivas e inativas
1.2	Altura média das falésias	_____ m
1.3	Inclinação média do talude das falésias	_____ °
1.4	Largura da faixa de praia	_____ m
1.5	Afloramento de rocha na faixa de praia	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
1.6	Estratigrafia do solo (Nº de camadas)	
1.7	Grau de cimentação do solo	<input type="checkbox"/> Fraco <input type="checkbox"/> Médio <input type="checkbox"/> Forte
1.8	Presença de vegetação na falésia	<input type="checkbox"/> Topo <input type="checkbox"/> Encosta <input type="checkbox"/> Base <input type="checkbox"/> Sem vegetação
1.9	Uso da falésia	<input type="checkbox"/> Área de preservação <input type="checkbox"/> Acesso à praia <input type="checkbox"/> Turismo guiado <input type="checkbox"/> Inutilizada <input type="checkbox"/> Residencial <input type="checkbox"/> Comércio / Hotelaria
1.10	Histórico de rompimento de talude da falésia	<input type="checkbox"/> Já houve rompimento da falésia <input type="checkbox"/> Não há registros ou indícios em campo de rompimento da falésia
Observações em campo:		

<b>LEGENDA</b>	
<b>Situação do problema</b>	
NE: problema não existente	
PV: problema verificado pela primeira vez	
PR: problema resolvido	
DI: problema diminuiu	
PC: problema permaneceu constante	
AU: problema aumentou	
NI: item não inspecionado (informar motivo)	
NP: não é um problema	
<b>Gravidade do problema</b>	
I: insignificante	Problema que pode ser mantido apenas em observação.
P: pequena	Problema que pode ser resolvido a longo prazo, de maneira que o problema não evolua drasticamente.
M: média	Problema que deve ser resolvido imediatamente através de agentes locais
G: grande	Problema que deve ser resolvido imediatamente através de uma empresa especializada.
<b>Nível de perigo</b>	
0 - Nenhum	Não favorece o risco de rompimento da falésia.
1 - Atenção	Favorece o risco de rompimento da falésia a longo prazo.
2 - Preocupante	Favorece o risco de rompimento da falésia, onde deve ser realizado uma intervenção.
3 - Máximo	Problema causa risco iminente de rompimento da falésia.

2 - INFRAESTRUTURA													
Item	Problema	NE	PV	PR	DI	PC	AU	NI	NP	I	P	M	G
2.1	Falta de sinalização na falésia												
2.2	Presença de sinalização danificada												
2.3	Presença de sinalização ilegível												
2.4	Presença de acesso de veículos												
2.5	Presença de lixo e entulho												
2.6	Desmatamento irregular												
2.7	Falta de ponto de apoio para vigilância patrimonial												
2.8	Presença de pixação na encosta das falésias												
2.9	Falta de rede elétrica												
2.10	Rede elétrica danificada												
2.11	Iluminação pública precária												
2.12	Presença de construção comercial/turística												
2.13	Presença de construção residencial												
2.14	Presença de construção inacabada												
2.15	Presença de ocupação irregular												
2.16	Presença de contenção na encosta da falésia												
2.17	Presença de drenagem residencial												
2.18	Presença de vazamento de tubulação												
2.19	Presença de fossa												
2.20	Presença de sistema de irrigação												
2.21	Falta de cerca ou mureta de proteção												
2.22	Falta de drenagem pluvial (desvio do fluxo de água)												
2.23													
2.24													
2.25													
Observações em campo:													

3 - AÇÃO DE FATORES NATURAIS													
Item	Problema	NE	PV	PR	DI	PC	AU	NI	NP	I	P	M	G
3.1	Presença de solapamento na base da falésia												
3.2	Ponto de afloramento de água na encosta da falésia												
3.3	Presença de ravina												
3.4	Presença de voçoroca												
3.5	Presença de fratura na face do talude												
3.6	Presença de formigueiro ou toca de animais												
3.7													
3.8													
3.9													
Observações em campo:													

4 - INSTRUMENTAÇÃO													
Item	Problema	NE	PV	PR	DI	PC	AU	NI	NP	I	P	M	G
4.1	Falta de piezômetros instalados ao longo do trecho												
4.2	Piezômetros instalados ao longo do trecho com defeitos												
4.3	Falta de inclinômetros instalados ao longo do trecho												
4.4	Inclinômetros instalados ao longo do trecho com defeitos												
4.5	Falta de marco topográfico ao longo do trecho												
4.6	Marco topográfico ao longo do trecho com defeitos												
4.7	Falta de medidor de nível de água ao longo do trecho												
4.8	Medidor de nível de água ao longo do trecho com defeitos												
4.9	Falta de anemômetro ao longo do trecho												
4.10	Anemômetro ao longo do trecho com defeitos												
4.11													
4.12													
4.13													
Observações em campo:													

5 - OUTROS PROBLEMAS													
Item	Problema	NE	PV	PR	DI	PC	AU	NI	NP	I	P	M	G
5.1													
5.2													
5.3													
5.4													
5.5													
5.6													
5.7													
5.8													
5.9													
5.10													
Observações em campo:													