



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**PROPOSTA DE METODOLOGIA PARA MAPEAMENTO DE RISCO GEOLÓGICO
GEOTÉCNICO DE ESCORREGAMENTOS EM JOÃO PESSOA – PB.**

NAGILLA NATASHA TAVARES PEREIRA

**JOÃO PESSOA - PB
NOVEMBRO DE 2017**

NAGILLA NATASHA TAVARES PEREIRA

**PROPOSTA DE METODOLOGIA PARA MAPEAMENTO DE RISCO GEOLÓGICO
GEOTÉCNICO DE ESCORREGAMENTOS EM JOÃO PESSOA – PB.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado a Coordenação do Curso de Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal da Paraíba, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil, orientado pelo Professor Dr. Fábio Lopes Soares.

**JOÃO PESSOA – PB
NOVEMBRO DE 2017**

P455p Pereira, Nagilla Natasha Tavares

Proposta de metodologia para mapeamento de risco geológico – geotécnico de escorregamentos em João Pessoa – PB. / Nagilla Natasha Tavares Pereira. – João Pessoa, 2017.

57f. il.:

Orientador: Prof. Dr. Fabio Lopes Soares.

Monografia (Curso de Graduação em Engenharia Civil) Campus I - UFPB / Universidade Federal da Paraíba.

1. Análise de Risco 2. Deslizamentos 3. Ficha de Vistoria 4. Áreas de Risco 5. Gerenciamento de Risco I. Título.

BS/CT/UFPB

CDU: 2.ed. 624(043.2)

FOLHA DE APROVAÇÃO

NAGILLA NATASHA TAVARES PEREIRA

**PROPOSTA DE METODOLOGIA PARA MAPEAMENTO DE RISCO GEOLÓGICO
GEOTÉCNICO DE ESCORREGAMENTOS EM JOÃO PESSOA – PB.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado em 29/11/2017 perante a seguinte Comissão Julgadora:

Fábio Lopes Soares
Prof. Dr. Fábio Lopes Soares
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

APROVADA

Aline Flávia Nunes Remígio Antunes
Profa. Dra. Aline Flávia Nunes Remígio Antunes
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

APROVADA

Claudino Lins Nóbrega Junior
Prof. Dr. Claudino Lins Nóbrega Junior
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

APROVADA

P/ Andrea Brasiliano
Prof.ª Dra. Ana Cláudia Fernandes Medeiros Braga
Coordenadora do Curso de Graduação em Engenharia Civil

Prof.ª Andrea Brasiliano
Vice - Coordenadora CCGEC
Siape 1549557

*Dedico aos meus pais biológicos
Lindoaldo e Nadjai, à minha mãe
de criação Naide e à minha irmã
Beatriz.*

“Combati o bom combate, acabei a
carreira, guardei a fé” (II Timóteo 4:7)

AGRADECIMENTOS

O trabalho de conclusão de curso que ora apresento é resultado de um longo e árduo trabalho, ainda que enriquecedor, e representa o fim de seis anos de trajetória. A todos que tornaram esse sonho possível, quero deixar o registro do meu reconhecimento.

Agradeço a Deus, Pai de infinita bondade, pela oportunidade concedida de vivenciar e aprender um pouco mais com as experiências, pessoais e profissionais, as quais me foram destinadas nesta caminhada, pela misericórdia, por me capacitar e fortalecer.

Aos amigos espirituais, pelo amparo e instrução diante das durezas desta vida e da minha pequenez moral e esclarecimento ainda em estágio primitivo.

A minha mãe, Nadjai Tavares da Silva, e meu padrasto, Aldo Sergio Barbosa da Silva, por abdicarem de suas vidas e terem vindo comigo em busca desse sonho, e por terem depositado em mim toda confiança e estima.

Ao meu pai, João Lindoaldo Pereira, por me ensinar os princípios básicos da construção civil e assim me mostrar à importância de um bom mestre de obras, e, principalmente, por todas as vezes que demonstrou, envaidecidamente, seu orgulho por mim.

A minha mãe de criação, Naide Tavares da Silva, por todos os anos dedicados a mim, pelo cuidado, carinho e amor concedidos à filha, a qual escolheu por criar e amar gratuitamente.

Ao meu avô, José Tavares, *in memoriam*, sem o qual o início e conclusão desse curso não teria sido possíveis.

A todos os supracitados, assim como todos os outros familiares e amigos, por não terem me deixado desistir, pelo apoio financeiro, espiritual e emocional, por torcerem e orarem, incessantemente, pelo meu bem e sucesso.

Ao Professor Dr. Fabio Lopes Soares, cujos ensinamentos influenciaram significativamente na minha carreira acadêmica, pela orientação, estímulo, paciência e dedicação empregados na elaboração deste trabalho, bem como nos projetos de extensão e monitoria, os quais

desenvolvi também sob sua orientação. Diante disto tudo, e na esperança de não ter decepcionado, só me resta o sentimento de gratidão.

A Coordenadoria Municipal de Proteção da Defesa Civil de João Pessoa, em especial ao engenheiro Alberto Sabino, pela solicitude, informações e dados concedidos.

Aos colegas do Projeto de Extensão “Mapeamento de Áreas de Risco e Educação Ambiental” pelo apoio e colaboração.

A todos que contribuíram, direta ou indiretamente, para a concretização deste trabalho.

Muito obrigada!

RESUMO

O município de João Pessoa, maior centro econômico e financeiro do Estado da Paraíba, apresenta anualmente vários episódios de deslizamentos de terra, desastres naturais e/ou induzidos que poderiam ser evitados ou mitigados através do emprego de tecnologias de monitoramento, execução de medidas estruturais e de prevenção. Nesse sentido, o gerenciamento de risco é uma das medidas mais eficazes por favorecer a identificação e qualificação do risco, bem como possibilitar a escolha de soluções mais eficazes e adequadas. Portanto, o objetivo desta pesquisa é desenvolver uma metodologia de mapeamento de risco geológico-geotécnico de deslizamentos específica para a cidade de João Pessoa. Inicialmente, foram avaliadas as características relevantes do meio físico e biótico da cidade (solo, clima, geomorfologia). Numa segunda análise, foram estudados os critérios considerados fundamentais para obtenção do grau de risco, segundo Ministério das Cidades, e a capacidade de percepção do risco da população diante de um deslizamento. Essas duas análises possibilitaram a escolha de parâmetros que num possível escorregamento possam interferir na estabilidade de um talude e/ou vulnerabilidade social da população. A cada um desses parâmetros foram atribuídos pesos, onde o somatório de pesos resulta na obtenção de níveis literais de risco, facilitando a determinação final do grau de risco, e a união dos mesmos resultou na construção de uma ficha de vistoria. A fase final consistiu em realizar uma avaliação da metodologia proposta para atestar sua segurança e eficiência. Os resultados mostraram que a metodologia para mapeamento de risco geológico-geotécnico de escorregamentos em João pessoa possui artifícios e subsídios técnicos que a torna mais realista, criteriosa, menos subjetiva e de fácil utilização, quando comparada a outras metodologias empregadas no Brasil.

PALAVRAS-CHAVE: Análise de Risco, Deslizamentos, Ficha de Vistoria, Áreas de Risco, Gerenciamento de Risco.

ABSTRACT

João Pessoa municipality, the largest economic and financial center in Paraíba State, presents annually several episodes of landslides, natural and / or induced disasters that could be avoided or mitigated through the use of monitoring technologies, implementation of structural measures and prevention. In this sense, risk management is one of the most effective measures to favor the identification and qualification of risk, as well as to enable the choice of more effective and adequate solutions. Therefore, the objective of this research is to develop a methodology of geological-geotechnical risk mapping of landslides specific to João Pessoa. Initially, the relevant characteristics of the physical and biotic environment of the city (soil, climate, geomorphology) were evaluated. In a second analysis, were studied the criteria considered fundamental to obtain the degree of risk, according to the Ministério das Cidades, and the population's ability to perceive the risk of sliding. Each of these parameters were assigned weights, where the sum of weights results in literal levels of risk, facilitating the final determination of the degree of risk, and the union of these resulted in the construction of an inspection form. The final phase consisted in carrying out an evaluation of the methodology proposed to attest its safety and efficiency. The results showed that the methodology for geological-geotechnical risk mapping of landslides in Joao Pessoa has technical artifices and subsidies that make it more realistic, judicious, less subjective and easy to use, when compared to other methodologies used in Brazil.

KEY WORDS: Risk Analysis, Slips, Inspection Sheet, Risk Areas, Risk Management.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Objetivos.....	4
1.1.1 Objetivo geral.....	4
1.1.2 Objetivo específico.....	5
2 MÉTODOS E PROCEDIMENTOS	6
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	8
3.1 Características da área de estudo.....	8
3.1.1 Climatologia.....	10
3.1.2 Solo.....	12
3.1.3 Geologia e geomorfologia.....	15
4 IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DE RISCO	17
5 RESULTADOS	21
5.1 Parâmetros.....	21
5.2 Atribuição de pesos.....	22
5.3 Ficha de vistoria.....	24
5.4 Teste da metodologia.....	25
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	37
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
ANEXOS	42

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Organograma mostrando as etapas da metodologia da pesquisa.....	7
Figura 2 - Mapa de João Pessoa.....	8
Figura 3 - Climograma de João Pessoa.....	11
Figura 4 - Gráficos de dispersão de precipitação acumulada de sete dias.....	12
Figura 5 – Mapa pedológico da área de estudo.....	13
Figura 6 – Mapa da Comunidade São Rafael.....	26
Figura 7 – Talude estudado.....	27
Figura 8 - Construções irregulares na extensão do talude.....	28
Figura 9 - Moradia de difícil acesso no topo do talude.....	28
Figura 10 – Trincas e rachaduras.....	29
Figura 11 – Dimensões das rachaduras.....	29
Figura 12 – Lixo e entulho sobre o talude.....	30
Figura 13 - Lixo na extensão do talude.....	30
Figura 14 – Arvore inclinada.....	31
Figura 15 – Moradias na base do talude.....	31
Figura 16 – Distância do talude as moradias.....	32
Figura 17 – Feições erosivas e sinais de instabilização do talude.....	32
Figura 18 – Cicatriz de deslizamento ocorrido há um ano aproximadamente.....	33
Figura 19 – Cicatriz de deslizamento ocorrido há alguns meses.....	33
Figura 20 – Corte no talude.....	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Nomenclaturas usuais para classificação de solos.....	14
Tabela 2 – Graus de risco do Ministério das Cidades.....	18
Tabela 3 - Parâmetros definidos e seus respectivos pesos.....	23
Tabela 4 – Somatório de peso e risco correspondente.....	24
Tabela 5 – Resultados obtidos nas duas metodologias empregadas.....	35

1 INTRODUÇÃO

O crescimento urbano desenfreado aliado à falta de ações desenvolvidas pelos órgãos governamentais no que se refere ao planejamento e controle habitacional, ordenação e uso e ocupação do solo levou a desestruturação dos espaços geográficos dos grandes cidades. Circunstância característica do desenvolvimento urbano de muitos países subdesenvolvidos, e que devido as suas consequências é um dos principais problemas da atualidade.

A problemática que envolve o crescimento dos grandes centros urbanos está relacionada ao fato de que a intensidade desse crescimento não acompanhou a velocidade de implementação da infraestrutura e, ambas, acabaram por não se adequar as políticas publicas criadas para direcionar ou regularizar a ocupação desses centros. O resultado concerne na falta de estrutura, na saturação dos serviços públicos, na destruição do meio ambiente, no aumento das desigualdades sociais e concomitantemente na construção de moradias em locais inapropriados para habitação.

Especificamente falando sobre o Brasil, segundo dados do IBGE, de 1950 a 2000 o total de habitantes das áreas urbanas crescia cerca 1% ao ano. A taxa de urbanização, entre esses 50 anos, passou de 36% para 81%. Dados que refletem com severidade a rapidez da expansão demográfica nas cidades brasileiras. Esse crescimento exponencial da população num período de tempo incapaz de absorver e gerir tantas mudanças levou a ocupação de locais que não estavam preparados, social e ambientalmente, para receber tal população. Já que, não possuindo outro lugar, e na inexistência de orientação ou gerenciamento, a população menos abastada acabava por construir suas moradias em localidades pouco onerosas, mas que geralmente são de difícil acesso, sob solos pouco resistentes, nas margens de rios ou nas extensões de taludes.

Essas ocupações irregulares não apresentam condições geológicas e geomorfológicas favoráveis, pois foram construídas a partir do corte de taludes ou da execução de aterros, e levaram à retirada de vegetação, à disposição inadequada de lixo, e a alterações nos regimes de escoamento e infiltração. Em decorrência disso, a grande maioria das cidades do Brasil possuem áreas de risco de catástrofes, que são aquelas áreas propensas à ocorrência de desastres naturais como deslizamentos, alagamentos, rupturas e erosão.

Um desastre natural é um conjunto de fenômenos geodinâmicos ocasionados por eventos físicos, podendo ser resultado de causas naturais, oriundas do próprio dinamismo da Terra, de

causas antrópicas que geralmente acabam por agravar a situação, ou da combinação das causas já mencionadas. Devido às características do relevo brasileiro e a já citada consequência negativa do crescimento desordenado, um tipo de desastre natural recorrente no Brasil são os movimentos de massas, que tem resultado em perdas socioeconômicas, humanas e ambientais cada vez maiores.

Desde 1988, ano em que o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT) começou a catalogar o número de mortes por deslizamentos, até 2015 já foram registradas quase 3500 óbitos. Sendo os Estados mais afetados: Rio de Janeiro, São Paulo, Minas Gerais, Santa Catarina, Bahia, Pernambuco, Alagoas, Espírito Santo, Rio Grande do Sul, Paraná e Paraíba.

Nas cidades brasileiras, marcadas pela exclusão sócio-espacial que lhes é característica, há um fator que aumenta ainda mais a frequência dos deslizamentos: a ocupação das encostas por assentamentos precários, favelas, vilas e loteamentos irregulares. A remoção da vegetação, a execução de cortes e aterros instáveis para construção de moradias e vias de acesso, a deposição de lixo nas encostas, a ausência de sistemas de drenagem de águas pluviais e coleta de esgotos, a elevada densidade populacional e a fragilidade das moradias aumentam tanto a frequência das ocorrências como a magnitude dos acidentes. Levantamentos de riscos realizados em encostas de vários municípios brasileiros indicam que, em todos eles, a falta de infraestrutura é uma das principais causas dos fenômenos de deslizamentos no Brasil. Dessa forma, uma política eficiente de prevenção de riscos de deslizamentos em encostas deve considerar como áreas prioritárias de atuação os assentamentos precários e deve também fazer parte das políticas municipais de habitação saneamento e planejamento urbano. (CARVALHO & GALVÃO, 2006).

O desencadeamento de um deslizamento se dá por vários fatores, dentre eles estão às características geoambientais dos taludes e a fragilidade das edificações executadas sobre os mesmos. Outro fator crítico, é que a população que ocupa áreas de encostas é, em especial, de baixa renda, e, portanto, apresenta baixo poder aquisitivo, possuindo como única opção construir suas moradias nesses locais, que são mais baratos em comparação com terrenos planos, e mediante a dificuldade de construção, geralmente, estão desocupados. Aliado a este último fator, está à falta de conhecimento dessas pessoas sobre a influência de suas atitudes no desenvolvimento de um processo de deslizamento. É verdade que todas as áreas de grande declividade de uma cidade são passíveis a escorregamentos, mas a maneira com a qual o homem atua sobre ela pode determinar a ocorrência desses escorregamentos.

Alguns desses fatores citados acima evidenciam a deficiência dos sistemas econômico, social e político brasileiro. Pois partindo do princípio de que havendo possibilidade de construir sua moradia em lugar estável e não tão a mercê das intempéries da natureza, uma pessoa não decidiria por abrigar sua família em local propício a ocorrência de um deslizamento. Bem como, se uma pessoa é capaz de reconhecer e mitigar um perigo ela se torna menos vulnerável a esse perigo. Portanto, falta organização governamental, educação ambiental e informação.

É bem verdade que remover todas as pessoas que vivem em áreas de risco é impraticável em curto prazo e demanda um custo alto, nesse sentido, buscar estratégias para gerenciar e reduzir o risco se torna mais viável. Portanto, um grande aliado dos órgãos responsáveis pela gestão de risco são os chamados “mapeamentos de riscos”, medidas não estruturais capazes de demonstrar e qualificar graficamente a presença de um risco. Embora, na maioria das vezes, um mapeamento de risco não possa ser empregado sozinho, havendo a necessidade de também realizar medidas estruturas correlativamente, como a contenção de taludes e outras obras de engenharia, os mapeamentos demandam investimentos menos dispendiosos e são ferramentas de gestão eficientes quanto à otimização da capacidade de intervenção.

Planejar é hoje uma prerrogativa indispensável para enfrentar os problemas urbanos, tendo em vista evitar perdas de bens matérias além de vidas humanas, decorrentes de desastres associados a causas naturais, ou induzidos pela ocupação das cidades. As comunidades mais pobres são quase sempre as mais vulneráveis frente aos desastres naturais, deixando ao poder público uma grande responsabilidade sobre as consequências dessas ocorrências, pela baixa capacidade de autoproteção dessa população. (SILVA, 2016)

No que se refere a João Pessoa, capital paraibana, principal centro socioeconômico do Estado, o crescimento também se deu de maneira acelerada devido à migração de pessoas que vinham de cidades circunvizinhas, ou mesmo do interior, em busca de trabalho e melhores condições de vida, e com isso a quantidade de bairros sem infraestrutura adequada se multiplicou em poucos anos. Segundo dados da Coordenadoria Municipal de Proteção da Defesa Civil de João Pessoa (COMPDEC), no ano de 2013, João Pessoa chegou a ter 35 áreas de riscos suscetíveis a alagamentos, inundações e deslizamentos, eram quase 27 mil pessoas convivendo com o risco alto de deslizamento, 55% do número total de pessoas que moram em áreas de risco. Números relativamente altos e preocupantes quando aliados ao fato de que a maioria dessas áreas não

apresentavam projetos específicos para remoção, estabilização ou monitoramento, embora o risco fosse constante.

Hoje, após a criação de um plano de emergência para prevenção de riscos chamado “João Pessoa em Ação”, que reuni diversos órgãos da esfera municipal na criação de ações para coibir a ocorrência de desastres naturais, o número de áreas de riscos caiu para 27. Sob coordenação da Prefeitura Municipal de João Pessoa, trabalham em conjunto a Coordenadoria Municipal de Proteção da Defesa Civil, as secretarias de Infraestrutura, Desenvolvimento Urbano, Desenvolvimento Social, Meio Ambiente, e a Autarquia Municipal Especial de Limpeza Urbana.

Como já mencionado, a COMPDEC é um dos órgãos responsáveis pela gestão e análise de risco na cidade e realiza mapeamentos anuais de riscos de deslizamentos, através da utilização de anotações e constatações feitas no momento da vistoria, para atualização de setores de risco existentes na cidade. Mas levando em consideração que esse mapeamento é relativamente subjetivo, já que o grau de risco é atribuído de acordo com a interpretação do profissional responsável pela análise e depende fundamentalmente da experiência do mesmo, observou-se a necessidade da criação de uma metodologia menos voltada para interpretação individual do vistoriador, que melhore a confiabilidade dos dados e o gerenciamento do mesmos.

Portanto, a metodologia descrita nessa pesquisa, visa auxiliar o trabalho da COMPDEC e do projeto “João Pessoa em Ação” através da criação de uma metodologia para mapeamento de risco geológico-geotécnico de escorregamentos adequada à cidade de João Pessoa, uma vez que essas duas geociências permitem analisar e caracterizar as interações entre os meios físicos, bióticos e socioeconômicos. Em termos técnicos, esta pesquisa visa fornecer subsídios científicos para o planejamento territorial, gerenciamento ambiental, plano diretor e gestão de risco de João Pessoa.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Desenvolver e testar uma metodologia para mapeamento de risco geológico-geotécnico de escorregamentos na cidade de João Pessoa, baseada numa análise relativa (qualitativa) de risco, de fácil utilização, mas, criteriosa e realista, que englobe parâmetros considerados fundamentais nos programas de gestão de risco.

1.1.2 Objetivo específico

- Conhecer as características geoambientais de João Pessoa.
- Definir parâmetros para análise e classificação de risco.
- Criar ficha de vistoria para facilitar a identificação de risco.
- Testar a metodologia desenvolvida.

2 MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

Essa pesquisa se baseia na metodologia de análise de risco desenvolvida por Campos (2011), na qual é criado um método para classificação de risco adequada com a realidade do município de Belo Horizonte, e nas considerações de Alheiros (1998), segundo o qual, para avaliar um risco é preciso entender e conhecer uma grande variedade de características para poder definir, identificar e adotar as medidas capazes de mitigar os danos que os escorregamentos e processos associados possam causar. É notória, ao estudar os trabalhos dos dois autores citados, a importância de adequar os mapeamentos de risco as características dos meios físicos no qual esses mapeamentos serão empregados, tendo em vista que cada cidade apresenta elementos geoambientais e físicos específicos.

Na presente pesquisa, também foi levada em conta a classificação paramétrica sugerida por Verstappen *apud* Tominaga (2007), onde um sistema de pesos ajuda a definir o risco, tornando a metodologia mais fácil e confiável.

Por uma questão de funcionalidade, a escolha dos parâmetros que compõem a nova metodologia foi feita depois de duas etapas. A primeira consistiu em realizar uma revisão bibliográfica para descrever a realidade da cidade de João Pessoa e conhecer as condições agravantes de risco oriundas das características da cidade. Essas condições são aqueles que possam favorecer um possível movimento de massa, já que, por exemplo, fatores como a quantidade de chuva, sua intensidade, sua distribuição no tempo e no espaço e as propriedades do solo, podem interagir entre si e assim contribuir para que uma área se torne mais suscetível a riscos geológico-geomorfológicos. São, portanto, os elementos físicos e bióticos que contribuem para o desenvolvimento de movimentos de massas.

Foram pesquisados os seguintes aspectos: climatologia, solo, geologia e geomorfologia. Estudar estes elementos do meio físico é importante por que os mesmos estão intimamente ligados, quando se refere aos processos de formação dos relevos, através dos processos exógenos.

Na segunda etapa, foram estudados os critérios para análise e identificação de risco utilizados pelo Ministério das Cidades, estabelecidos em trabalhos realizados pelo IPT e UNESP, como o padrão construtivo das moradias, a distâncias das mesmas ao talude, a presença de água, entre outros. Sendo estes os pontos mais importantes na determinação do grau de probabilidade de

ocorrência de um processo de deslizamento. Nessa etapa, também foi estudada a percepção do homem quanto ao risco de escorregamentos e a maneira com qual o mesmo interage com o meio que ocupa, pois essa relação pode levar a ocorrência de acidentes geológicos, dependendo do nível de risco em que a área ocupada se encontra.

Os elementos e fatores obtidos nessas duas etapas ajudaram a definir os parâmetros que favorecem a ocorrência de deslizamentos naturais e/ou induzidos. Esses parâmetros são aqueles que atuam de maneira aliada, entre si, e com os meios físicos, bióticos e antrópicos no sistema ambiental da região. Os mesmos compõem a nova metodologia.

O passo seguinte foi atribuir um valor para cada conjunto de parâmetros de acordo com a relevância desses conjuntos no desencadeamento ou não de um processo de movimentação.

Para facilitar a utilização da nova metodologia, os parâmetros foram sintetizados numa ficha de vistoria que possibilitou o teste da metodologia na comunidade São Rafael, área que apresenta risco constante de deslizamento. Sendo está a última etapa desta pesquisa.

Resumidamente, foi estabelecida a seguinte base metodológica:

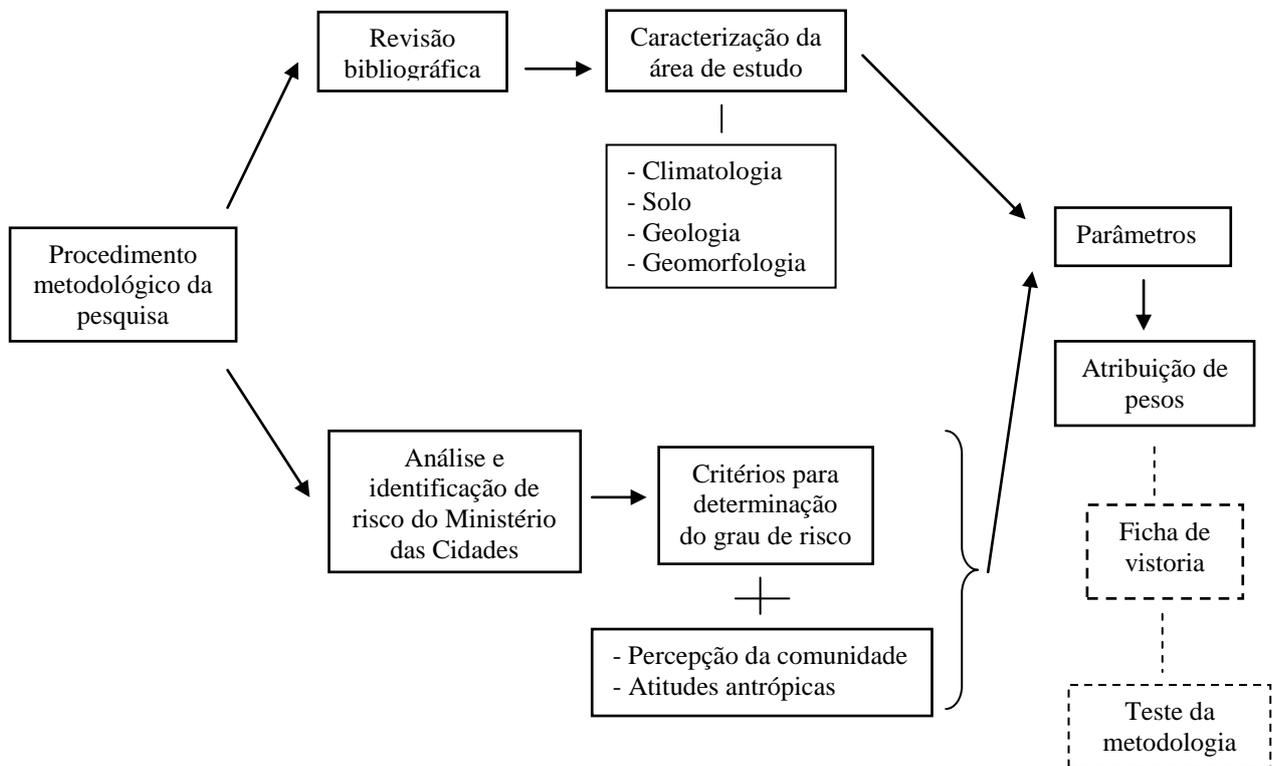


Figura 1 - Organograma mostrando as etapas da metodologia da pesquisa

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Características da área de estudo

O atual território do município de João Pessoa pertenceu à Capitania de Itamaracá. Desde a sua instalação, na condição de cidade, em 05 de agosto de 1585 até os dias modernos recebeu diversas denominações. Teve, evidentemente, ao longo de sua história mais que quadrissecular, atribuições espaciais e político-administrativas distintas. Em 04 de setembro de 1930 passou a se chamar oficialmente João Pessoa. (MARINHO, 2011)

Segundo Barbosa (2015), as primeiras moradias da capital paraibana foram construídas nas encostas das vertentes do rio Sanhauá, subindo em direção a região central dos tabuleiros costeiros. A cidade é, portanto, cortada por vales de rios que adicionaram ao seu sítio planícies e vertentes que acabaram sendo alvo da ocupação e urbanização. Características das cidades fundadas no período colonial. Já a ocupação da faixa litorânea e da região mais ao sul só aconteceu depois de 1855. E a região sudoeste continua pouco ocupada por possuir as áreas de maior altitude e rios encaixados.

Hoje, é a capital e o maior centro econômico, político e financeiro do estado da Paraíba. Está localizada no litoral nordestino, mas precisamente na mesorregião da Mata Paraibana, microrregião de João Pessoa. Oficialmente, possui 65 bairros, distribuídos em 211,5 km² de extensão territorial, como mostra a Figura 2, limitada ao sul pelos municípios do Conde e Jacumã, ao norte por Cabedelo, a oeste por Bayeux e Santa Rita e a leste pelo Oceano Atlântico.



Figura 2 - Mapa de João Pessoa. (Fonte: Geo João Pessoa, 2017)

O processo de urbanização de João Pessoa se intensificou entre 1963 e 1985 quando foi criado o Distrito Industrial, a inauguração do Hotel Tambáú e a construção do campus da Universidade Federal do Estado da Paraíba no bairro Castelo Branco. Contudo esse crescimento, assim como na maioria das grandes cidades brasileiras, proporcionou a estruturação, apenas, das áreas mais favorecidas em detrimento das menos favorecidas. Em paralelo ao progresso que acometia os grandes bairros residenciais e comerciais da orla marítima, as encostas e vales de rios, ocupada pela população de baixa renda, sofriam com o empobrecimento urbano. Problema urbano decorrente da falta de planejamento, responsável pela degradação social e ambiental da cidade.

A revisão dos caminhos que a urbanização do município de João Pessoa percorreu denota a forma com que as bases geomorfológicas assim como as geológicas foram sendo alteradas conforme a cidade foi sendo construída, criando novas formas, novas topografias, vertentes e processos geológico-geomorfológicos. (BARBOSA, 2015)

Segundo Censo do IBGE de 2010, O município possui 59 aglomerados subnormais que abrigam 12,6% da população, a grande maioria se encontra em áreas inclinadas ou nas margens de rios. Entende-se por aglomerados urbanos, um conjunto de 51 unidades habitacionais ou mais que não possuem títulos de propriedade, foram construídos em vias ou regiões irregulares, e são desprovidas dos recursos públicos essenciais como coleta de lixo, iluminação pública, energia elétrica, rede de esgoto e de água.

A ocupação destas áreas de risco e de zonas de interesse ambiental nos interstícios da cidade é quase que inevitável para aqueles que não podem residir em outras áreas. A segregação é, então, forçosa ou obrigatória, e se expressa na malha urbana, unidades de espaços diferenciados, coesos, tendo em comum a singularidade das condições de vida estabelecidas de forma precária. (BARBOSA, 2015)

Apesar de possuir Plano Diretor, documento regulamentador do planejamento e ordenamento do território do município, desde a década de 70, o número de áreas de risco que surgiam em João Pessoa era ascendente e acompanhava o crescimento da população. Correlativamente, o número de processos geológicos-geomorfológicos também eram recorrentes.

Em 2013, por exemplo, depois de 2 dias seguidos de chuva no mês de setembro, sucessivos episódios de inundações e deslizamentos em todas as 35 áreas de risco, que incluem deslizamento,

alagamento e inundação, levaram a mais de 5 mil famílias afetadas, conforme informações da SECOM (2017). No mesmo ano, a Prefeitura Municipal de João Pessoa (PMJP) criou o projeto “João Pessoa em Ação – Gestão de Risco e Administração de desastres” para realizar medidas como desassoreamento de rios, loneamento de taludes, demolição de residências, além de assistência social. Com isso, o projeto conseguiu diminuir o número de áreas de risco de 35 para 27 em apenas 3 anos de gestão.

Em 2016, segundo estimativas do IBGE, João Pessoa possuía uma população de 801.718 habitantes, destes, de acordo com levantamentos realizados pela COMPDEC, 39.500 viviam em áreas de risco, ou seja, quase 5% da população. Número ainda considerável. E apesar das ações desenvolvidas pelo órgãos governamentais, deslizamentos pontuais continuam a acontecer.

3.1.1 Climatologia

Para melhor discernir a realidade geológica e geomorfológica do município de João Pessoa, recomenda-se concentrar as atenções nos elementos climáticos mais representativos e nos fatores que os adéquam. Portanto, as análises concentrar-se-ão basicamente na conduta de dois elementos climáticos, a saber: temperatura e, mormente, na precipitação. (MARINHO, 2011)

João Pessoa possui clima Tropical Chuvoso ou clima Litorâneo, com estação seca de verão, característico da região do globo em que se encontra o município. A temperatura mantém-se elevada durante o ano todo, devido à baixa amplitude térmica da cidade, não havendo grandes variações de temperatura entre as estações, a média anual é de 25,6 °C. No verão a máxima pode chegar a 33°C e no inverno pode chegar a 14 °C, mas é raro passar de 18 °C.

Em contrapartida, a Figura 3 mostra que o regime pluviométrico de João Pessoa apresenta variações, com uma diferença de precipitação que pode chegar até 282 mm entre os mês mais seco, novembro, e o mês que mais chove, junho. O período mais chuvoso ocorre de março a julho, e de seca entre setembro e dezembro. Mas, segundo Barbosa (2015), apesar da heterogeneidade pluviométrica, a cidade apresenta pluviosidade significativa em, praticamente, todos os meses do ano, dificilmente ficando abaixo de 30 mm.

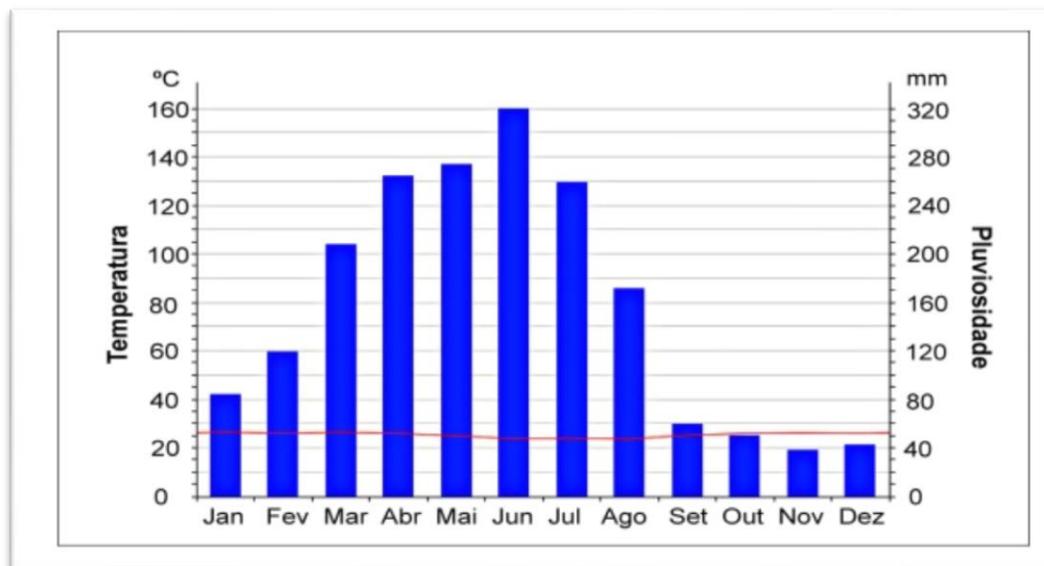


Figura 3 - Climograma de João Pessoa (Fonte: Barbosa, 2015)

Outra característica importante das chuvas de João Pessoa, refere-se a sua intensidade muito acima dos valores climatológicos em períodos relativamente curtos de tempo. São os chamados “eventos de chuvas diárias extremas” que, em áreas impermeabilizadas, fazem o índice de escoamento se sobrepôr ao de infiltração, tornando as águas pluviais fortes agentes causadores de erosão.

De acordo com Anjos, Anjos e Costa (2006), esses eventos de chuvas diárias extremas, que se caracterizam por apresentar precipitação bem superior ao esperado, sempre se constituirão em preocupação para a defesa civil e sua população. Nestas condições, elas são as causas de inundações, destruições, queda de barreiras, espalhando o caos com prejuízos e em muitos casos com perdas de vidas humanas.

Em virtude de sua relação com os meios físicos geológicos e geomorfológicos, as precipitações devem ser analisadas com mais atenção que os outros aspectos climatológicos da região. Soares e Filho (2014), em seu trabalho sobre as correlações entre movimentos de massas e a pluviosidade nas encostas de João Pessoa, traçaram curvas do tipo chuvas diárias x chuvas acumuladas que constata a influência das chuvas na ocorrência de deslizamentos a partir de um limiar de 50 mm, sendo este um valor limite para a maior suscetibilidade a escorregamentos.

A Figura 4 mostra a precipitação acumulada durante sete dias e os escorregamentos que aconteceram nesses períodos de dias. Vale ressaltar que todos os 19 casos de escorregamentos

analisados tiveram como agente deflagrador principal a ação das chuvas. As análises concluíram que o melhor indicador do início da ocorrência de deslizamentos, com relação aos fatores climatológicos, é a precipitação acumulada.

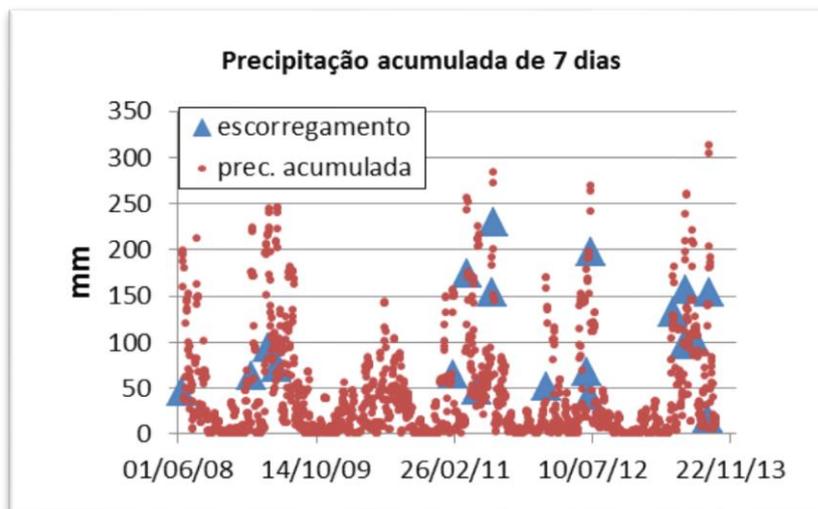


Figura 4 - Gráficos de dispersão de precipitação acumulada de sete dias.

(Fonte: Soares e Filho, 2014)

Dessa maneira, segundo Barbosa (2015) fica claro o forte papel que os fenômenos climáticos têm na formação do relevo, que, em João Pessoa, se mostra com maior expressão através do intemperismo e erosão, resultantes dos processos de escoamento e/ou infiltração das águas pluviais.

3.1.2 Solo

O Solo é uma camada de material não consolidada, assentada sobre rochas que recobrem a superfície da Terra. É um recurso natural renovável, mas que está em constante transformação. Resulta da ação do intemperismo ou da desintegração mecânica de rochas.

Devido à insuficiência de dados e ao fato da escala de detalhe utilizada nesta pesquisa ser pormenorizada, a identificação pedológica de João Pessoa, foi baseado na interpretação do Mapa Pedológico do Estado da Paraíba (2004) produzido pela SUDEMA, apresentado na Figura 5. Neste, observou-se que a superfície sólida de João Pessoa é composta principalmente pelos solos: Podzólico Vermelho-Amarelo, Areias Quartzosas Marinhas, Solos Aluviais, Solos Indiscriminados

de Mangue, Latosol Vermelho-Amarelo, Podzol Hidromórfico e Solos Gley.

Os três primeiros solos citados, Podzólico Vermelho-Amarelo, Areias Quartzosas Marinhas e Solos Aluviais, são os mais abundantes e por consequência são os que geralmente são encontrados nas extensões dos taludes ou nas margens dos rios que os rodeiam, por isso o mesmo serão descritos detalhadamente adiante. É importante ressaltar que os Solos Indiscriminados de Mangue, também bastante abundante, são provenientes de sedimentos marinhos e fluviais, com presença de matéria orgânica e apresentam em sua composição indistintas frações de Quartzosas Marinhas e Solos Aluviais e outras classes de solos arenosos, por isso sofrem marcante influencia da ação da água. Mas como são encontrados em áreas de topografia plana na faixa costeira não serão descritos nesta pesquisa.

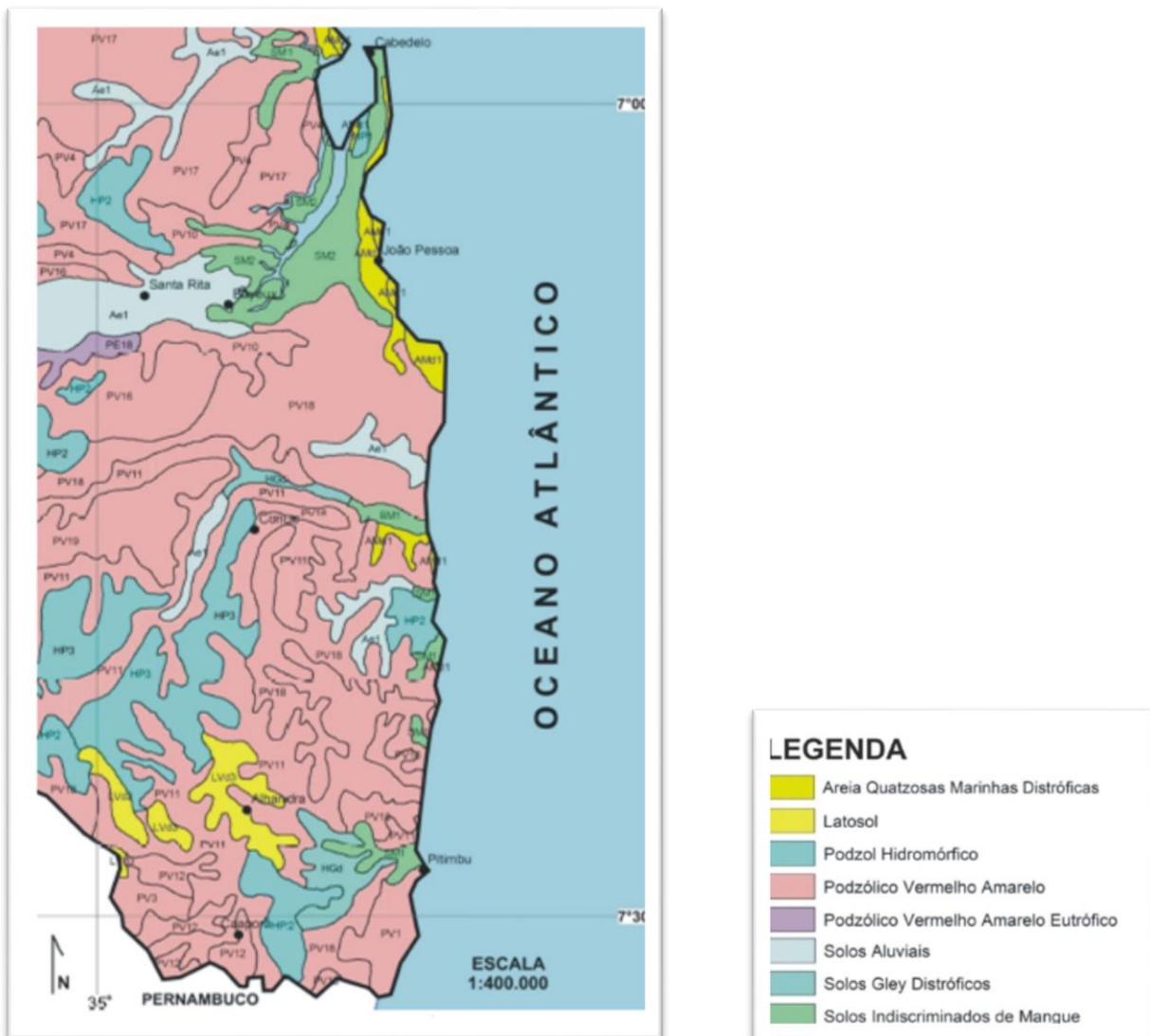


Figura 5 – Mapa pedológico da área de estudo, modificado do Mapa Pedológico do Estado da Paraíba, 2004. (Fonte: FURRIER, 2017)

As nomenclaturas usadas no Mapa Pedológico do Estado da Paraíba (2004) referem-se a aquelas sugeridas pelo antigo “Sistema Brasileiro de Classificação de Solos”, proposto pela EMBRAPA. Portanto, para tornar o entendimento do mesmo mais claro e usual, no que se refere à Engenharia Civil, serão usadas os termos sugeridos na Tabela 1 para identifica-los.

Tabela 1 – Nomenclaturas usuais para classificação de solos (Fonte: Elaboração própria)

NOMENCLATURAS	
Sistema Brasileiro de Classificação de Solos	Engenharia Civil
Podzólicos Vermelho Amarelo	Solos argilosos
Areias Quartzosas Marinhas	Solos arenosos
Solos Aluviais	Solos Aluviais

Os solos arenosos encontrados na região são essencialmente quartzosos com frações de areia grossa e fina, devido a sua textura possuem baixa coesão e grande suscetibilidade a erosão que associados a outras características desse tipo de solo, como a elevada permeabilidade e a baixa capacidade de retenção de água e nutrientes, torna-os demasiado frágeis.

Já os solos argilosos presentes na cidade são suscetíveis à erosão devido à dificuldade de infiltração de água no solo que apresentam. Geralmente possuem altos teores de argila, de baixas e altas atividades, que quando dispersa favorece a formação, temporária, de lençóis de água suspensos.

Apesar de apresentarem composições distintas, esses dois solos possuem condições em suas características físicas que os tornam vulneráveis a ocorrência de movimentos de massas. Como a suscetibilidade a erosão do solo está ligada a sua textura, os solos arenosos são eventualmente mais erodidos do que os solos argilosos, pois quanto maior a textura maior é o volume de material removido do solo. Enquanto isso, os solos argilosos apresentam baixa permeabilidade, provocando a rápida saturação do solo e, por consequência, seu escoamento superficial.

Os solos derivados de sedimentos aluviais, geralmente encontrados próximos a rios, apresentam espessura e granulometria diversificada, são resultado do transporte de materiais através da ação de agentes naturais como a água e o vento. Quanto à textura, apresentam muito silte, o que pode dificultar a compactação. E devido a suas propriedades físicas pode favorecer o risco de inundação.

De acordo com Barbosa (2015), às áreas que possuem maior declividade dentro do município de João Pessoa, são compostas por materiais sedimentares e solos espessos, e devido a isso sofrem a ação da erosão e do intemperismo químico, este último se evidencia através da dissolução de rochas quartzíticas, fato comum em regiões de clima tropical, onde a temperatura quente, a umidade alta e a pluviosidade constante facilitam a atividade microbiana. Portanto, a caracterização pedológica da área faz-se necessária para entender a fragilidade do solo frente a ocupação.

3.1.3 Geologia e geomorfologia

O substrato geológico paraibano é formado predominantemente por rochas Pré-Cambrianas, as quais ocupam mais de 80% só seu território, sendo complementado por bacias sedimentares, rochas vulcânicas cretáceas, coberturas plataformas paleógenas/neógenas e formações superficiais quaternárias (CPRM, 2002). Sendo a Formação Barreira a unidade geológica de maior exposição na extensão geográfica do município.

A designação de Grupo ou Formação Barreiras tem sido aplicada, com acepção vaga, para indicar sedimentos clásticos, pobres em conteúdo fossilífero, de cores vivas e variadas, mal consolidados, que ocorrem quase ininterruptamente, aflorando ao longo da costa, desde o Amapá até o norte do Estado do Rio de Janeiro. Corresponde a arenitos, siltitos, argilitos e conglomerados, frequentemente lenticulares, formando falésias, em grandes trechos, principalmente no litoral nordestino. (FURRIER, 2007)

Segundo Furrier (2007). Os sedimentos provenientes da Formação Barreiras são resultado do intemperismo sobre o embasamento cristalino, ou rochas cristalinas, do Planalto da Borborema, localizados mais para o interior do Estado da Paraíba e sobre as Formações Beberibe/Itamaracá, Formação Gramame e Marinha Farinha, mais para o litoral do Estado.

Sobre esses sedimentos areno-argilosos mal consolidados da Formação Barreira estão esculpidos os Baixos Planaltos Costeiros, unidade geomorfológica que recobre a maior parte de João Pessoa, cerca de 97%. Os Baixos Planaltos Costeiros são superfícies tabulares de topografia plana com a presença de ondulações moderadas ou fortes, de curta a média extensão.

Já os outros 21% da área em estudo, são recobertos pelas Planícies Fluviais, que são terraços formados pela ação da água ou do vento nas proximidades de rios, apresenta-se cortada por um rio e cercada por montanhas, onde os processos de sedimentação superam os processos de erosão.

É importante ressaltar que a ação antrópica interferiu na geomorfologia de João Pessoa, provocando alterações na Formação Barreira e contribuindo para o surgimento de encostas induzidas, ou seja, o relevo do município apresenta hoje algumas peculiaridades formadas durante o desenvolvimento e ocupação urbanística da cidade.

4 IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DE RISCO

Esta ação se refere aos trabalhos de reconhecimento de ameaças ou perigos e de identificação das respectivas áreas de risco. Para cada tipo de ameaça, deve-se entender os fatores condicionantes, os agentes deflagradores e os elementos sob riscos de acidentes. A análise de risco inicia-se a partir dos resultados gerados pela identificação dos riscos, objetivando reconhecer mais detalhadamente o cenário presente num determinado espaço físico, de acordo com os diferentes tipos de processos previamente reconhecidos. (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2004)

De uma forma geral, sabe-se que a fase de identificação de risco é uma das mais importantes em todo processo do gerenciamento de risco, pois proporcionam uma exatidão maior nas avaliações de risco, já que a forma como os riscos são identificados e coletados constituem-se na questão central para a efetividade de todo processo preventivo ou mitigador.

Portanto, o primeiro passo na realização de um mapeamento de risco é conhecer a problemática, visitando o local que possivelmente apresenta risco e documentando suas características. Desta forma, a identificação de risco pode ser definida como o processo de determinar o que pode acontecer, porque e como. O passo seguinte culmina na análise de risco, que nada mais é uma avaliação dos pontos críticos. É nesse momento que deve ser estabelecida uma relação clara entre o desastre e suas consequências.

A determinação do grau de risco proposta pelo Ministério das Cidades baseasse nos graus de probabilidade de ocorrência do processo ou risco estabelecidos nos trabalhos realizados na Prefeitura de São Paulo, IPT e Unesp. Em termos de parâmetros, são analisados os seguintes pontos:

- Padrão construtivo (madeira ou alvenaria): para uma mesma situação a construção em alvenaria deve suportar maior solicitação e, portanto, deve ser colocada em classe de risco inferior à moradia de madeira;
- Tipos de taludes: taludes naturais estão, normalmente, em equilíbrio. Taludes de corte e de aterro são mais propensos a instabilizações;

- Distância da moradia ao topo ou à base dos taludes: deve ser adotada como referência uma distância mínima com relação à altura do talude que pode sofrer a movimentação; lembrar que para a Serra do Mar e outras áreas em São Paulo, adota-se a relação 1:1;
- Inclinação dos taludes: os escorregamentos ocorrem a partir de determinadas inclinações. Por exemplo, na região da Serra do Mar, em São Paulo, ocorrem a partir de 17° (poucos) e 25/30° (a maioria). Pode-se estabelecer que taludes acima de 17° são passíveis de movimentações e assim relacionar com a Lei 6766/79 (Lei Lehman). Lembrar que as estruturas geológicas podem condicionar a existência de taludes muito inclinados e mesmo assim estáveis.
- Presença de água: a existência de surgências nos taludes e a infiltração de água sobre aterros devem ser tomadas como sinais de maior possibilidade de movimentações.
- Presença de sinais de movimentação/feições de instabilidade: essa presença pode ser expressiva e em grande número; presente; incipiente ou ausente. Essa é a chave para a classificação.

Devendo a avaliação final de risco se encaixar nos graus de risco descritos na Tabela 2;

Tabela 2 – Graus de risco do Ministério das Cidades
(Fonte: MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2004)

Grau de Probabilidade	Descrição
R1 Baixo ou sem risco	1. Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (declividade, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de baixa ou nenhuma potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos. 2. Não se observa(m) evidência(s) de instabilidade. Não há indícios de desenvolvimento de processos de instabilização de encostas e de margens de drenagens. 3. Mantidas as condições existentes não se espera a ocorrência de eventos destrutivos no período de um ano.
	1. Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (declividade, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de média potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos.

<p>R2 Médio</p>	<p>2. Observa-se a presença de alguma(s) sinais/feições/evidência(s) de instabilidade (encostas e margens de drenagens), porém incipiente(s). Processo de instabilização em estágio inicial de desenvolvimento.</p> <p>3. Mantidas as condições existentes, é reduzida a possibilidade de ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período de um ano.</p>
<p>R3 Alto</p>	<p>1. Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (declividade, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de alta potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos.</p> <p>2. Observa-se a presença de significativa(s) sinal/feição/evidência(s) de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, etc.). Processo de instabilização em pleno desenvolvimento, ainda sendo possível monitorar a evolução do processo.</p> <p>3. Mantidas as condições existentes, é perfeitamente possível a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período de um ano.</p>
<p>R3 Muito alto</p>	<p>1. Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (declividade, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de muito alta potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos.</p> <p>2. Os sinais/feições/evidências de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, trincas em moradias ou em muros de contenção, árvores ou postes inclinados, cicatrizes de escorregamento, feições erosivas, proximidade da moradia em relação à margem de córregos, etc.) são expressivas e estão presentes em entes em grande número ou magnitude. Processo de instabilização em avançado estágio de desenvolvimento. É a condição mais crítica, sendo impossível monitorar a evolução do processo, dado seu elevado estágio de desenvolvimento.</p> <p>3. Mantidas as condições existentes, é muito provável a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período de um ano.</p>

Não obstante, a metodologia para mapeamento de áreas de risco de deslizamentos proposta pelo Ministério das Cidades seja largamente usada pelas Defesas Civas dos municípios brasileiros, e seja um das mais eficazes no que compreende ao diagnóstico qualitativo de risco, dois condicionantes de relevância considerável não são levados em consideração na hora final da avaliação do risco.

Estes condicionantes referem-se às atitudes antrópicas e a capacidade de percepção da população quanto à gravidade da situação em que a mesma está inserida. Muitos escorregamentos poderiam ser evitados ou mitigados mediante o controle das atitudes dos próprios moradores dessas

localidades, e conseqüentemente, mediante seu entendimento sobre o risco.

Isto porque a falta de informação associada ao baixo poder aquisitivo resulta na execução de soluções improvisadas e sem o embasamento técnico necessário. Além disto, esta falta de conhecimento influencia a maneira com a qual os próprios moradores encaram as situações de risco e sem saber, muitas vezes, os mesmo acabam por induzir um aumento do risco em função de suas ações cotidianas. Neste sentido, estima-se que a falta de conhecimento da população é fator essencial para formação dos cenários de risco. (GOMES, BRAGA, LOPES, GONÇALVES, NOVAIS, FONTES, PETRONILHO E GOMES, 2016)

Campos (2011) afirma que é importante compreender como as comunidades percebem suas paisagens e lugares e qual o seu comportamento cotidiano, para a partir daí construir ações para a redução de desastres. Vieira (2004) entrevistou pessoas que vivem em áreas susceptíveis a deslizamentos em algumas cidades do Brasil, como Blumenau e Recife, e concluiu que a maioria dos moradores acha que o escorregamento não pode acontecer onde moram por achar que suas casas estão construídas em terrenos “planos” provenientes de cortes e aterros que os mesmos fizeram. Essa maioria de moradores acredita que as causas de deslizamentos são essencialmente a chuva, ignorando suas próprias atitudes que acabam por favorecer um processo de escorregamento, como a retirada da vegetação ou lançamento de lixo.

Portanto, as atitudes antrópicas e a percepção social dos moradores devem ser consideradas no momento da determinação do grau de risco. Por isso, a metodologia aqui desenvolvida inclui estes dois condicionantes, afim de aumentar a consistência da base diagnostica e a criticidade da mesma.

5 RESULTADOS

5.1 Parâmetros

A identificação e análise de risco é um valioso suporte técnico para redução de risco. Nesse sentido, os mapeamentos de risco que tem por objetivo fornecer subsídios para as Defesas Cíveis, ou outros órgãos governamentais, responsáveis pelo gerenciamento das situações de risco relacionadas a escorregamentos, bem como inundações, utilizam um procedimento empírico, baseado numa avaliação qualitativa, conjugada a observações de campo, de modo que o risco seja rapidamente determinado para posterior implantação de ações preventivas ou mitigadoras.

Assim, a análise de risco na metodologia aqui proposta foi construída com base na qualificação das informações obtidas durante a fase de identificação de risco, correlacionando-as com as suas probabilidades de ocorrência e intensidade de danos, para se chegar a um grau de risco. Essa análise de áreas de risco permite a elaboração de banco de dados, mapas de suscetibilidade, zoneamento e até cadastramentos, que posteriormente poderão ser usados como ponto de partida nas medidas de redução ou eliminação das consequências socioeconômicas e ambientais.

Em relação à tomada de decisão, para determinação do grau de risco, pode-se dizer que a classificação de risco baseou-se nos seguintes parâmetros:

- **Agentes potencializadores:** são os elementos físicos diretamente responsáveis por favorecer o desencadeamento ou agravar um movimento de massa. Vazamentos ou ruptura das redes de água e/ou esgoto, lançamento de água servida ou esgoto, lançamento e concentração de água pluvial, surgência, fossa sanitária, lixo e/ou entulho, bananeiras e/ou árvores de grande porte, ausência de vegetação rasteira e cortes e/ou aterros inadequados, são alguns desses agentes potencializadores. Os que se referem à presença de água são os principais, pois a mesma acaba por aumentar o peso específico das camadas do solo, diminui a coesão e o atrito e, conseqüentemente, diminuindo a consistência do solo;
- **Sinais de instabilização:** são as feições que indicam que um movimento de massa está ocorrendo ou está na iminência de acontecer. Patologias como trincas ou degraus no solo, embarrigamento de muros, flechas exageradas, deformações nas moradias, inclinações de árvores e postes, estalos, são alguns desses sinais. Devem ser observados também os condicionantes

geológico-geotécnicos predisponentes;

- Vulnerabilidade da edificação: a qualidade de uma moradia influencia na sua capacidade de resistir a um movimento de massa. Nesse sentido, pressupõe-se que moradias de madeira ou lona sejam mais suscetíveis a impactos. Devera ser observado também a existência de deficiências construtivas;
- Relação altura/afastamento: A distância da moradia em relação ao talude determina se há possibilidade da mesma ser atingida em um possível deslizamento. Considerando que o solo mobilizado pode percorrer uma distância de aproximadamente 70% da altura do talude, a distância segura entre a moradia e o talude será de uma vez a altura deste último ou mais;
- Fatores atenuantes: são as obras de engenharia, ou seja, medidas estruturais, realizadas no local para impedir ou minimizar o risco geológico-geotécnico e as características do talude que favorecem a sua estabilização. A presença desses fatores diminui o risco;
- Fatores agravantes: referem-se à relação do homem com a área que ocupa e sua vulnerabilidade social. Serão considerados dois fatores agravantes. Ações antrópicas que possam atuar de forma a aumentar o nível de risco é um desses fatores. O outro, baseia-se na capacidade que um morador tem de reconhecer a gravidade de um deslizamento, da influencia de suas atitudes e, principalmente, de compreender e executar as recomendações dadas, por exemplo, pela Defesa Civil;

5.2 Atribuição de pesos

Afim de diminuir a dependência de interpretações subjetivas e julgamentos tendenciosos no momento da classificação do risco, optou-se por usar nesta metodologia uma análise estatística, por meio da atribuição de pesos aos parâmetros citados subitem anterior, facilitando o manuseio de dados e a confiabilidade dos resultados obtidos.

De acordo com Verstappen *apud* Tominaga (2007), o sistema de classificação paramétrica tem sido muito bem sucedido e implica em qualificar as características do terreno e da situação,

usando combinações matemáticas (Soma, subtração, multiplicação, etc) para chegar a um índice. Nesse caso, os índices são representados em níveis literais que são: muito alto, alto, médio, baixo e sem risco.

Com base na atribuição de pesos elaborada e testada por Campos (2011) para ser utilizada pelo Programa Estrutural em áreas de risco (PEAR) da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte, na presente metodologia foram empregados os seguintes pesos:

Tabela 3 - Parâmetros definidos e seus respectivos pesos

Parâmetro	Condição	Peso
Agentes potencializadores (AG)	Sem AG	+ 1 ponto
	Com AG	+ 2 pontos
Sinais de instabilização (SI)	Sem SI	+ 1 ponto
	Com SI	+ 2 pontos
Vulnerabilidade da edificação (V)	V baixa	+ 1 ponto
	V alta	+ 2 pontos
Relação altura/afastamento	1/1	+ 1 ponto
	2/1	+ 2 pontos
Fatores atenuantes	3/1 ou mais	+ 3 pontos
	Obra sem qualidade atestada	- 1 ponto
	Obra que minimizou o risco	- 2 pontos
	Obra que eliminou o risco	- 3 pontos
	Talude estável	- 1 ponto
Fator agravante	Vulnerabilidade social é relevante	+ 1 ponto

Caso não existam fatores agravantes, recomenda-se considerar peso zero para estes fatores.

Da mesma maneira deve-se proceder com os fatores atenuantes.

Considerando os parâmetros definidos e os pesos atribuídos a cada um deles, as possibilidades de risco são conhecidas chegando aos seguintes valores:

Tabela 4 – Somatório de peso e risco correspondente

Somatório	Nível de risco
De 8 a 10 pontos	Muito alto
7 pontos	Alto
6 pontos	Médio
De 5 a 4 pontos	Baixo
De 3 a 0 pontos	Sem risco

5.3 Ficha de vistoria

Os resultados obtidos nessa pesquisa foram expressos na forma de uma ficha de vistoria, indicada no Anexo 1 e 2, cuja matriz foi inspirada na ficha de campo utilizada pelo Ministério das Cidades, desenvolvida pela Prefeitura de São Paulo, IPT e Unesp, e na ficha de vistoria usada pelo Programa Estrutural em áreas de risco (PEAR) da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte, também desenvolvida por Campos (2011).

Essa ficha representa uma síntese da metodologia de risco geológico-geotécnica proposta, com ela é possível reconhecer e avaliar os critérios usados para classificação de risco. Ressalta-se que esse é um instrumento técnico altamente relevante, pois os resultados obtidos estão intimamente relacionados à qualidade e precisão das obtidas a partir da mesma.

O cadastramento de risco feito por meio da utilização dessa ficha de vistoria fornece informações específicas, como a quantidade de moradores em situação de risco, a presença de evidências de movimentação e a necessidade de remoção ou de intervenção dos órgãos responsáveis. Por meio dela é possível construir um zoneamento, delimitando em uma distribuição espacial as regiões homogêneas em relação ao nível de risco, ou um cadastramento de risco, nos setores que apresentam risco mais alto, onde o nível de detalhamento deve ser maior.

A ficha de vistoria foi dividida em passos que buscam direcionar e facilitar a avaliação da equipe técnica, sendo:

1º Passo – Dados Gerais: onde constam as informações básicas sobre a localização da moradia, sobre os responsáveis pela mesma e sobre o profissional que executou a visita;

2º Passo – Caracterização do local: onde se caracteriza o local em que a moradia foi construída com base nos aspectos geomorfológicos da área;

3º Passo – Caracterização da moradia: neste passo são descritas as condições em que a moradia se encontra;

4º Passo – Presença de água: aqui devem ser relacionados todos os sinais que evidenciam a presença de água no talude;

5º Passo – Predisposições a processos geodinâmicos e sinais de instabilização: aqui são descritos a ocorrência de movimentos de massas antigos e atuais, e a existência de sinais que demonstram uma possível instabilização do talude.

6º Passo – Agentes potencializados de risco: onde são relacionadas condições ou fatores que possam atuar no agravamento ou surgimento de um deslizamento.

7º Passo – Classificação paramétrica de risco: aqui é definido qual o grau final de risco utilizando o sistema paramétrico de pesos.

8º Passo – Considerações do responsável técnico: observações e anotações adicionais que o vistoriador julgue importante adicionar a ficha;

9º Passo – Parecer: passo onde se define qual o encaminhamento será dado para família exposta ao risco;

5.4 Avaliação da metodologia proposta

Durante os meses de setembro e outubro de 2017, objetivando comprovar a eficiência e a

confiabilidade da metodologia para mapeamento de risco geológico geotécnico de escorregamento em João Pessoa, foram realizadas testes usando a classificação de risco proposta, por meio do emprego da ficha de vistoria desenvolvida. A área escolhida para realização dos testes foi a Comunidade São Rafael, uma das áreas que apresentam risco eminente de deslizamento.

A Comunidade São Rafael está localizada na região metropolitana de João Pessoa, no Conjunto Castelo Branco, nas proximidades da Universidade Federal da Paraíba, e é limitada pela BR 230 e pelo Rio Jaguaribe, como mostra a Figura 6. A comunidade surgiu na década de 50 como resultado de um processo de ocupação da Granja São Rafael, propriedade particular que foi entregue ao Poder Público para pagamento de uma dívida entre os proprietários e o Estado. Mas, a urbanização do local se intensificou após a construção a construção do campus sede da Universidade Federal da Paraíba e a, conseqüente, ocupação dos bairros que cercam a mesma.

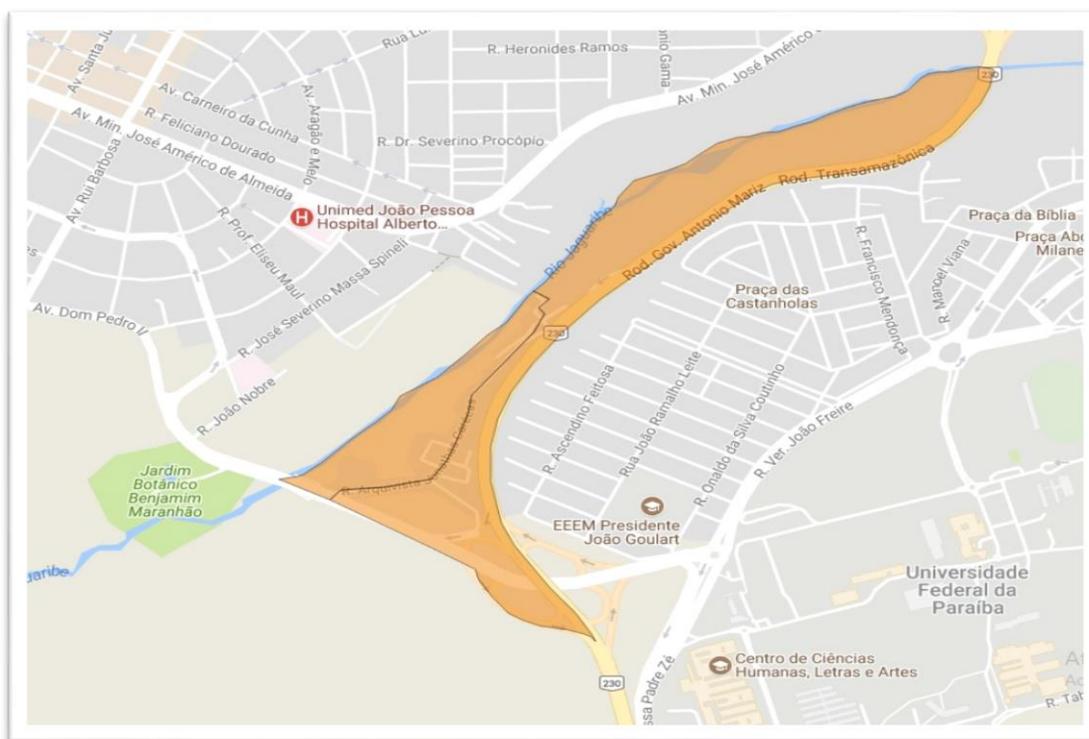


Figura 6 – Mapa da Comunidade São Rafael (Fonte: Censo IBGE 2010)

Segundo informações dos moradores mais antigos, as primeiras famílias que ocupavam a região vinham do interior ou de outras localidades do município em busca de emprego e melhores condições de vida. Muitos viviam, inicialmente, da pesca e do cultivo. Mas a concentração demográfica excessiva acabou provocando uma expansão desordenada e legitimando o processo de favelização da área.

De acordo com o Censo 2010 do IBGE, a comunidade possui 209 domicílios, que vão desde moradias de alvenaria convencional a barracos de madeira e lona, distribuídos sobre o atual espaço geomorfológico da área que foi se sendo esculpido pela maneira o qual foi ocupado. Hoje, a comunidade apresenta inúmeras irregularidades estruturais, ruas de difícil acesso e infraestrutura deficiente, além de problemas ambientais.

O teste da metodologia foi realizado no talude que margeia a BR 230, tendo em vista que esse talude é o mais extenso da comunidade, cotendo moradias em sua base e topo, e apresentou no decorrer do presente ano alguns episódios de deslizamentos. O talude estudado está representado na Figura 7.



Figura 7 – Talude estudado (Fonte: Adaptado do Google Maps, 2017)

Durante a fase de teste, foram encontrados sinais de instabilização em todas as moradias visitadas, algumas foram construídas após a execução de cortes ou aterros irregulares, muitas apresentam trincas ou rachaduras. Não existe sistema de drenagem de água pluvial e, com isso, o escoamento superficial sobre o talude é inevitável. O sistema de drenagem de esgoto é inexistente em alguns trechos da comunidade e ineficiente em outras, com isso a disposição final dos resíduos é feito com fossa ou é lançado no leiro do Rio Jaguaribe. A maioria das moradias localizadas na base do talude estão a cerca de um metro de distancia do mesmo, mas há casos em que o maciço de solo

está sendo “contido” pela própria parede da casa. Lixo, entulho, árvores inclinadas, paredes embarrigadas e feições erosivas também são cenas comuns. E há cicatrizes de deslizamentos do decorrer de todo talude, algumas recentes. Como pode ser observado nas fotos a seguir;



Figura 8 - Construções irregulares na extensão do talude. (Fonte: autor, 2017)



Figura 9 - Moradia de difícil acesso no topo do talude. (Fonte: autor, 2017)



Figura 10 – Trinchas e rachaduras. (Fonte: autor, 2017)



Figura 11– Dimensões das rachaduras. (Fonte: autor, 2017)

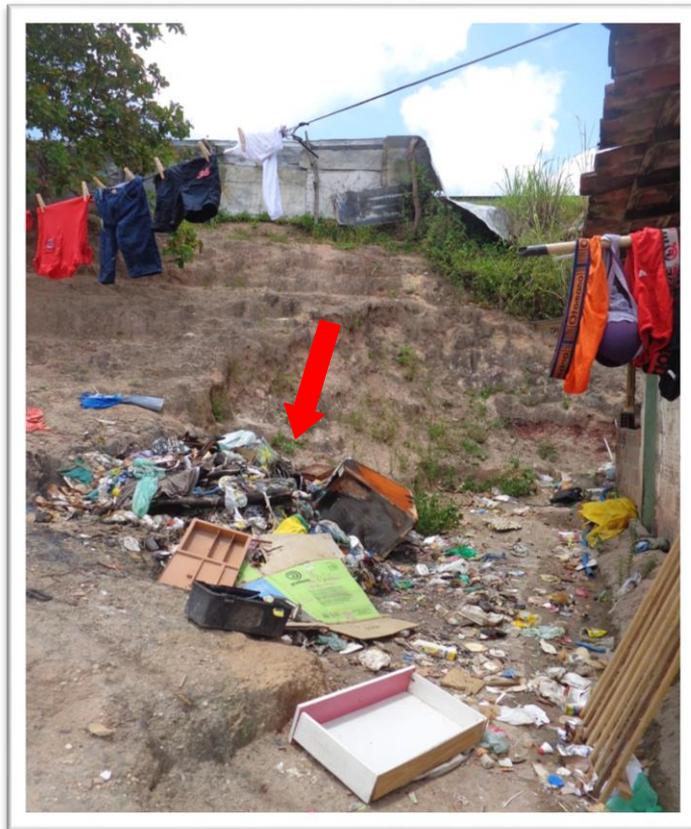


Figura 12 – Lixo e entulho sobre o talude. (Fonte: autor, 2017)



Figura 13 - Lixo na extensão do talude. (Fonte: autor, 2017)



Figura 14 – Arvore inclinada. (Fonte: autor, 2017)



Figura 15 – Moradias na base do talude. (Fonte: autor, 2017)



Figura 16 – Distancia do talude as moradias. (Fonte: autor, 2017)



Figura 17 – Feições erosivas e sinais de instabilização do talude. (Fonte: autor, 2017)



Figura 18 – Cicatriz de deslizamento ocorrido há um ano aproximadamente. (Fonte: autor, 2017)



Figura 19 – Cicatriz de deslizamento ocorrido há alguns meses. (Fonte: autor, 2017)



Figura 20 – Corte no talude. (Fonte: autor, 2017)

Com auxílio das fichas de vistorias foram vistoriadas 14 moradias. O objetivo era chegar a um zoneamento, delimitando os setores homogêneos em relação ao grau de risco. Paralelamente a metodologia para mapeamento de risco ora proposta, foi empregada à metodologia para mapeamento de risco sugerida pelo Ministério das Cidades nas mesmas moradias, para que possibilite-se uma comparação entre os dados obtidos nas duas metodologias. A utilização desta última metodologia ficou a cargo dos alunos do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal da Paraíba que fazem parte do projeto de extensão “Mapeamento de Áreas de Risco e Educação Ambiental de Comunidades de João Pessoa”.

A Tabela 5 mostra o resultado obtido nas duas metodologias. Para agilizar e facilitar a identificação das casas foi utilizado um GPS, onde cada moradia ganhou um número de reconhecimento. Portanto, as moradias visitadas serão referenciadas por esses números.

Tabela 5 – Resultados obtidos nas duas metodologias empregadas.

Numero de reconhecimento (GPS)	Grau de risco	
	Proposta de metodologia para mapeamento de risco geológico - geotécnico de escorregamentos em João Pessoa - PB	Metodologia do Ministério das Cidades
31	Muito alto	Muito alto
32	Muito alto	Muito alto
33	Muito alto	Muito alto
34	Muito alto	Muito alto
37	Muito alto	Muito alto
40	Muito alto	Muito alto
41	Muito alto	Muito alto
42	Alto	Alto
43	Muito alto	Muito alto
47	Alto	Alto
48	Muito alto	Alto
51	Muito alto	Alto
52	Muito alto	Alto
53	Alto	Alto

É possível observar que os graus finais de risco obtidos nas duas metodologias são, em sua maioria, iguais. Isso demonstra a segurança de metodologia proposta, já que a metodologia do Ministério das Cidades é uma das mais confiáveis, sendo utilizada largamente pelas defesas civis do Brasil. Isso se deve, também, ao fato de nas duas metodologias alguns dos fundamentos para determinação do grau do risco partirem do mesmo princípio, como a distância da moradia ao talude, a presença de água, entre outros.

Não obstante, alguns resultados se apresentaram de maneira diferente, isso se deve ao fato da metodologia para mapeamento de risco geológico geotécnico de escorregamento em João Pessoa ser mais rigorosa, por empregar uma gama maior de parâmetros, como a existência de fatores

agravantes e/ou atenuantes e a vulnerabilidade social da população, bem como por considerar as características da região em que foi empregada. Estes parâmetros tornam essa metodologia mais realista, já que possibilitam um conhecimento maior da problemática, de suas causas e das condições dos meios físicos, bióticos e sociais da área.

Outro fator que culmina na obtenção de dados diferentes, caracteriza-se pela metodologia proposta se fundamentar a partir de um juízo de valor, obtido através de sistema paramétrico de pesos. Portanto, é menos subjetiva. Enquanto a metodologia do Ministério das Cidades baseasse única e exclusivamente na interpretação e na experiência do vistoriado. Abrindo brecha para que dois vistoriadores que tenham níveis de experiência distintos, por exemplo, acabem por classificar de maneira diferente uma mesma área.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como visto anteriormente, o crescimento da ocupação desordenada em áreas de encostas tem levado a um agravamento no número de desastres ambientais, naturais e/ou induzidos, muitas vezes com consequências catastróficas. A depender do agente causador e de sua magnitude, não é possível evitar que estes processos ocorram. No entanto, mediante a adoção de medidas preventivas adequadas é possível evitar ou minimizar os seus danos.

Tais medidas são obtidas, primordialmente, através da realização de estudos prévios dos fatores, dos condicionantes e dos mecanismos envolvidos no desencadeamento de um desastre, assim como na realização de uma avaliação do risco. Nesse sentido, a utilização de uma metodologia para identificar e classificar risco é indispensável para o planejamento e desenvolvimento das estratégias de redução de desastres.

A nova metodologia para mapeamento de risco sugerida nesta pesquisa utiliza procedimentos para classificação de risco de acordo com os meios físicos e bióticos de João Pessoa, os quais interagem entre si, aumentando ou reduzindo a probabilidade de ocorrência do processo de escorregamento em potencial. De modo geral, ela envolve o uso sistemático de informações para determinar a probabilidade de que certos eventos ocorram e a dimensão de suas possíveis consequências.

O fato desta metodologia expressar a probabilidade de ocorrência de um acidente geológico-geotécnico segundo níveis literais de vulnerabilidade, mediante um sistema de pesos, a torna menos dependente da interpretação do profissional responsável por empregar a ficha, além de facilitar sua utilização. Isso permite que erros de compreensão não influenciem na segurança dos dados obtidos. Mas apesar da análise crítica ser feita de maneira analítica, e por se tratar de uma abordagem qualitativa, para que se mantenha a competência, o responsável técnico pela vistoria deve ser um profissional habilitado para reconhecer e interpretar cada particularidade de um processo geodinâmico, bem como a metodologia empregada.

Outro fator importante, caracteriza-se pelo fato dessa metodologia, em sua síntese, no caso a ficha de vistoria, conter parâmetros, ou seja, condições referentes a própria cidade de João Pessoa. Diferente das metodologias comumente usadas no Brasil que apresentam abordagens mais generalistas, levando muito pouco em consideração a maneira como se apresenta o relevo ou o solo,

por exemplo, da região estudada.

Um grande diferencial desta metodologia é a inclusão dos fatores atenuantes, dos fatores agravantes, da vulnerabilidade social e capacidade de percepção do morador, no momento da identificação e avaliação do risco. O que a torna mais criteriosa.

Em tese, esta é uma ferramenta de controle e planejamento urbano essencial para elaboração de mapas de suscetibilidade, já que fornece de maneira pormenorizada e confiável a real possibilidade de ocorrência de escorregamentos, e é uma solução econômica, rápida e de fácil emprego quando comparada com soluções estruturais.

Por fim, metodologia para mapeamento de risco geológico-geotécnico de escorregamentos em João Pessoa proposta visa viabilizar a identificação e análise de risco no município, pela avaliação sistemática das características das áreas sujeitas a deslizamentos, possibilitando, posteriormente, a implementação de uma política pública de gerenciamento desse risco. A intenção é que esta metodologia contribua para o projeto “João Pessoa em Ação – Gestão de Risco e Administração de desastres” no sentido de evitar ou mitigar as consequências sociais e econômicas de um processo geológico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alheiros, M.M. (1998). Riscos de Escorregamentos na Região Metropolitana de Recife, Tese de Doutorado, Curso de Pós-Graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, p. 14-28.

Anjos, B.L, Anjos, D.L. Costa, A.M. (2006) Chuvas Diárias em João Pessoa. Uma Contribuição para a Defesa Civil. Congresso Brasileiro de Meteorologia, Florianópolis, Santa Clara.

Barbosa, T.S. (2015). Geomorfologia Urbana e Mapeamento Geomorfológico do Município de João Pessoa – PB, Brasil, Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal da Paraíba, p. 36-45.

Campos, L.D. (2011). Proposta de Reanálise de Risco Geológico-Geotécnico de Escorregamentos em Belo Horizonte – Minas Gerais, Dissertação de Mestrado, Curso de Mestrado em Geotecnia e Transporte da Universidade Federal de Minas Gerais, p. 42-132.

Carvalho, C.S, Galvão, T. (2006). Prevenção de Riscos de Deslizamentos em Encostas: guia para Elaboração de Políticas Municipais. Ed. Gráfica. Brasil. Brasília, Ministério das Cidades, 111 p.

Caputo, H.P. (1988) Mecânica dos Solos e suas Aplicações, Volume 1, 6ª Edição. Ed. LTC, Rio de Janeiro.

CPRM, Serviço Geológico do Brasil. (2002). Geologia e Recursos Minerais do Estado da Paraíba, 19 p.

Furrier, M. (2007) Caracterização Geomorfológica e do Meio Físico da Folha de João Pessoa – 1:1000.000, Tese de Doutorado, Programa de Pós-graduação em Geografia Física, Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo.

Geo João Pessoa. Mapa de João Pessoa. Disponível em: <http://geo.joaopessoa.pb.gov.br/i3geo/aplicmap/geral.htm?80up7guae72rf1k9sqaq6c76j6>
Acessado em Setembro de 2017.

Gomes, E.A.S, Braga, A.L.R, Lopes, L.C.F.L, Gonçalves, P.C.C, Novais, B.C.F, Fontes, M.M.M, Petronilho, M.R, Gomes, R.C. (2016) Contribuição para o Envolvimento da População nos Processos de Gestão de Riscos Geológicos-Geotécnicos: o Caso de Ouro Preto / Minas gerais. XVIII. Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica, Belo Horizonte, Minas Gerais.

Marinho, E.G. (2011) Bases Geológicas e Geomorfológicas das Organizações Espaciais no Município de João Pessoa (PB), Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Geociências, Centro de Tecnologias e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco.

Moreira, E.M, Silva, N.C.P. (2003) Políticas Sociais e a Questão da Participação. XI Congresso Brasileiro de Sociologia: Sociologia e Conhecimento Além das Fronteiras. Campinas, São Paulo.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Mapa de Solos do Município de João Pessoa. Disponível em: <http://www.uep.cnps.embrapa.br/solos/index.php?link=pb> Acessado 29 junho de 2017.

IBGE, instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidade, João Pessoa. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=250750> Acessado em 10 de junho de 2017.

Ministério das Cidades. (2004). Capacitação em Mapeamento e Gerenciamento de Risco. Instituto de Pesquisas Tecnológicas. 112 p.

Macedo, E.S, Martins, P.P.D. (2015) Análise do Banco de Dados de Mortes por Deslizamentos do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT). 15º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental. Bento Gonçalves, Rio Grande do Sul.

SECOM, Secretaria de Comunicação Social. Trabalho de prevenção e retirada João Pessoa do cenário de desastres provocados pelas chuvas no Nordeste. Disponível em: <http://www.joaopessoa.pb.gov.br/trabalho-de-prevencao-retira-joao-pessoa-do-cenario-de-desastres-provocados-pelas-chuvas-no-nordeste/> Acessado em 15 de junho de 2017.

Silva, X.A.S. (2016) Mapeamento de Áreas de Risco na Cidade de João Pessoa: Comunidades

Riachinho e Santa Clara, Trabalho de Conclusão de Curso, Curso de Graduação em Engenharia Civil, Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba.

Soares, F. L. Filho, G.M.R. (2014) Correlações entre movimentos de massas e pluviosidade nas encostas de João Pessoa. XVII Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica. Belo Horizonte, Minas Gerais.

Tominaga, L.K. (2007). Avaliação de Metodologias de Análise de Risco a Escorregamentos: aplicação de um Ensaio em Ubatuba, SP, Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Geografia Física da Universidade de São Paulo, 36 p.

Tominaga, L.K, Santoro, J, Amaral, R. (2009). Desastres Naturais: Conhecer para Prevenir. Instituto Geológico. Governo do Estado de São Paulo, p. 13-23.

ANEXOS

ANEXO 1



IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DE RISCO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE ESCORREGAMENTO

João Pessoa, Paraíba, Brasil.

FICHA DE VISTORIA

1 – DADOS GERAIS

Data: ____/____/____ Órgão responsável: _____
Responsável técnico: _____ Identificação: _____
Motivo da visita: _____
Nº de cadastro: _____ Logradouro: _____ Bairro: _____
CEP: _____ Rua: _____ Nº: _____
Nome (Morador): _____ Identidade: _____ Cel: () _____
Nome (Morador): _____ Identidade: _____ Cel: () _____
Total de moradores: _____ Crianças: _____ Tempo de moradia: _____ Nº domicílios: _____

2 – CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL

Morfologia: () Baixo planalto costeiro () Planície Fluvial () Área plana () Área totalmente ocupada
Talude: () Natural () De corte () De aterro () Misto Altura: ____ m
Vegetação: () Arbórea () Rasteira () Desmatada () Cultivo
MONTANTE: Altura: ____ m Inclinação: () 90° () 60° () 30° () 17° () 10°
Cob. superficial: () Alúvio () Colúvio () Tálus Espessura: ____ m
JUSANTE: Altura: ____ m Inclinação: () 90° () 60° () 30° () 17° () 10°
Cob. superficial: () Alúvio () Colúvio () Tálus Espessura: ____ m

3 – CARACTERIZAÇÃO DA MORADIA

Condições de acesso: () Via asfaltada () Via de terra () Escadaria de cimento
Tipo: () Alvenaria () Madeira () Barro () Mista () Outro. Qual? _____
Fundação: () Rasa () Profunda **Estrutura:** () Pilar () Viga () Laje () Telhado
Distância da moradia a base do talude: ____ m **Distância da moradia ao topo do talude:** ____ m
Relação altura /afastamento: () 1/1 () 2/1 () 3/1 ou mais
Patologia aparente: () Trincas e rachaduras () Flechas exageradas () Descolamento de Concreto

4 – PRESENÇA DE ÁGUA

Sistema de drenagem superficial: () Inexistente () Precário () Satisfatório
Pra onde vai o esgoto: () Fossa () Canalizada () Lançamento em superfície
De onde vem à água para uso da moradia: () Prefeitura () Bica
Existe vazamento de tubulação: () Água () Esgoto () Não
Cursos de água na extensão do talude: () Base () Meio () Não

ANEXO 2

5 – PREDISPOSIÇÕES A PROCESSOS GEODINÂMICOS E SINAIS DE INSTABILIZAÇÃO

Sinais de movimentação: () Trincas no terreno () Estrutura deformada () Degraus de abatimento
() Estalos () Inclinação (Árvores, postes, muros) () Surgência () Feições erosivas
() Cicatriz de deslizamento próximo a moradia () Muros/paredes “embarrigados”

Processo de instabilização ocorridos: _____

Predisposição a processos geológicos: () Mov. Grav, de massa. Qual? _____
() Mov. de transp. de massa. Qual? _____

Predisposição a processos hidrológicos: () Inundação () Enchente () Alagamento

6 – AGENTES POTENCIALIZADORES DE RISCO

() Concentração de água pluvial em superfície () Lançamento de água servida/esgoto na superfície
() Vazamentos de água/esgoto () Fossa () Lixo/entulho () Bananeiras
() Presença de blocos de rochas () Ausência de cobertura vegetal

7 – CLASSIFICAÇÃO PARAMÉTRICA DE RISCO

Nota: + _____ Agentes potencializadores (1 a 2 pontos)
+ _____ Sinais de instabilização (1 a 2 pontos)
+ _____ Vulnerabilidade da edificação (1 a 2 pontos)
+ _____ Relação altura/afastamento (1 a 3 pontos)
- _____ Fatores atenuantes (0 a 3 pontos)
+ _____ Fatores agravantes (0 a 1 ponto)

Total: _____ pontos

Nível de risco: () **Muito alto:** 8 a 10 pontos () **Alto:** 7 pontos () **Médio:** 6 pontos () **Baixo:** 5 a 4 pontos () **Sem risco:** 3 a 0

8 – CONSIDERAÇÕES DO RESPONSÁVEL TÉCNICO

9 – PARECER

() Monitoramento () Remoção temporária () Remoção definitiva () Não se aplica