



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

CAMILA DE ANDRADE OLIVEIRA

**MAPEAMENTO DE RISCO DE MOVIMENTOS DE MASSA EM JOÃO PESSOA –  
PB ATRAVÉS DE UMA METODOLOGIA QUALI-QUANTITATIVA DE  
CLASSIFICAÇÃO DE RISCO**

JOÃO PESSOA

2020

CAMILA DE ANDRADE OLIVEIRA

**MAPEAMENTO DE RISCO DE MOVIMENTOS DE MASSA EM JOÃO PESSOA –  
PB ATRAVÉS DE UMA METODOLOGIA QUALI-QUANTITATIVA DE  
CLASSIFICAÇÃO DE RISCO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Coordenação do Curso de Graduação em  
Engenharia Civil da Universidade Federal da  
Paraíba, Campus I, João Pessoa-PB, como  
requisito para obtenção do título de Bacharel  
em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Lopes Soares.

JOÃO PESSOA

2020



**Catálogo na publicação**  
**Seção de Catalogação e Classificação**

048m Oliveira, Camila de Andrade.  
Mapeamento de Risco de Movimentos de Massa em João  
Pessoa-PB Através de uma Metodologia Quali-Quantitativa  
de Classificação de Risco / Camila de Andrade Oliveira.  
- João Pessoa, 2020.  
119 f. : il.

Monografia (Graduação) - UFPB/CT.

1. mapeamento. 2. metodologia quali-quantitativa. 3.  
sistemas de informação geográfica. I. Título

UFPB/BC

## FOLHA DE APROVAÇÃO

CAMILA DE ANDRADE OLIVEIRA

### **MAPEAMENTO DE RISCO DE MOVIMENTOS DE MASSA EM JOÃO PESSOA – PB ATRAVÉS DE UMA METODOLOGIA QUALI-QUANTITATIVA DE CLASSIFICAÇÃO DE RISCO**

Trabalho de Conclusão de Curso em 31/03/2020 perante a seguinte Comissão Julgadora:

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

APROVADO

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

APROVADO

Isabelle Yruska de Lucena Gomes Braga  
Isabelle Yruska de Lucena Gomes Braga  
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

APROVADO

ABSilva  
Profª. Andrea Brasiliano Silva  
Matrícula Siape: 1549557  
Coordenadora do Curso de Graduação em Engenharia Civil

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho, assim como todos os êxitos alcançados em minha vida, à minha mãe, por ter se feito presente ao meu lado durante todo o meu caminhar.

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, em primeiro lugar, por ter me permitido alcançar mais esse objetivo em minha vida.

Aos meus pais, Josivânia de Andrade Oliveira e Carlos Antônio de Oliveira, por sempre terem acreditado em mim e lutado ao meu lado pela realização dos meus sonhos.

Aos meus avós, Luzia Pereira de Andrade e José João de Andrade, por serem essa base forte e sólida que sustenta toda a família.

Ao meu irmão, Caio Lucas de Andrade Oliveira, por todo o apoio.

Aos meus gatos, por serem sempre fonte de amor e alegria em minha vida.

À todos os demais familiares que acompanharam a minha trajetória de perto e sabem da importância dessa realização.

Aos grandes amigos (de hoje e sempre) que tive a oportunidade de conhecer durante a graduação e que trilharam essa caminhada comigo desde o princípio: Anna Kryslene, Hanna Falcão, João Wagny, Jorge Junior, Leonardo Ferreira, Mayara Mesquita, Michelle Fidelis, Paulo Fernando e Rafaela Medeiros.

Aos tantos outros amigos que conquistei ao longo dessa caminhada. Em especial Ítalo Brilhante, Rádamis Castor, Thales Machado, André Pereira, Pedro Henrique e Eduardo Santana, pela amizade e, principalmente, por todo o apoio nos últimos meses.

Ao meu orientador, Prof. Fábio Lopes Soares, por todo o incentivo, orientação e exemplo durante todo o curso, e em especial, por ter me dado a oportunidade de participar do projeto de extensão “Mapeamento de Risco e Educação Ambiental de Comunidades em João Pessoa-PB”, o qual foi de grande importância para a minha formação acadêmica-profissional e cidadã.

Às Professoras Aline e Isabelle por terem aceitado fazer parte da banca examinadora deste trabalho, e por representarem aqui todas as outras professoras do curso, que apesar de poucas são extremamente importantes e às quais eu expresso minha profunda admiração.

Ao Prof. Clóvis Dias, um agradecimento especial, por ser essa luz no caminho de todos nós, alunos de Engenharia Civil da UFPB.

À todos os demais professores, que ao longo da minha trajetória como estudante, dos primeiros anos à graduação, foram responsáveis pela construção do que eu sou hoje.

À Universidade Federal da Paraíba, aos órgãos de fomento à pesquisa e aos programas institucionais de apoio ao ensino, pesquisa e extensão, que desde o ensino médio foram responsáveis por me proporcionar experiências enriquecedoras que contribuíram para o meu desenvolvimento profissional e pessoal.

Aos demais, que direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste sonho, minha gratidão.

## RESUMO

Nas últimas décadas, o perfil de ocupação das cidades brasileiras mudou significativamente em decorrência de um processo de urbanização acelerado e do crescimento da população. Todavia, esse crescimento não foi acompanhado pelo desenvolvimento de serviços e infraestrutura compatíveis com essa nova realidade, culminando no surgimento de ocupações irregulares em encostas íngremes e margens de córregos e rios. A vulnerabilidade social e econômica da população que reside nessas ocupações e o fato dessas regiões do território estarem sujeitas à ocorrência de processos naturais e/ou induzidos, faz com que essas áreas sejam denominadas áreas de risco. Dentre os principais processos aos quais estão sujeitas as áreas de risco, os movimentos de massa foram os que apresentaram o maior aumento no número de registros nas últimas décadas. Diante desse cenário, em 2012 foi criada a Lei Nº 12.608/2012, que instituiu o cadastro nacional de municípios com áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos e inundações, os quais devem elaborar mapeamento dessas áreas. O município de João Pessoa, na Paraíba, é um dos municípios cadastrados pelo Governo Federal. Desde 2013, o Serviço Geológico do Brasil da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM/SGB) realiza o mapeamento dos setores de risco alto e muito alto do município, por meio da aplicação de uma metodologia qualitativa de classificação de risco, que é baseada em observações de campo e depende da experiência e do julgamento de quem realiza o mapeamento. Com o intuito de auxiliar os órgãos gestores municipais na identificação e monitoramento dessas áreas, o presente trabalho buscou validar uma metodologia quali-quantitativa de classificação de risco para o município de João Pessoa e a criação de um banco de dados sobre as áreas mapeadas em um Sistema de Informação Geográfica (SIG). Comparando-se as classificações de risco obtidas com as atribuídas pelo CPRM/SGB, verificou-se uma diferença de 56,2%. Dessa forma, foram propostas algumas modificações nos pesos atribuídos a dois parâmetros analisados, resultando em uma diferença de 27,1% entre as classificações de risco comparadas.

**PALAVRAS-CHAVE:** mapeamento, metodologia quali-quantitativa, sistemas de informação geográfica

## **ABSTRACT**

In the last decades, the occupation profile of Brazilian cities has changed significantly as a result of an accelerated urbanization process and population growth. However, this growth was not accompanied by the development of services and infrastructure compatible with this new reality, culminating in the appearance of irregular occupations on steep slopes and the banks of streams and rivers. The social and economic vulnerability of the population residing in these occupations and the fact that these regions of the territory are subject to the occurrence of natural and / or induced processes, means that these areas are called risk areas. Among the main processes to which risk areas are subject, mass movements were the ones that showed the greatest increase in the number of records in recent decades. In view of this scenario, the Law Nº 12.608/2012 was created in 2012, which instituted the national registry of municipalities with areas susceptible to the occurrence of landslides and floods, which must prepare a mapping of these areas. The municipality of João Pessoa, in Paraíba, is one of the municipalities registered by the Federal Government. Since 2013, the Geological Survey of Brazil of the Mineral Resources Research Company (CPRM / SGB) has mapped the high and very high risk sectors in the municipality, through the application of a qualitative risk classification methodology, which is based on field observations and depends on the experience and judgment of who performs the mapping. In order to assist municipal management bodies in the identification and monitoring of these areas, the present work sought to validate a qualitative and quantitative methodology risk classification for the municipality of João Pessoa and the creation of a database on the areas mapped in a Geographic Information System (GIS). Comparing the risk ratings obtained with those attributed by CPRM / SGB, there was a difference of 56.2%. Thus, some modifications in the weights attributed to two analyzed parameters were proposed, resulting in a difference of 27.1% between the risk classifications compared.

**KEY WORDS:** mapping, qualitative and quantitative methodology, geographic information systems

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 01 – Esquema do movimento de massa do tipo queda.....                                                                                                                         | 21 |
| Figura 02 – Esquema do movimento de massa do tipo tombamento.....                                                                                                                    | 22 |
| Figura 03 – Esquema do movimento de massa do tipo escorregamento rotacional.....                                                                                                     | 23 |
| Figura 04 – Esquema do movimento de massa do tipo escorregamento translacional.....                                                                                                  | 23 |
| Figura 05 – Esquema do movimento de massa do tipo rastejo.....                                                                                                                       | 24 |
| Figura 06 – Esquema do movimento de massa do tipo avalanche de detritos.....                                                                                                         | 25 |
| Figura 07 – Influência da disposição espacial das camadas do solo na suscetibilidade à ocorrência de movimentos de massa.....                                                        | 26 |
| Figura 08 - Influência da forma do relevo das encostas na suscetibilidade à ocorrência de movimentos de massa.....                                                                   | 27 |
| Figura 09 – Os efeitos da chuva nas encostas.....                                                                                                                                    | 28 |
| Figura 10 – Curva de correlação entre pluviosidade e movimentos de massa de João Pessoa-PB.....                                                                                      | 30 |
| Figura 11 – Saturação dos solos por fossas.....                                                                                                                                      | 32 |
| Figura 12 – Influência do depósito irregular de lixo e entulho em encostas.....                                                                                                      | 32 |
| Figura 13 – Metodologia de mapeamento do IPT (2007).....                                                                                                                             | 36 |
| Figura 14 – Matriz de classificação de risco da metodologia desenvolvida pelo GEGEP/UFPE.....                                                                                        | 36 |
| Figura 15 – Equação para obtenção do índice de risco da metodologia do PMRR de Natal-RN.....                                                                                         | 37 |
| Figura 16 – Escala de classificação de risco de Natal (2008).....                                                                                                                    | 37 |
| Figura 17 – Metodologia do Projeto GIDES.....                                                                                                                                        | 39 |
| Figura 18 – Graus de risco da metodologia de mapeamento do CPRM/SGB (2018).....                                                                                                      | 40 |
| Figura 19 – Organização do SIG.....                                                                                                                                                  | 46 |
| Figura 20 – Organização da pasta Area_de_estudo.....                                                                                                                                 | 46 |
| Figura 21 – Organização da pasta Base_cartografica.....                                                                                                                              | 47 |
| Figura 22 – Modelo de mapa de risco do CPRM/SGB (2018).....                                                                                                                          | 48 |
| Figura 23 – Presença de bananeiras e árvores de grande porte nos setores de alto risco SR 02, localizado no bairro das Trincadeiras, e SR 11, localizado no bairro de Oitizeiro..... | 50 |
| Figura 24 – Descarte irregular de resíduos nos setores de alto risco SR 02, localizado no bairro das Trincadeiras, e SR 21, localizado no bairro do Varjão.....                      | 51 |

|                                                                                                                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 25 – Descarte irregular de resíduos nos setores de alto risco SR 31, localizado no bairro de Mangabeira, e SR 32, localizado no bairro de Paratibe.....          | 52 |
| Figura 26 – Lançamento de águas servidas nos setores de alto risco SR 11, localizado no bairro de Oitizeiro, e SR 05, localizado no bairro Ilha do Bispo.....           | 52 |
| Figura 27 – Lançamento de águas servidas nos setores de alto risco SR 14, localizado no bairro de Cruz das Armas, e SR 16, localizado no bairro do Cristo Redentor..... | 53 |
| Figura 28 – Escadaria hidráulica no setor de muito alto risco SR 23, localizado no bairro do Varjão.....                                                                | 54 |
| Figura 29 – Descarte irregular de resíduos nos setores de muito alto risco SR 43, localizado no bairro de Mandacaru, e SR 44, localizado no bairro de Tambiá.....       | 54 |
| Figura 30 – Descarte irregular de resíduos nos setores de muito alto risco SR 44, localizado no bairro de Tambiá, e SR 46, localizado no bairro do Roger.....           | 55 |
| Figura 31 – Lançamento de águas servidas nos setores de muito alto risco SR 23, localizado no bairro do Varjão, e SR 29, localizado no bairro de Valentina.....         | 55 |
| Figura 32 – Lançamento de águas servidas nos setores de muito alto risco SR 36, localizado no bairro de Miramar, e SR 45, localizado no bairro do Roger.....            | 56 |
| Figura 33 – Presença de feições erosivas nos setores de muito alto risco SR 05, localizado no bairro Ilha do Bispo, e SR 07, localizado no bairro Alto do Mateus.....   | 56 |
| Figura 34 – Presença de feições erosivas no setor de muito alto risco SR 28, localizado no bairro de Valentina.....                                                     | 57 |
| Figura 35 – Danos estruturais em residências nos setores de muito alto risco SR 10, localizado no bairro de Oitizeiro, e SR 29, localizado no bairro de Valentina.....  | 57 |
| Figura 36 – Danos estruturais em residências no setor de muito alto risco SR 29, localizado no bairro de Valentina.....                                                 | 58 |
| Figura 37 – Trinca de cisalhamento no solo no setor de muito alto risco SR 42, localizado no bairro São José.....                                                       | 58 |
| Figura 38 – Classes de vulnerabilidade das edificações em áreas de risco.....                                                                                           | 60 |



## **LISTA DE TABELAS**

|                                                                                                         |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 01 – Classificação de risco de Soares e Pereira (2017).....                                      | 44 |
| Tabela 02 – Escala de classificação de risco de Soares e Pereira (2017).....                            | 45 |
| Tabela 03 – Escala de classificação de risco de Soares e Pereira (2017) modificada.....                 | 60 |
| Tabela 04 – Escala de classificação de risco de Soares e Pereira (2017) após a segunda modificação..... | 61 |
| Tabela 05 – Resumo das fontes de dados utilizadas na elaboração dos mapas de risco.....                 | 63 |

## SUMÁRIO

|                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| <b>1. INTRODUÇÃO</b>                                                 | 13 |
| 1.1. JUSTIFICATIVA                                                   | 13 |
| 1.2. OBJETIVOS                                                       | 18 |
| 1.2.1. OBJETIVOS GERAIS                                              | 18 |
| 1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS                                         | 18 |
| 1.3. ESTRUTURA DO TRABALHO                                           | 18 |
| <b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>                                      | 19 |
| 2.1. MOVIMENTOS DE MASSA: DEFINIÇÃO E CLASSIFICAÇÕES                 | 19 |
| 2.2. FATORES DE RISCO                                                | 25 |
| 2.2.1. FATORES DE SUSCETIBILIDADE                                    | 25 |
| 2.2.2. FATORES DE VULNERABILIDADE                                    | 34 |
| 2.3. METODOLOGIAS DE MAPEAMENTO                                      | 34 |
| 2.4. MAPEAMENTO DE RISCO DE JOÃO PESSOA-PB                           | 41 |
| <b>3. METODOLOGIA</b>                                                | 42 |
| 3.1. CLASSIFICAÇÃO DE RISCO                                          | 42 |
| 3.2. MAPAS DE RISCO                                                  | 45 |
| <b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>                                    | 50 |
| 4.1. PERFIL DOS SETORES DE ALTO E MUITO ALTO RISCO EM JOÃO PESSOA-PB | 50 |
| 4.1.1. SETORES DE ALTO RISCO                                         | 50 |
| 4.1.2. SETORES DE MUITO ALTO RISCO                                   | 53 |
| 4.2. CLASSIFICAÇÃO DE RISCO                                          | 58 |
| 4.3. MAPAS DE RISCO                                                  | 62 |
| <b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>                                       | 65 |
| <b>6. REFERÊNCIAS</b>                                                | 67 |
| <b>APÊNDICE</b>                                                      | 71 |

# **1. INTRODUÇÃO**

## **1.1. JUSTIFICATIVA**

A ocorrência de desastres naturais nos centros urbanos tem se tornado mais frequente a cada ano em todo o mundo. Consequência de uma combinação de fatores que envolvem eventos de natureza geológica e hidrológica e intervenções antrópicas, esses desastres suscitam uma necessidade urgente de compreensão dos fenômenos que os desencadeiam, sendo fundamental para a preparação de estratégias de atuação e para a criação de cidades mais resilientes.

Segundo dados do Atlas Brasileiro de Desastres Naturais (CEPED UFSC, 2013), de 1991 a 2012 foram registradas oficialmente 38.996 ocorrências de desastres naturais no Brasil, das quais 22% ocorreram na década de 1990, 56% na década de 2000 e 22% apenas nos anos de 2010, 2011 e 2012. Dentre os tipos de desastres analisados, os movimentos de massa apresentaram o maior aumento no número de registros, sendo contabilizadas 699 ocorrências no período de 1991 a 2012, das quais apenas 4% foram registradas na década de 1990 e 96% na década de 2000.

Nas últimas décadas, o crescimento da população e um processo de urbanização acelerado resultaram em mudanças significativas no perfil das cidades brasileiras. Segundo dados do Censo Demográfico de 2010, o percentual da população urbana no Brasil passou de 45% em 1960 para 84% em 2010. De acordo com IBGE Educa (2017?), as décadas de 1970 e 1980 no Brasil foram marcadas por um intenso processo de êxodo rural, como resultado da mecanização da produção agrícola, que culminou no deslocamento da população rural para os centros urbanos em busca de oportunidades de trabalho. Como consequência desse processo e do desenvolvimento socioeconômico do país, houve uma inversão no tipo de ocupação do território, resultando no surgimento de metrópoles, a exemplo da cidade de São Paulo.

Segundo Pacheco e Azeredo (2019), o crescimento da população urbana ocorreu alheio ao desenvolvimento de infraestruturas e serviços capazes de atender a esse contingente. Além disso, por vezes, o uso e a ocupação do território urbano de forma eficiente e sustentável não foram priorizados no planejamento das cidades.

De acordo com Villaça (1999), o processo de urbanização brasileiro pode ser dividido em cinco fases. A primeira fase (1875 a 1930) é marcada pelo crescimento da cidade informal, com a ocupação dos morros pela população mais pobre, como consequência de uma política de

“higienismo”. Na segunda fase (1930-1965), pela primeira vez há uma preocupação acerca do desordenamento urbano e com a criação de diretrizes de planejamento que contemplem todo o território e não apenas regiões específicas. Na terceira fase (1965-1971), além dos aspectos territoriais, há uma incorporação de aspectos sociais e econômicos às políticas de planejamento urbano desenvolvidas na segunda fase, resultando em documentos muitas vezes excessivamente técnicos e longos. Na quarta fase (1971-1992) há uma simplificação dos planos de desenvolvimento urbano da terceira fase, abrindo mão de diagnósticos técnicos muito extensos e até mesmo de mapas, ocultando conflitos de interesses em relação ao espaço urbano. É apenas na quinta fase da urbanização brasileira (1992 a 1988/2001), marcada pela democratização do país, que o planejamento urbano passa a ser visto como um processo político e de participação social.

Nessa fase, foram criados a Constituição de 1988, que “reconhece os planos diretores como principal instrumento de implementação da política de desenvolvimento e expansão urbana municipal” (PACHECO E AZEREDO, 2019), e o Estatuto das Cidades em 2001, que estabelece dentre as diretrizes da política urbana “ordenação e controle do uso do solo de forma a evitar a exposição da população a riscos de desastres” (BRASIL, 2001).

A ausência/ ineficiência de políticas públicas de habitação e de fiscalização do parcelamento do solo, aliado ao aumento das desigualdades sociais nas últimas décadas, culminou no surgimento de áreas ocupadas indevidamente e de assentamentos sem infraestrutura em encostas íngremes e margens de córregos e rios. Ao ocupar essas áreas, a população promove alterações nas condições naturais desses ambientes, que quando associadas a fatores predisponentes de ordem geológica, morfológica e hidrometeorológica, induzem a ocorrência de desastres. Dessa forma, a população é inserida em um cenário de risco com consequências sociais, econômicas e ambientais, fazendo com que essas regiões do território urbano sejam denominadas áreas de risco.

Segundo Ogura *et al.* (2007), áreas de risco são áreas sujeitas a ocorrência de processos naturais e/ou induzidos que causem efeitos adversos e que são ocupadas por população em situação econômica e social vulnerável. De acordo com IBGE (2018), em 2010 haviam 8.270.127 habitantes e 2.471.349 domicílios particulares permanentes em áreas de risco no Brasil, o que corresponde a 1,3% da população brasileira naquele ano. Ainda segundo IBGE (2018), o Nordeste é a segunda região do país com o maior número de habitantes em áreas de risco.

No meio urbano, os principais processos aos quais estão sujeitas as áreas de risco são movimentos de massa, inundações, enxurradas e erosões. A ocorrência desses processos tem como principais consequências danos humanos, materiais e ambientais (BRASIL, 2017). Em áreas de risco, os danos materiais se traduzem em perdas materiais e patrimoniais, enquanto que os danos humanos estão relacionados à integridade física da população exposta ao risco (enfermos e feridos) e à perda de vidas humanas. Os danos humanos incluem ainda afetados (traumas psicológicos), desaparecidos e desalojados.

Além dos danos supracitados, a ocorrência de movimentos de massa e inundações em áreas urbanas resulta em custos diretos e indiretos para toda a sociedade. Os custos diretos estão relacionados ao reparo de danos à infraestrutura das áreas atingidas, realização de obras de contenção e drenagem, entre outros. Já os custos indiretos estão relacionados a interrupção de sistemas de transporte e de atividades laborais e escolares e perda de produtividade, em função dos danos causados a saúde física e mental da população atingida.

Segundo o Ministério da Integração Nacional (BRASIL, 2017, pg. 19), “a ocorrência de desastres dificilmente deveria surpreender, pois em geral é resultado de um risco construído socialmente, isto é, quando ameaças, vulnerabilidades e exposição deixaram de ser percebidas ou foram desprezadas”. Tal afirmação revela que a ocorrência de desastres pode ser evitada a partir de uma gestão atenta dos riscos existentes e de uma postura preventiva.

De acordo com CRED/UNISDR (2016), deslizamentos de terra foram responsáveis no mundo por 8.123 mortes no período de 1996 a 2005 e 9.551 mortes de 2006 a 2015, totalizando 17.674 mortes em 19 anos. No Brasil, segundo dados do IPT (2017), de 1988 a 2017 foram registradas 3.458 mortes por deslizamentos de terra, tendo 28% dessas mortes ocorrido apenas no ano de 2011.

Diante desse cenário, ao longo das últimas décadas diversas entidades nacionais e internacionais se mobilizaram em torno da temática de redução do risco de desastres. O primeiro passo foi dado em 1989, quando em uma Assembleia Geral da Organização das Nações Unidas (ONU), foi aprovada a Resolução 44/236 na qual a década de 1990 foi declarada a Década Internacional para Redução de Desastres Naturais (CARVALHO, 2018). Em 1994 ocorreu a Primeira Conferência Mundial sobre Prevenção de Desastres Naturais, resultando na “Estratégia e Plano de Ação de Yokohama para um Mundo mais Seguro”, sendo esse o primeiro plano internacional para a redução de desastres (CARVALHO, 2018). Em 1999, foi criada a Estratégia Internacional para Redução de Desastres “voltada para promover maiores

envolvimentos e comprometimentos públicos, disseminação de conhecimentos e parcerias para implementar medidas de redução de riscos” (TOMINAGA *et al.*, 2015, pg. 17)

No ano de 2005, aconteceu em Kobe, no Japão, a Conferência Mundial sobre Redução de Desastres, que teve como resultado o Marco de Ação de Hyogo, que estabeleceu cinco ações prioritárias para a redução de desastres de 2005 a 2015, sendo assinado por 168 países (CARVALHO, 2018). No ano de 2015, durante a Terceira Conferência Mundial da ONU para a Redução de Riscos de Desastres, realizada na cidade de Sendai, no Japão, foram criados a Declaração de Sendai e o Marco para a Redução de Risco de Desastres 2015-2030 (ONU BRASIL, 2015). O Marco de Sendai estabelece sete metas a serem alcançadas em um período de 15 anos e identifica quatro prioridades de ação que compreendem o entendimento dos riscos de desastres, o fortalecimento das ações governamentais para a gestão do risco de desastres, o investimento na redução do risco de desastres e o preparo para uma resposta efetiva, além da recuperação, reabilitação e reconstrução das áreas atingidas (CRED/UNISDR, 2016).

No Brasil, após a ocorrência do maior desastre registrado no país, que resultou na morte de 905 pessoas, em sete cidades, e afetou mais de 300 mil pessoas na Região Serrana do Rio de Janeiro, em janeiro de 2011 (BRASIL, 2017), foi criada a Lei Federal Nº 12.608 de 10 de abril de 2012 que

Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil - CONPDEC; autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres; altera as Leis nºs 12.340, de 1º de dezembro de 2010, 10.257, de 10 de julho de 2001, 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.239, de 4 de outubro de 1991, e 9.394, de 20 de dezembro de 1996; e dá outras providências.

Com a criação da Lei Nº 12.608/2012 (BRASIL, 2012), foi instituído o cadastro nacional de municípios com áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos e inundações (Artigo 3º-A), os quais devem elaborar mapeamento dessas áreas. Além disso, compete aos municípios cadastrados a instituição de órgãos municipais de defesa civil; a elaboração do Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil, do plano de implantação de obras e serviços para a redução de riscos de desastre e da carta geotécnica de aptidão à urbanização; e a criação de mecanismos de controle e fiscalização de áreas de risco do município afim de evitar a ocupação dessas áreas.

Segundo Mantovani (2016), com a criação do Ministério das Cidades em 2003, a análise de áreas de risco se tornou uma estratégia política com a disponibilização de subsídios para a elaboração dos Planos Municipais de Redução de Risco (PMRR) desde 2004. O diagnóstico dos riscos, a partir do mapeamento dos setores de risco do município, é uma das etapas da elaboração do PMRR. De acordo com Brasil (2006), é esse diagnóstico que possibilita a implementação do plano de intervenções estruturais e de formas de monitoramento permanente e prevenção de acidentes, a informação pública e a capacitação de agentes públicos municipais e da população residente nos setores de risco.

O município de João Pessoa, na Paraíba, é um dos municípios cadastrados pelo Governo Federal com áreas suscetíveis a ocorrência de deslizamentos e inundações. Segundo IBGE (2018), João Pessoa possuía em 2010, 3.990 domicílios em risco e uma população em risco de 13.890 habitantes. Desde 2013, o Serviço Geológico do Brasil da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM/SGB) realiza o mapeamento de risco a movimentos de massa e inundações do município, no qual a avaliação dos riscos é feita a partir da aplicação da metodologia qualitativa de classificação de risco desenvolvida pelo IPT (2007).

Segundo Pereira (2017), a fase de identificação dos riscos constitui uma das etapas mais importantes do processo de gerenciamento de risco, sendo a forma como são coletadas as informações necessárias para avaliação dos riscos determinante na garantia da coerência do resultado final. No Brasil, metodologias de classificação de risco qualitativas, que são baseadas em observações de campo e dependem da experiência e do julgamento de quem realiza o mapeamento, ainda são predominantemente empregadas. Porém, esse tipo de avaliação tende a ser substituído por métodos quali-quantitativos, nos quais o risco é calculado a partir da atribuição de pesos às características observadas em campo, reduzindo a subjetividade dos métodos usualmente empregados.

Nesse sentido, o presente trabalho busca validar uma metodologia quali-quantitativa de classificação de risco para o município de João Pessoa e a criação de um banco de dados sobre as áreas mapeadas em um Sistema de Informação Geográfica (SIG), com o intuito de auxiliar os órgãos gestores municipais na identificação e monitoramento dessas áreas.

## 1.2. OBJETIVOS

### 1.2.1. OBJETIVOS GERAIS

O principal objetivo deste trabalho é avaliar e mapear o risco de ocorrência de movimentos de massa no município de João Pessoa-PB, por meio da aplicação de uma metodologia quali-quantitativa de classificação de risco.

### 1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Aplicar uma metodologia quali-quantitativa de classificação de risco aos setores de alto e muito alto risco do município de João Pessoa-PB identificados no mapeamento realizado pelo CPRM/SGB em julho de 2019, com o intuito de validar essa metodologia com os resultados obtidos pelo CPRM/SGB;
- Elaborar os mapas de risco dos setores de alto e muito alto risco de João Pessoa por meio do uso do SIG QGIS.

## 1.3. ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente Trabalho de Conclusão de Curso encontra-se dividido em cinco capítulos.

No primeiro capítulo é realizada uma introdução ao tema, apresentando a sua importância, bem como a justificativa para a sua escolha. Ainda no primeiro capítulo são apresentados os objetivos gerais e específicos do trabalho.

No segundo capítulo é apresentada a fundamentação teórica do trabalho, abordando a definição e a classificação dos movimentos de massa, os fatores de risco, as metodologias de mapeamento de risco desenvolvidas no Brasil e o mapeamento de risco de João Pessoa realizado nos anos de 2013 e 2019.

No terceiro capítulo é apresentada a metodologia empregada na classificação de risco e na elaboração dos mapas de risco do município de João Pessoa-PB.

No quarto capítulo são apresentados os resultados e as discussões acerca do mapeamento de risco do município de João Pessoa-PB.

No sexto e último capítulo são feitas as considerações finais acerca do trabalho, com observações sobre os resultados e sugestões para pesquisas futuras.



## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1. MOVIMENTOS DE MASSA: DEFINIÇÃO E CLASSIFICAÇÕES

Segundo Highland e Bobrowsky (2008), movimentos de massa, também conhecidos por deslizamentos de terra, compreendem a movimentação de solo, rocha ou detritos e material orgânico, sob o efeito da gravidade e a formação geológica resultante desse movimento. Segundo Tominaga *et al.* (2015), os movimentos de massa fazem parte da evolução geomorfológica em regiões serranas, sendo mais frequentes nas regiões sul, sudeste e nordeste do Brasil.

Em um movimento de massa, dois parâmetros são fundamentais: a coesão e o ângulo de atrito do solo. Esses fatores, além de caracterizem o solo quanto a sua resistência ao movimento, a tendência ao deslizamento torna-se maior quanto menores foram esses parâmetros. Em movimentos de deslizamento rocha, além do ângulo de atrito e da coesão, outro parâmetro fundamental é o plano de fratura da rocha, que indica a presença de planos preferenciais de fratura e conseqüentemente de movimentos de massa.

A existência de superfícies inclinadas em encostas constitui um dos fatores analisados na determinação do risco de movimentos de massa, sendo essas superfícies denominadas de taludes. Segundo Gerscovich (2016, pg. 11), um talude é “qualquer superfície inclinada de um maciço de solo ou rocha”, podendo ser do tipo natural, denominado encosta, ou escavado, podendo ser de corte ou de aterro.

A deflagração da instabilidade de um talude dá-se quando as tensões cisalhantes mobilizadas se igualam a resistência ao cisalhamento do solo. Nessa situação o fator de segurança do talude assume valor unitário, caracterizando o equilíbrio limite e deflagrando a ocorrência de um movimento de massa.

Os movimentos de massa são classificados a partir do tipo de material mobilizado (solo, rocha e detritos), da cinemática (relacionada à velocidade, direção e sequência dos deslocamentos em relação ao terreno estável) e da geometria do movimento (tamanho e forma das massas mobilizadas).

Quanto ao tipo de material mobilizado, um movimento de massa pode ocorrer em rocha, solo ou ambos os materiais.

- Rochas

Rochas são materiais naturais consolidados, duros e compactos, da crosta terrestre. Podem ser do tipo:

- Magmáticas: são provenientes do resfriamento direto do magma. Dependendo do tipo de atividade ígnea, essas rochas podem ser intrusivas ou efusivas. As rochas intrusivas são formadas a grandes profundidades, por um processo denominado plutonismo; as rochas efusivas se formam na superfície através do resfriamento de “lava”, por um processo denominado vulcanismo (POPP, 1998);

- Sedimentares: formam-se pela deposição de detritos oriundos da desagregação de rochas preexistentes e a partir de um agente cimentante, e apresentam menor resistência que as magmáticas (POPP, 1998);

- Metamórficas: são derivadas das rochas sedimentares ou magmáticas, são formadas através do fenômeno do metamorfismo (POPP, 1998) e apresentam menor resistência que as rochas magmáticas.

- Solos

Segundo Caputo (1988, pg. 14), solos “são materiais que resultam do intemperismo ou meteorização das rochas, por desintegração mecânica ou decomposição química”. Podem ser do tipo residuais, sedimentares ou transportados e de formação orgânica.

- Os solos residuais são provenientes de rochas, tornam-se mais resistentes com o aumento da profundidade e permanecem no local da rocha de origem (CAPUTO, 1988).

- Os solos sedimentares ou transportados são solos que já foram residuais e que não possuem uma característica fixa, sofrendo a ação de agentes transportadores, que podem ser aluvionares (transportados pela água), eólicos (pelo vento), coluvionares (pela ação da gravidade) e glaciares (pelas geleiras) (CAPUTO, 1988).

- Os solos de formação orgânica, são de origem essencialmente orgânica, seja de natureza vegetal (plantas, raízes), seja animal (conchas), podem ser residuais ou transportados e caracterizam-se pelo acúmulo de matéria orgânica (CAPUTO, 1988).

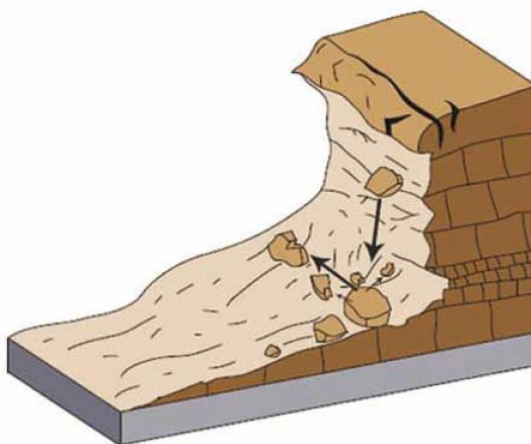
Além dessa classificação, na análise de movimentos de massa, o solo pode ser descrito como terra, caso seja composto principalmente por partículas granulares finas, como areia; ou como detrito, caso seja composto por partículas mais grossas. (HIGHLAND E BOBROWSKY, 2008)

Quanto à cinemática do movimento de massa, esse pode ser do tipo: queda, tombamento, escorregamento ou escoamento.

- Queda

O movimento de massa do tipo queda (Figura 01) é caracterizado pelo desprendimento de blocos de rocha, solo ou ambos os materiais, em encostas íngremes, e pela ausência de superfície de movimentação, resultando em um movimento do tipo queda livre, salto ou rolamento (em plano inclinado) (TOMINAGA *et al.*, 2015). De acordo com Highland e Bobrowsky (2008), esse tipo de movimento ocorre tanto em taludes íngremes quanto verticais; o volume de material mobilizado é variado e a velocidade da queda depende do tipo de movimento, sendo muito rápida ou extremamente rápida quando em queda livre e dependendo da inclinação do talude, quando do tipo rolamento.

Figura 01 – Esquema do movimento de massa do tipo queda.



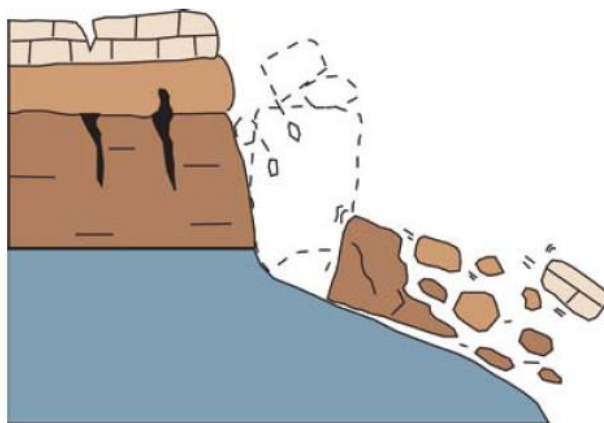
Fonte: Highland e Bobrowsky (2008).

- Tombamento

O tombamento (Figura 02) é caracterizado pelo desprendimento e rotação de blocos de solo ou rocha do maciço em torno de um ponto ou eixo abaixo do centro de gravidade da massa deslocada, sendo causado pela ação da gravidade sobre o peso do material deslocado, pela ação da água ou do gelo em planos de fraqueza existentes no maciço, por vibrações, por processos

de erosão, por condições climáticas ou escavações (HIGHLAND E BOBROWSKY, 2008). O monitoramento de áreas predispostas à ocorrência de tombamentos geralmente pode ser feito por meio do registro da movimentação dos taludes realizado por inclinômetros (HIGHLAND E BOBROWSKY, 2008).

Figura 02 – Esquema do movimento de massa do tipo tombamento.



Fonte: Highland e Bobrowsky (2008).

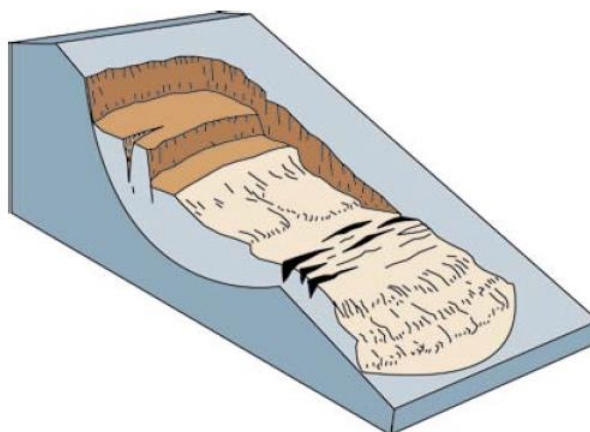
- Escorregamento

Segundo Tominaga *et al.* (2015, pg. 28), “escorregamentos são movimentos rápidos, de porções de terrenos (solos e rochas), com volumes definidos, deslocando-se sob ação da gravidade, para baixo e para fora do talude ou da vertente”. Ainda segundo esses autores, movimentos de massa do tipo escorregamentos são deflagrados quando a força gravitacional vence o atrito interno das partículas do solo, responsável pela estabilidade de taludes.

A depender do tipo da geometria e do tipo de material mobilizado, os escorregamentos podem ser divididos em: rotacionais ou circulares, translacionais ou planares, e em cunha.

O escorregamento rotacional (Figura 03) é caracterizado por superfícies de deslizamento curvas e côncavas (em formato de colher) e por movimentos aproximadamente rotacionais paralelos ao talude; possui uma velocidade de deslocamento que varia de extremamente lenta a moderadamente rápida ou rápida, sendo mais comum em materiais homogêneos, aterros, depósitos mais espessos, rochas sedimentares ou cristalinas intensamente fraturadas (HIGHLAND E BOBROWSKI, 2008).

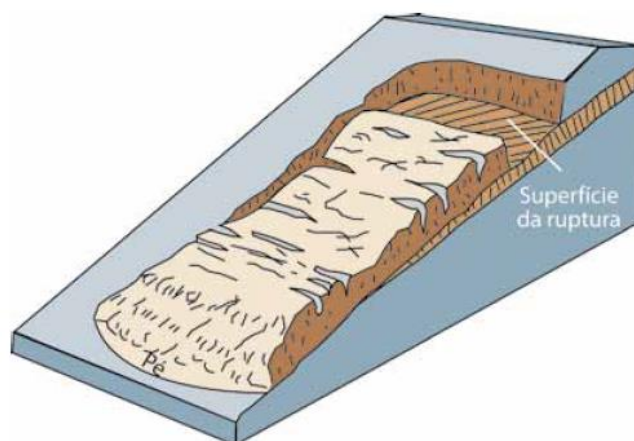
Figura 03 – Esquema do movimento de massa do tipo escorregamento rotacional.



Fonte: Highland e Bobrowsky (2008).

Segundo Tominaga *et al.* (2015), o escorregamento translacional (Figura 04) caracteriza-se por apresentar uma superfície de ruptura plana e rasa, compreendendo na maioria das vezes profundidades de 0,5 a 5,0 m, e maiores extensões em comprimento quando comparado ao escorregamento rotacional. Ocorrem ao longo de descontinuidades geológicas (falhas, junções, superfícies e estratificações) ou nos pontos de contato entre rocha e solo e possuem velocidade de deslocamento lenta a moderada (HIGHLAND E BOBROWSKI, 2008).

Figura 04 – Esquema do movimento de massa do tipo escorregamento translacional.



Fonte: Highland e Bobrowsky (2008).

O escorregamento em cunha é caracterizado pela existência de estruturas planas desfavoráveis à estabilidade de maciços rochosos, sendo esse tipo de movimento comum em taludes de corte ou em encostas que sofreram algum tipo de desconfinamento, natural ou antrópico (TOMINAGA *et al.*, 2015).

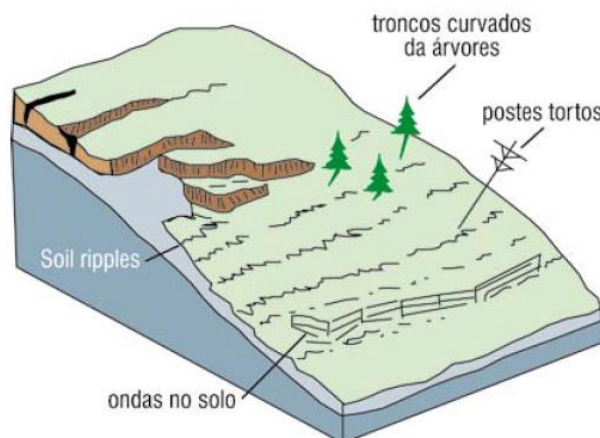
- Escoamento

Segundo Highland e Bobrowski (2008, pg. 22), o “escoamento é um movimento contínuo no qual as superfícies de cisalhamento têm vida curta, espaço reduzido entre si e não são preservadas”; dependendo da quantidade de água presente, da mobilidade e da evolução do movimento, é frequente a mudança de escorregamentos para escoamentos. Caracterizado pela velocidade de ocorrência, o escoamento pode ser do tipo rastejo (lento) ou corrida (rápido).

- Rastejo: conjunto de movimentos lentos e contínuos que não apresentam uma superfície de ruptura marcante, nem uma geometria bem definida, sendo praticamente imperceptível a diferença entre o material em movimento e o estacionário (TOMINAGA *et al.*, 2015). Pode mobilizar qualquer tipo de material, solo, rocha ou a mistura dos dois e apresenta velocidades de deslocamento muito baixas, movimentando, geralmente, menos de 1 metro por década (HIGHLAND E BOBROWSKI, 2008). Um esquema desse tipo de movimento de massa é apresentado na Figura 05.

Segundo Highland e Bobrowski (2008, pg. 33), esse tipo de movimento é causado por uma “tensão de cisalhamento interna suficiente para causar deformação mas insuficiente para causar rupturas”, sendo classificado em três tipos: sazonal (ocorre no interior e no fundo do solo devido a alterações na composição e temperatura), contínuo (ocorre quando a tensão de cisalhamento excede a resistência do material) e progressivo (ocorre quando os taludes atingem o ponto de ruptura ocasionando outros tipos de movimentos).

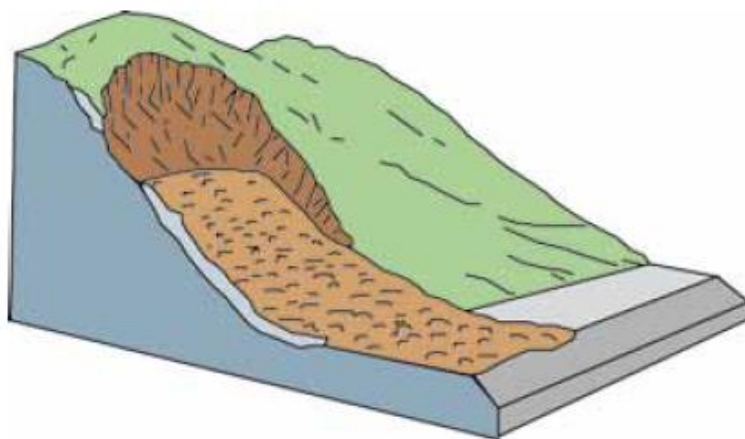
Figura 05 – Esquema do movimento de massa do tipo rastejo.



Fonte: Highland e Bobrowsky (2008).

- Corridas: são formas de escoamento caracterizados por uma velocidade alta e pelo caráter essencialmente hidrodinâmico. Segundo Tominaga *et al.* (2015, pg. 33), as corridas são “ocasionadas pela perda de atrito interno, em virtude da destruição da estrutura, em presença de excesso de água”. Apesar da ocorrência de corridas ser menos frequente que a de rastejos, esse tipo de escoamento pode provocar consequências de magnitudes muito superiores, devido ao seu grande poder destrutivo e extenso raio de alcance mesmo em áreas planas. Um esquema desse tipo de movimento de massa é apresentado na Figura 06.

Figura 06 – Esquema do movimento de massa do tipo corrida.



Fonte: Highland e Bobrowsky (2008).

## 2.2. FATORES DE RISCO

Movimentos de massa são desencadeados a partir da ruptura das condições de equilíbrio que mantêm as encostas estáveis. Esse rompimento é provocado por uma combinação de fatores de ordem natural e antrópica, denominados fatores de risco. Segundo Alheiros *et al.* (2003, pg. 42), “os fatores de risco são elementos ou características que determinam a suscetibilidade do meio e a vulnerabilidade do sistema e contribuem para a composição do risco”.

### 2.2.1. FATORES DE SUSCETIBILIDADE

Os fatores de suscetibilidade podem ser divididos em geológicos, morfológicos, climáticos, hidrológicos e antrópicos.

#### a) Fatores Geológicos

Os fatores geológicos caracterizam os materiais quanto ao grau de suscetibilidade à ocorrência de movimentos de massa, a partir de aspectos litológicos, texturais e estruturais (Alheiros *et al.*, 2003).

#### - Litologia

De acordo com Bezerra (2019), os aspectos litológicos compreendem as características que influenciam no comportamento físico e químico dos materiais que constituem a encosta, e que permitem concluir acerca da resistência ao cisalhamento, à permeabilidade e à suscetibilidade ao intemperismo desses materiais.

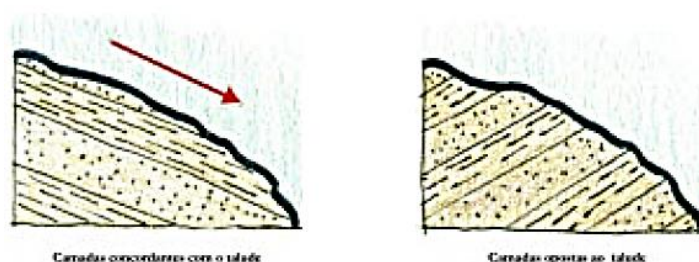
#### - Textura

O principal aspecto textural a partir do qual é possível concluir acerca da suscetibilidade do material da encosta à movimentos de massa é a granulometria. Segundo Alheiros *et al.* (2003), materiais arenosos são mais suscetíveis à ocorrência de processos erosivos do que de deslizamentos, devido a sua alta porosidade e permeabilidade, enquanto que materiais argilosos, apesar de apresentarem boa porosidade e serem praticamente impermeáveis, são altamente suscetíveis à ocorrência de deslizamento e mais resistentes à ocorrência de processos erosivos.

#### - Estrutura

A estrutura está relacionada a ocorrência de feições de heterogeneidade e descontinuidade em solos e rochas (BEZERRA, 2019), ou ainda à disposição espacial das camadas ou dos planos de fraturas e falhas. Segundo Alheiros *et al.* (2003), quando o declive do talude acompanha o sentido do mergulho das camadas, há uma maior suscetibilidade à ocorrência de deslizamentos (Figura 07).

Figura 07 – Influência da disposição espacial das camadas do solo na suscetibilidade à ocorrência de movimentos de massa.



Fonte: Alheiros e Medeiros (2003)



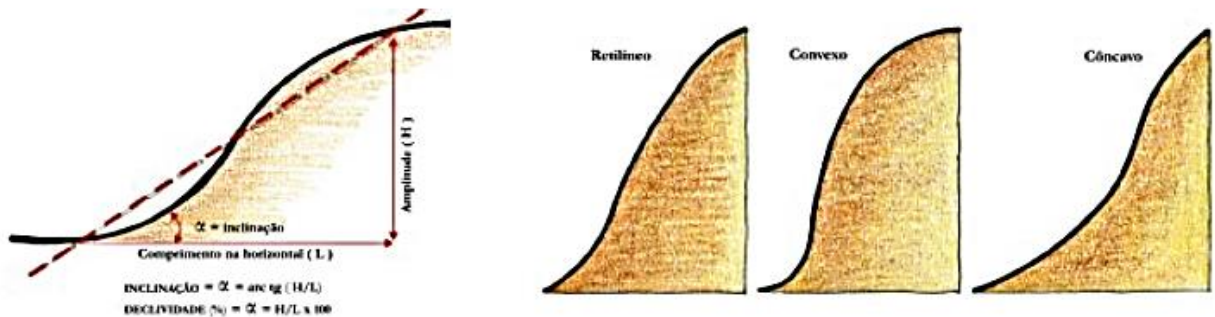
### - Pré-adensamento

Um outro aspecto geológico relacionado à ocorrência de movimentos de massa é o pré-adensamento do solo da encosta. Segundo Alheiros *et al.* (2003), o pré-adensamento do solo aumenta o coeficiente de atrito e consequentemente a resistência ao cisalhamento, ao conferir maior compacidade ao mesmo, o tornando mais resistente à ruptura.

### b) Fatores Morfológicos

Os fatores morfológicos estão associados a forma das encostas. Segundo Alheiros *et al.* (2003), quanto mais altas e extensas, com perfil côncavo, baixa sinuosidade e alta declividade, maior a suscetibilidade à ocorrência de deslizamentos (Figura 08). Porém, Bezerra (2019) ressalta que não existe relação direta entre inclinação e estabilidade e que encostas mais íngremes não necessariamente serão mais suscetíveis à ruptura, sendo necessários estudos complementares que atestem essa condição.

Figura 08 - Influência da forma do relevo das encostas na suscetibilidade à ocorrência de movimentos de massa.



Fonte: Alheiros e Medeiros (2003)

### c) Fatores Climáticos

Os principais fatores climáticos relacionados à ocorrência de movimentos de massa são a temperatura e a umidade. Segundo Bezerra (2019), esses fatores atuam principalmente no intemperismo e na erosão das rochas e dos materiais do solo. De acordo com Alheiros *et al.* (2003), condições de calor e umidade elevados promovem a ocorrência do fenômeno de argilização, que consiste na decomposição de minerais mais frágeis, como feldspatos e micas, sendo esse um dos fatores que favorecem a ocorrência de deslizamentos em solos da Formação Barreiras, compostos principalmente por quartzo e feldspatos.

#### d) Fatores Hidrológicos

O principal fenômeno hidrológico associado a ocorrência de movimentos de massa é a chuva. Parte da água proveniente da precipitação sobre as encostas infiltra no solo (água de infiltração) e parte permanece na superfície (água superficial) (Figura 09). Segundo Alheiros *et al.* (2003), as águas superficiais atuam principalmente nos processos de erosão-sedimentação controlados pela gravidade, de forma que quanto maior a declividade, maior a velocidade de fluxo e, conseqüentemente, maior o poder de ação.

As águas de infiltração são responsáveis pela diminuição da coesão aparente do solo e pela ocorrência do fenômeno “piping”, que consiste em uma erosão interna ao maciço da encosta. Segundo Alheiros *et al.* (2003), a influência das águas de infiltração na ocorrência de movimentos de massa ou erosões depende da taxa de infiltração, da altura do nível freático e do tipo de solo da encosta, de forma que quanto maior a infiltração e mais alto o nível freático, há uma probabilidade maior de ocorrência de movimentos de massa em solos argilosos e de processos erosivos em solos arenosos.

Figura 09 – Os efeitos da chuva nas encostas.



Fonte: <http://www.ebanataw.com.br/talude/efeitodachuva.htm>

Segundo Bezerra (2019), as chuvas alteram a resistência do solo devido a diminuição da sucção, promovem a dissolução da cimentação, diminuem a resistência ao cisalhamento dos

materiais devido ao aumento da poropressão, aumentam as solicitações externas devido ao aumento do peso específico sobre uma determinada área de encosta, dentre outros fatores.

Além de promover a saturação do solo, em períodos chuvosos, o nível freático se eleva e pode formar surgências ou fontes que podem provocar o descalçamento das encostas, facilitando o processo de ruptura ou amplificando processos erosivos (ALHEIROS *et al.*, 2003). Quanto mais elevado o nível freático, maior a saturação do solo e consequentemente maior o risco de deslizamento.

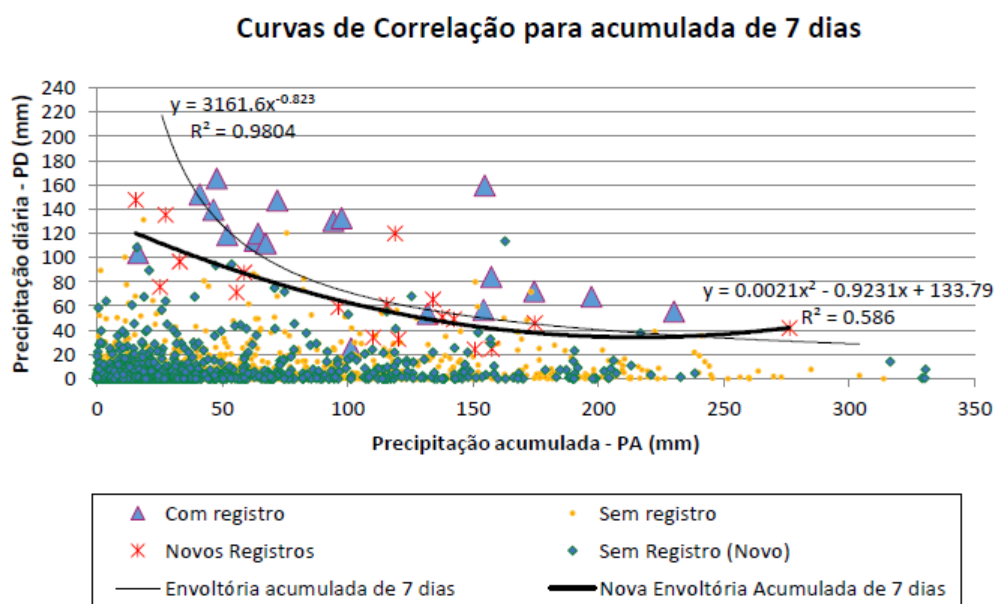
O monitoramento da precipitação pode fornecer subsídios para a elaboração de estratégias de atuação frente a ocorrência de movimentos de massa. Um dos principais resultados desse monitoramento é o estabelecimento de uma relação entre pluviosidade e movimentos de massa que correlaciona precipitação horária e acumulada com o intuito de determinar a lâmina d'água necessária para deflagrar um movimento de massa.

Uma dessas relações foi estabelecida por Soares e Ramos Filho (2015) para o município de João Pessoa. Para isso foram utilizados os registros de ocorrências da Defesa Civil de João Pessoa e dados obtidos na mídia local, referentes ao período de 2008 a 2013, além de dados das estações pluviométricas instaladas no município. A partir dos dados coletados foram obtidas três correlações entre escorregamentos e pluviosidade considerando eventos simples (apenas um movimento registrado no dia), médios (de dois a três movimentos registrados) e grandes (mais de três movimentos registrados no dia). Os resultados obtidos demonstraram que para uma precipitação acumulada por 7 dias de 150 mm, um movimento de massa pode ser deflagrado com uma chuva diária de 50 mm no município de João Pessoa-PB.

As alterações climáticas ocorridas nas últimas décadas resultaram na modificação dos padrões climáticos de diversas regiões do planeta, sendo assim, é fundamental que essas correlações de pluviosidade e movimentos de massa sejam atualizadas com uma frequência razoável. Em complementação ao trabalho desenvolvido por Soares e Ramos Filho (2015), Silva (2018) analisou a correlação entre pluviosidade e movimentos de massa na cidade de João Pessoa-PB para o período de janeiro de 2014 a abril de 2018. A partir dos resultados obtidos por Silva (2018), verificou-se que a correlação de Soares e Ramos Filho (2015) não se adequou aos registros de precipitação acumulada de até 100 mm em um período de 7 dias anteriores às ocorrências analisadas, sendo essa correlação válida apenas para os casos em que a precipitação acumulada foi superior a 100 mm.

Dessa forma, Silva (2018) propôs uma nova correlação entre pluviosidade e movimentos de massa para a cidade de João Pessoa-PB contemplando as ocorrências registradas desde 2008. A nova correlação demonstrou que eventos de escorregamentos generalizados na cidade de João Pessoa ocorrem a partir de uma precipitação diária de 60,4 mm e uma precipitação acumulada por 7 dias de 115,4 mm (Figura 10).

Figura 10 – Curva de correlação entre pluviosidade e movimentos de massa de João Pessoa-PB.



Fonte: SILVA (2018).

#### e) Fatores Antrópicos

Os fatores antrópicos estão relacionados a forma como a população interage com o meio em que vive, sendo um dos principais fatores agravantes das condições de risco. Em geral, essa interação ocorre por meio da execução de cortes e aterros para conformação de lotes, lançamento de águas servidas e/ou esgotos, vazamentos em tubulações de água e esgoto, construção de fossas sépticas, depósito irregular de lixo e entulho, remoção da cobertura vegetal, plantação de árvores de grande porte e/ou bananeiras, entre outras.

##### - Execução de Cortes e Aterros

A execução de cortes e aterros em áreas de risco, geralmente ocorre de forma irregular, ocasionando alterações nas condições naturais de estabilidade do solo nas encostas. Segundo Alheiros *et al.* (2003), quanto maior a quantidade de moradias em áreas de risco em encostas,

maior o volume de cortes e aterros, maior a probabilidade de verticalização dos taludes e, consequentemente, maior o grau de risco.

*- Lançamento de Águas Servidas e/ou Esgotos*

O lançamento de águas servidas diretamente sobre o talude das encostas provoca a saturação do solo podendo vir a induzir a ocorrência de um movimento de massa ou de processos erosivos. Segundo Tominaga *et al.* (2015, pg. 27) a contribuição da água no desencadeamento de movimentos de massa se dá “pela redução da resistência dos materiais de vertente e/ou pela indução do comportamento plástico e fluido do solo”. Além disso, dependendo da altura de lançamento, a energia de aplicação da água sobre o solo pode provocar o surgimento de sulcos e o carreamento de partículas do mesmo.

Esse tipo de interação revela a importância da infraestrutura sanitária das áreas de risco, principalmente no tocante à sistemas de esgotamento sanitário e de drenagem de águas pluviais, e da educação ambiental dessas comunidades. Quanto melhor for a infraestrutura dessas áreas e a informação da população, menor o risco.

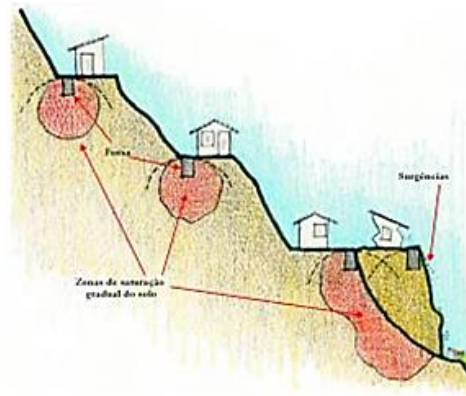
*- Vazamentos em Tubulações de Água e Esgoto*

Vazamentos em tubulações de água e esgoto provocam a saturação do solo e, consequentemente, reduzem a coesão do material das encostas, contribuindo para o desencadeamento de movimentos de massa.

*- Construção de Fossas Sépticas*

Segundo Alheiros *et al.* (2003), as fossas absorventes do tipo sumidouros funcionam como pontos de concentração de águas (Figura 11), favorecendo a saturação do solo nos locais em que estão instaladas, de forma que quanto mais próximas e quanto maior a quantidade de fossas, maior o risco de deslizamento de solo nas regiões próximas a essas estruturas.

Figura 11 – Saturação dos solos por fossas.

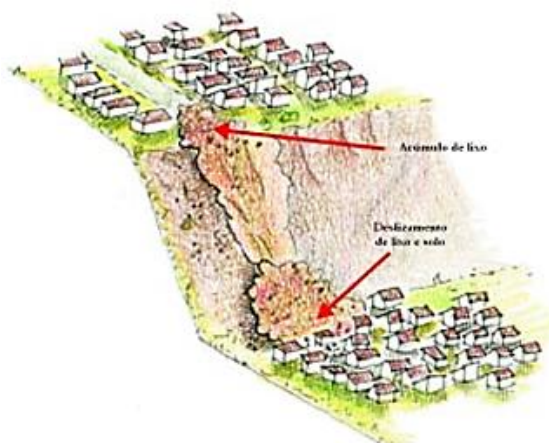


Fonte: Alheiros *et al.* (2003)

#### - Depósito Irregular de Lixo e Entulho

O acúmulo de resíduos nas encostas provoca uma sobrecarga nos taludes que é potencializada com a ação das chuvas que aumentam o peso do material acumulado, resultando na movimentação desses resíduos na encosta e no carreamento de parte do solo (Figura 12). Segundo Alheiros *et al.* (2003), o volume de lixo e entulho acumulado constitui um maciço artificial que quanto maior, maior a probabilidade de ocorrência de deslizamentos.

Figura 12 – Influência do depósito irregular de lixo e entulho em encostas.



Fonte: Alheiros *et al.* (2003)

#### - Remoção da Cobertura Vegetal

A remoção da cobertura vegetal tem relação direta com outros fatores antrópicos. Quando a vegetação é removida, o solo é exposto ao impacto das gotas das chuvas ou das águas

lançadas sobre ele, permitindo uma maior infiltração dessas águas nas encostas. Quanto maior a infiltração, maior a saturação do solo e, conseqüentemente, maior o risco de deslizamento.

*- Plantação de Vegetação de Grande Porte e/ou Bananeiras*

Segundo Bezerra (2019), o efeito da vegetação na estabilidade de uma encosta pode ser tanto positivo quanto negativo, a depender das condições do solo e da vegetação. A atuação positiva da vegetação se dá, principalmente, devido a proteção que é conferida ao solo contra o impacto das gotas da chuva.

A vegetação rasteira atua protegendo a superfície da encosta, diminuindo a energia do impacto das gotas da chuva no solo, que podem vir a provocar a erosão e o carreamento de partículas do mesmo. Devido a essa característica, algumas espécies de capim podem ser empregadas no controle de erosão. Mendes Júnior (2019) avaliou os efeitos da implantação do capim vertiver na contenção de uma erosão no município de Mata Redonda-PB. A partir de ensaios granulométrico, químicos e de cisalhamento direto, constatou-se o aumento da resistência do solo à erosão, atribuído à presença de raízes e à absorção de água por elas.

As árvores, por sua vez, atuam interceptando ou dispersando as gotas por meio das folhas, que, por sua vez, também permitem a ocorrência da evaporação das gotas antes que elas atinjam o solo.

Outras partes da vegetação também podem contribuir para a estabilidade da encosta, como é o caso dos troncos e raízes das plantas, que atuam orientando a infiltração da água de maneira mais lenta e contendo as partículas do solo, dificultando o arraste (BEZERRA, 2019). Além disso, a vegetação, quando de pequeno porte, pode vir a conferir certa resistência a encosta, provocada pela associação das raízes no solo.

A atuação negativa da vegetação na estabilidade de taludes está relacionada, principalmente, ao sobrepeso causado por árvores de grande porte e às características do tipo de vegetação plantada. Os principais efeitos desfavoráveis da vegetação são:

- Efeito alavanca: provocado pela ação dos ventos na copa das árvores, contribuindo para a desestabilização e para o tombamento das mesmas, resultando em uma força cisalhante transferida pelos troncos das árvores ao terreno;
- Efeito cunha: pressão lateral causada pelas raízes ao penetrar em fendas, fissuras do solo ou rocha;

- Sobrecarga vertical: provocado por árvores de grande porte que ocasionam o aumento do peso sobre a encosta, gerando uma sobrecarga no talude.

O principal tipo de vegetação de grande porte associada a ocorrência de movimentos de massa, é a bananeira. Segundo Alheiros *et al.* (2003), bananeiras são geralmente encontradas nos locais em que são registrados movimentos de massa e representam um grande perigo para as encostas. O efeito negativo desse tipo de vegetação se dá devido ao fato das bananeiras geralmente se instalarem sobre solos de baixa resistência, possuem raízes curtas e armazenam grande quantidade de água.

De acordo com Alheiros *et al.* (2003), os tipos de vegetação mais indicados para plantação em encostas são gramas e capins, que possuem raízes mais compridas. Pequenas fruteiras, plantas medicinais e de jardim também são indicadas. Outros tipos de vegetação que não devem ser plantadas em encostas são: mamão, coco, jambo, fruta-pão, manga, jaca e árvores de grande porte.

#### 2.2.2. FATORES DE VULNERABILIDADE

Segundo Alheiros *et al.* (2003), são fatores de vulnerabilidade: a densidade populacional, a ausência de equipamentos públicos e de redes de infraestrutura (viária, sanitária e lógica) e a tipologia das edificações.

Quanto maior a densidade populacional em áreas de risco, maior a vulnerabilidade da população que reside nessas comunidades; a ausência de equipamentos públicos e de redes de infraestrutura está diretamente relacionada a assistência fornecida a população em risco; e a tipologia das edificações relaciona-se com o tipo de material com o qual as edificações foram construídas, sendo a alvenaria considerada um material mais resistente quando comparado a outros materiais, como a taipa de mão.

#### 2.3. METODOLOGIAS DE MAPEAMENTO

O mapeamento de risco geológico-geotécnico consiste na identificação de fatores de risco de movimentos de massa que possam vir a causar danos materiais e à vida humana. Segundo Ogura *et al.* (2007), os métodos de mapeamento de riscos geológicos podem ser divididos em heurísticos, determinísticos e estatísticos.

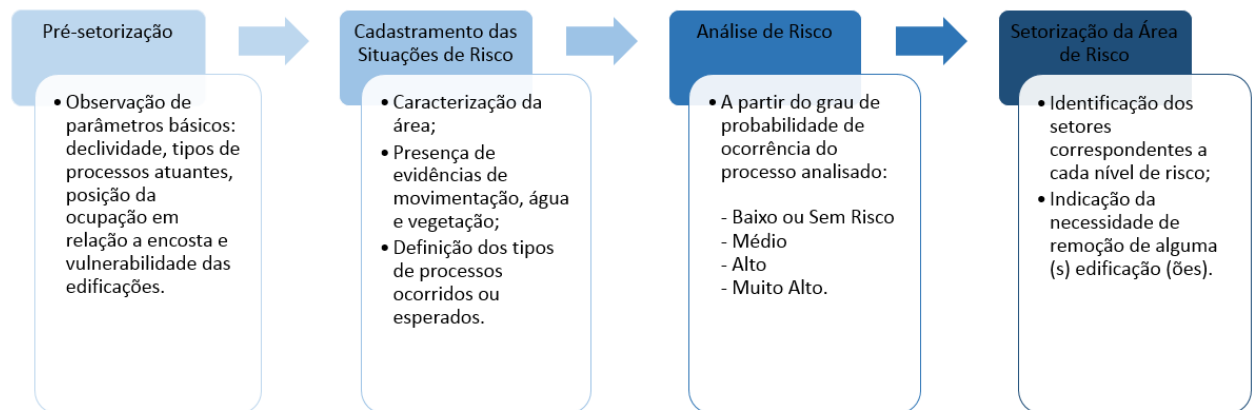


O método heurístico é o mais subjetivo, pois depende da experiência e do julgamento de quem realiza o mapeamento, sendo realizado por meio de dados obtidos em observações de campo e da interpretação de mapas. O método determinístico utiliza modelos numéricos e depende da quantidade e da qualidade dos dados disponíveis. O método estatístico correlaciona eventos e fatores por meio de análises estatísticas, dependendo, assim como o método determinístico, da quantidade e da qualidade dos dados (OGURA *et al.*, 2007).

De acordo com Ogura *et al.* (2007, pg. 41) os métodos mais empregados em áreas de risco são o heurístico e o determinístico pois “apresentam características mais simples e podem ser elaborados mesmo sem dados estatísticos”. Ao longo dos últimos anos, diversas metodologias de mapeamento foram criadas, aplicadas e aperfeiçoadas no Brasil. Dentre essas metodologias, destaca-se a desenvolvida pelo Ministério das Cidades, em parceria com o Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres da Universidade Federal de Santa Catarina (CEPED/UFSC) e com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), que foi amplamente difundida no país por meio da realização do Curso de Capacitação de Técnicos e Gestores Municipais no Mapeamento e Gerenciamento de Riscos de Deslizamentos em Encostas e Inundações (IPT, 2007).

Na metodologia de mapeamento do IPT (2007), em um primeiro momento é feito o zoneamento da área de risco, que é iniciado com a pré-setorização da área, sendo observados alguns parâmetros básicos como: declividade, tipos de processos atuantes, posição da ocupação em relação a encosta e vulnerabilidade das edificações. Em seguida, é realizado o cadastramento das situações de risco, com o auxílio de fichas de campo que contemplam a caracterização da área (tipo de talude, tipo de material mobilizado, presença de lixo ou entulho, inclinação do talude, distância da moradia ao topo ou base do talude); a presença de evidências de movimentação (juntas, fendas, fraturas, trincas, degraus de abatimento), de água (de chuva, servida ou esgoto) e vegetação; e tipos de processos de instabilização ocorridos ou esperados (escorregamentos, quedas, rolamentos de blocos). Por fim, é feita a análise de risco, a partir da determinação do grau de probabilidade de ocorrência do processo analisado em uma escala que compreende os níveis baixo ou sem risco, médio, alto e muito alto. A partir da análise de risco é feita a setorização da área e indicada a necessidade de remoção de alguma (s) edificação (ões). A Figura 13 apresenta um resumo das etapas da metodologia de mapeamento do IPT (2007).

Figura 13 – Metodologia de mapeamento do IPT (2007).



Fonte: Autora.

Além da metodologia de mapeamento desenvolvida pelo IPT (2007), outros métodos foram desenvolvidos em universidades brasileiras. No Nordeste, destacam-se os trabalhos desenvolvidos pelo Grupo de Engenharia Geotécnica de Encostas, Planícies e Desastres da Universidade Federal de Pernambuco (GEGEP/UFPE).

A partir de um convênio firmado entre o GEGEP/UFPE e o Ministério da Integração Nacional/Secretaria Nacional de Defesa Civil (SEDEC/MI), foi desenvolvida uma metodologia de avaliação de risco para os municípios do estado de Pernambuco, na qual são feitas análises de vulnerabilidade, em que são associados indicadores às dimensões físico-ambiental e socioeconômica cultural, e de suscetibilidade/perigo, feita a partir de informações geológico-geotécnicas, geomorfológicas e de uso e ocupação do solo. A classificação de risco é obtida a partir de uma matriz que correlaciona os graus de vulnerabilidade e suscetibilidade/perigo (Figura 14).

Figura 14 – Matriz de classificação de risco da metodologia desenvolvida pelo GEGEP/UFPE.

| Classificação do Grau de Suscetibilidade | Classificação do Grau de Vulnerabilidade |            |       |       |
|------------------------------------------|------------------------------------------|------------|-------|-------|
|                                          | Muito Alto                               | Alto       | Médio | Baixo |
| Muito Alto                               | Muito Alto                               | Muito Alto | Alto  | Alto  |
| Alto                                     | Muito Alto                               | Alto       | Alto  | Médio |
| Médio                                    | Alto                                     | Alto       | Médio | Médio |
| Baixo                                    | Alto                                     | Médio      | Médio | Baixo |

Fonte: Silva (2016).

No âmbito dessa parceria, foram desenvolvidos os trabalhos de Henrique (2014), Silva (2016), Freitas (2016) e Mantovani (2016), que realizaram, respectivamente, o mapeamento de risco de deslizamento e erosão do bairro de Rurópolis no município de Ipojuca-PE e do município de Abreu e Lima-PE, e de movimentos de massa e inundação dos municípios de Moreno-PE e Camaragibe-PE.

Apesar de ainda serem amplamente empregados, de acordo com Bezerra (2019), os métodos qualitativos tendem a serem substituídos por métodos quali-quantitativos, que associam técnicas quantitativas ao processo de análise, a partir da atribuição de valores aos fatores de risco identificados.

No Plano Municipal de Redução de Riscos de Natal (NATAL, 2008) é descrita a metodologia de classificação de risco quali-quantitativa empregada no município de Natal-RN, na qual são atribuídos pesos que variam de 1 a 5, a cada processo gerador de risco identificado, sendo eles: Deslizamento de solo "Dunas" (Des), Queda de Barreira (Qba), Carreamento de Lixo (Cli), Erosão "Voçoroca / Assoreamento" (Er), Inundação "Macro" (In), Alagamento pluvial "Micro" (Ap), Ocupação irregular de "Faixa de Domínio" (Oir), Área de Preservação Permanente (App). Cada peso atribuído corresponde a uma escala de risco: sem risco (0), muito baixo (1), baixo (2), médio (3), alto (4) e muito alto (5). Após a atribuição de pesos aos processos analisados, o índice de risco (IR) é calculado a partir da equação apresentada na Figura 15, e enquadrado na escala de risco apresentada na Figura 16.

Figura 15 – Equação para obtenção do índice de risco da metodologia do PMRR de Natal-RN.

$$IR = \text{Max} \left[ \left( \frac{50 * Qba + 50 * Er}{100} \right), \left( \frac{75 * In + 25 * Ap}{100} \right), Des, Oir, App \right]$$

Fonte: Natal (2008).

Figura 16 – Escala de classificação de risco de Natal (2008).

- $IR \leq 0,5$  – Áreas sem risco;
- $0,5 < IR \leq 1,5$  – Áreas de risco muito baixo;
- $1,5 < IR \leq 2,5$  – Áreas de risco baixo;
- $2,5 < IR \leq 3,5$  – Áreas de risco médio;
- $3,5 < IR \leq 4,5$  – Áreas de risco alto;
- $IR > 4,5$  – Áreas de risco muito alto;

Fonte: Natal (2008)

Outro exemplo de abordagem quali-quantitativa na classificação de risco a movimentos de massa é a desenvolvida por Soares e Pereira (2017), que elaboraram uma metodologia de mapeamento de risco geológico-geotécnico de deslizamento para o município de João Pessoa-PB, na qual o grau de risco é obtido a partir da soma de pesos atribuídos aos parâmetros analisados na metodologia do IPT (2007).

Segundo Tominaga *et al.* (2015), a utilização de SIGs nas últimas décadas resultou em novas abordagens no estudo de perigo e na previsão de áreas instáveis, sendo esses métodos divididos em: empíricos, probabilísticos e determinísticos.

Os métodos empíricos utilizam a distribuição de cicatrizes recentes e de depósitos associados como indicativos de futuras instabilizações, valendo-se de dados pluviométricos, geotécnicos e do terreno e de mapas geológicos e geomorfológicos para a determinação da distribuição espacial e temporal de eventos de perigo (TOMINAGA *et al.*, 2015).

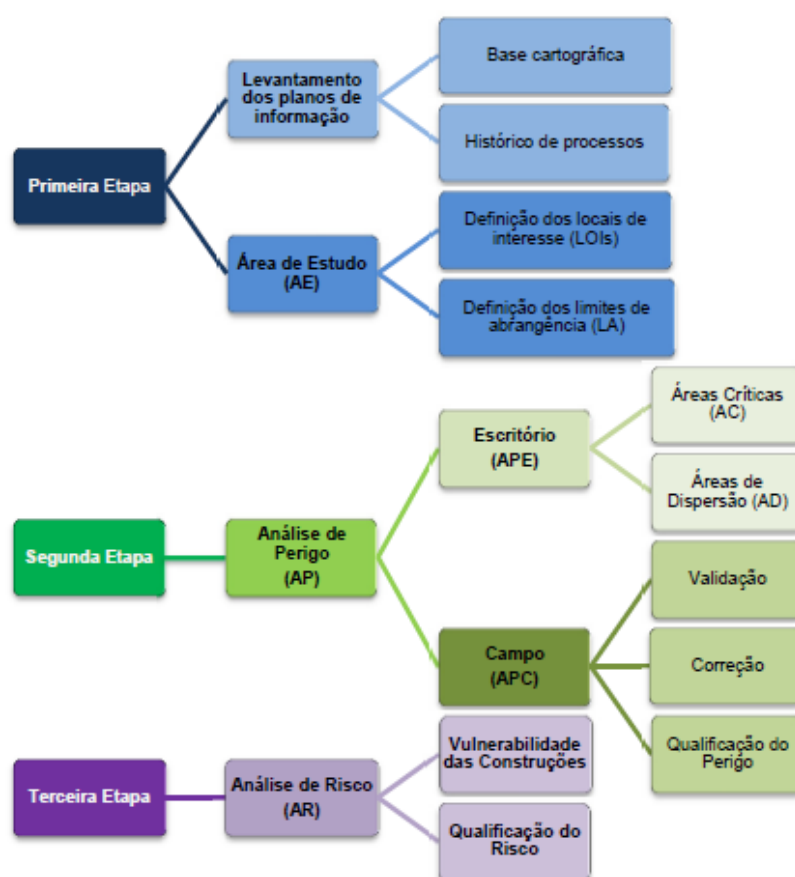
Os métodos probabilísticos utilizam bases estatísticas na determinação de futuras instabilizações, necessitando de bancos de dados extensos de observações e/ou ensaios de campo que indiquem os fatores responsáveis pela ocorrência de eventos de perigo que possam vir a ocasionar eventos futuros (TOMINAGA *et al.*, 2015).

Os métodos determinísticos utilizam modelos matemáticos que descrevem processos e leis físicas relacionados a ocorrência de eventos de perigo. Um exemplo desse tipo de método é a adoção de modelos de estabilidade de taludes para determinação do grau de perigo por meio do cálculo do Fator de Segurança (TOMINAGA *et al.*, 2015).

Alfradique (2019) realizou uma análise do conteúdo e das metodologias empregadas em 33 Planos Municipais de Redução de Riscos (PMRR) elaborados de 2004 a 2009 e disponibilizados em uma plataforma digital do Ministério das Cidades. Dentre os aspectos analisados estão os métodos aplicados para o mapeamento de risco e o uso de bases cartográficas e de geoprocessamento. A pesquisa realizada por Alfradique (2019) permitiu verificar que 58% dos planos analisados utilizaram alguma base cartográfica e que apenas 36% utilizaram algum SIG. Com relação a metodologia de mapeamento empregada, 73% dos planos utilizaram métodos qualitativos, através de análises de campo, 6% utilizaram métodos probabilísticos e 21% não citaram nenhuma metodologia. As análises de campo indicadas foram realizadas com base na metodologia do IPT (2007).

No ano de 2018, foi lançado o “Manual de Mapeamento de Perigo e Risco a Movimentos Gravitacionais de Massa” (CPRM/SGB, 2018), desenvolvido no âmbito do Projeto de Fortalecimento da Estratégia Nacional de Gestão Integrada de Desastres Naturais (Projeto GIDES). O Projeto GIDES surgiu a partir de um acordo de cooperação entre os governos do Brasil e do Japão, firmado no ano de 2013. Esse projeto tem como objetivo fortalecer a estratégia nacional de enfrentamento aos desastres naturais envolvendo movimentos gravitacionais de massa que ocorrem frequentemente no país, tendo em vista a experiência e conhecimento do Japão. A metodologia desenvolvida pelo CPRM/SGB (2018) é dividida em três etapas (Figura 17). A primeira etapa compreende a criação de um banco de dados em um SIG e a delimitação da área de estudo; na segunda etapa é realizada a análise de perigo (AP) na área de estudo e na terceira etapa é realizada a análise de risco (AR).

Figura 17 – Metodologia do Projeto GIDES.



Fonte: Projeto GIDES.

A metodologia desenvolvida pelo CPRM/SGB (2018), utiliza critérios topográficos e feições de instabilidade como parâmetros para a determinação dos tipos de movimento. A

análise de perigo é feita em duas etapas, sendo uma realizada em programa computacional, através do uso de SIG, e outra em campo. A determinação das áreas de risco é realizada a partir da delimitação de áreas críticas e de dispersão, por meio da análise de curvas de nível e/ou carta de inclinação, e o procedimento para determinação dessas áreas é diferente para cada tipo de movimento gravitacional de massa, tendo em vista que a extensão e a localização dessas áreas variam.

A terceira etapa tem como foco a análise das consequências dos movimentos de massa, por meio da avaliação da vulnerabilidade das edificações. Dessa forma, a determinação do grau de risco é feita a partir da análise do histórico de ocorrências, da identificação dos tipos de movimentos de massa, da delimitação das áreas de dispersão, da identificação de feições de instabilidade no terreno e da resistência das construções (CPRM/SGB, 2018). A Figura 18 apresenta a tabela de classificação de risco da metodologia do CPRM/SGB (2018).

Figura 18 – Graus de risco da metodologia de mapeamento do CPRM/SGB (2018).

| Risco           | Descrição                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Baixo (R1)      | Ausência de indícios de instabilidade no terreno; alto nível de resistência das construções. Mantidas as condições médias de chuvas para o local, é baixa a possibilidade de destruição das construções por movimento gravitacional de massa.                   |
| Moderado (R2)   | Há indícios pouco claros de instabilidade no terreno; alto a moderado nível de resistência das construções. Mantidas as condições médias de chuvas para o local, é moderada a possibilidade de destruição das construções por movimento gravitacional de massa. |
| Alto (R3)       | Indícios claros de instabilidade no terreno; baixo a moderado nível de resistência das construções. Mantidas as condições médias de chuvas para o local, é alta a possibilidade de destruição das construções por movimento gravitacional de massa.             |
| Muito Alto (R4) | Presença marcante de indícios de instabilidade no terreno; baixo nível de resistência das construções. Mantidas as condições médias de chuvas para o local, é muito alta a possibilidade de destruição das construções por movimento gravitacional de massa.    |

Fonte: CPRM/SGB (2018).

A associação de metodologias de mapeamento quali-quantitativas a SIGs foi realizada por Bezerra (2019) na comunidade São José do Jacó em Natal-RN, a partir da implementação de uma técnica de avaliação multicritério a um SIG para determinação do risco geotécnico das encostas da comunidade analisada.

## 2.4. MAPEAMENTO DE RISCO DE JOÃO PESSOA-PB

Em agosto de 2013, o município de João Pessoa, na Paraíba, foi mapeado pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM/SGB), por meio de uma ação de caráter emergencial iniciada em novembro de 2011 e com prazo de duração inicial de quatro anos, que teve como objetivos mapear, descrever e classificar as situações de risco alto e muito alto dos municípios brasileiros com histórico de ocorrência de movimentos de massa e inundações (CPRM/SGB, 2013).

Nesse mapeamento foram identificados 13 setores de risco alto e 9 setores de risco muito alto a movimentos de massa e inundações no município de João Pessoa-PB. Em 10 setores de risco alto foram identificados movimentos de massa do tipo escorregamento planar, em um setor de risco alto foram identificados escorregamento planar e enxurrada, e nos demais setores de alto risco foi verificada a ocorrência de enchentes. Em 04 setores de muito alto risco foram identificados movimentos de massa do tipo escorregamento planar e nos outros 05 setores de muito alto risco foi verificada a ocorrência de inundações.

Em julho de 2019, foi realizada a atualização do mapeamento realizado pelo CPRM (2013). Essa atualização ocorreu no período de 08 a 22 de julho de 2019 e teve como objetivo setorizar as áreas em alto e muito alto risco a movimentos de massa, enchentes e inundações do município. Foram identificados 64 setores de alto e muito alto risco no município, sendo 49 desses sujeitos a ocorrência de movimentos de massa, 12 à ocorrência de inundações, 01 à ocorrência de inundação e erosão de margem fluvial, 01 à ocorrência de enxurrada e erosão de margem fluvial e 01 à ocorrência de inundação e movimentos de massa. (LAMBERTY E MENDONÇA, 2019)

Dos 50 setores mapeados com risco de ocorrência de movimentos de massa, em 31 foi verificada a ocorrência de deslizamento planar, em 02 deslizamento planar e erosão laminar, em 03 deslizamento planar e erosão do tipo ravina, em um não foi identificado o tipo de deslizamento e em 12 o tipo de deslizamento não foi determinado.

A metodologia utilizada nos mapeamentos realizados pelo CPRM/SGB (2013) e por Lamberty e Mendonça (2019) foi a desenvolvida por IPT (2007). Os resultados dos mapeamentos realizados em 2013 e em 2019 estão disponíveis no Repositório Institucional de Geociências (RIGeo) da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), e além dos mapas, são disponibilizados relatórios e formulários.

### **3. METODOLOGIA**

O mapeamento de risco apresentado neste trabalho foi desenvolvido a partir da aplicação de duas metodologias. A classificação de risco foi realizada a partir da aplicação da metodologia desenvolvida por Soares e Pereira (2017) e os mapas de risco foram elaborados com base na metodologia desenvolvida pelo CPRM/SGB (2018).

#### **3.1. CLASSIFICAÇÃO DE RISCO**

Soares e Pereira (2017) desenvolveram uma metodologia de classificação de risco geológico-geotécnico para o município de João Pessoa-PB na qual o risco é avaliado a partir da atribuição de pesos a um conjunto de parâmetros (Tabela 01) que compreendem agentes potencializadores, sinais de instabilidade, vulnerabilidade das edificações, relação altura/afastamento, fatores atenuantes e fatores agravantes. Trata-se de uma metodologia de fácil aplicação, em que o somatório de pesos resulta na obtenção de níveis literais de risco, sendo, portanto, menos subjetiva que as metodologias qualitativas usualmente empregadas.

Pereira (2017) realizou o mapeamento da comunidade Santa Clara em João Pessoa-PB através da metodologia desenvolvida por Soares e Pereira (2017), sendo testada pela primeira vez, comparando-se os resultados obtidos com as classificações atribuídas apenas por critérios qualitativos em mapeamentos realizados por alunos do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal da Paraíba por meio do projeto de extensão “Mapeamento de Áreas de Risco e Educação Ambiental de Comunidades de João Pessoa”. A partir dos resultados obtidos por Pereira (2017), ficou demonstrada a confiabilidade do método empregado, sendo mais rigorosa ao considerar características do município e ao agregar parâmetros não considerados na metodologia do IPT (2007), como fatores agravantes e atenuantes do risco e a vulnerabilidade da população.

No presente trabalho, o mapeamento dos setores de alto e muito alto risco de João Pessoa-PB realizado por Lamberty e Mendonça (2019) foi utilizado como base para aplicação da metodologia de classificação de risco proposta por Soares e Pereira (2017). Dessa forma, foram utilizados os dados e as imagens disponibilizados nos mapas e relatórios elaborados por Lamberty e Mendonça (2019).

Na metodologia de Soares e Pereira (2017), os agentes potencializadores compreendem características físicas que contribuem para a ocorrência de movimentos de massa. São eles:



execução de cortes e/ou aterros em encostas, a presença de bananeiras e/ou árvores de grande porte, remoção de vegetação rasteira, ausência de dispositivos para drenagem de águas pluviais, ausência de sistema de esgotamento sanitário, presença de fossas, descarte irregular de lixo e entulho, lançamento de águas servidas ou esgoto e vazamentos em tubulações. Na metodologia de Soares e Pereira (2017), caso não seja verificado nenhum agente é somado um ponto, e a presença de ao menos um desses agentes resulta na soma de dois pontos (Tabela 01).

Os sinais de instabilidade atestam a ocorrência de movimentos de massa anteriores ou a iminência de movimentos futuros, como árvores e postes inclinados, muros embarrigados, trincas em paredes, piso ou forro de residências e batentes no calçamento. Somam-se a esses sinais, a presença de feições erosivas e fissuras de movimentação no solo dos taludes. A identificação de ao menos um desses sinais resulta na soma de dois pontos, e caso não seja verificado nenhum sinal, é atribuído o peso um (Tabela 01).

A vulnerabilidade das edificações é relacionada ao padrão construtivo e ao tipo de material empregado. Dessa forma, moradias construídas em alvenaria ou edificações de concreto armado são classificadas em vulnerabilidade baixa, resultando na soma de um ponto, e quando construídas em madeira ou taipa são classificadas em vulnerabilidade alta, somando-se dois pontos (Tabela 01).

A relação altura/ afastamento indica a distância a qual as moradias em risco estão do sopé ou crista da encosta. Dessa forma, quanto mais próxima maior a probabilidade de ser atingida quando da ocorrência de movimentação do talude. De acordo com Pereira (2017), o solo mobilizado pode percorrer uma distância de aproximadamente 70% do talude, dessa forma, a distância de pelo menos uma vez a altura do talude ou mais, entre a moradia e a encosta, é considerada segura. Na metodologia de Soares e Pereira (2017) são consideradas três relações altura/afastamento (1/1, 2/1 e 3/1 ou mais) e a cada uma delas é atribuído um peso (Tabela 01).

Os fatores atenuantes são medidas estruturais e não estruturais que contribuem para a redução do risco de ocorrência de um movimento de massa e da vulnerabilidade da população em risco. Obras de contenção de taludes e de drenagem de águas pluviais são exemplos de medidas estruturais. Interdições de residências em risco, deslocamento de famílias para regiões seguras e ações de educação ambiental são medidas não estruturais que atuam diretamente na redução da vulnerabilidade da população em risco e consequentemente do risco associado, podendo também serem considerados fatores atenuantes.

Na metodologia de Soares e Pereira (2017), os fatores atenuantes são relacionados apenas às medidas estruturais a partir da avaliação da qualidade das obras realizadas e dos efeitos advindos da execução das mesmas. Dessa forma, obras sem qualidade atestada resultam na subtração de um ponto, obras que tenham minimizado o risco resultam na subtração de dois pontos e obras que tenham eliminado o risco resultam na subtração de três pontos (Tabela 01).

Os fatores agravantes compreendem as ações que possam vir a agravar a situação de risco. A ausência de medidas estruturais e não estruturais em áreas de risco são exemplos desses fatores. Vale ressaltar que medidas estruturais, quando executadas sem aparato técnico ou sem manutenção, podem vir a se tornar fatores agravantes. Na metodologia de Soares e Pereira (2017), o principal fator agravante analisado é a vulnerabilidade social. Dessa forma, caso a vulnerabilidade social seja considerada relevante, são somados dois pontos. Além disso, Soares e Pereira (2017) também consideram a estabilidade do talude como um fator agravante, sendo que, caso seja considerado estável, é subtraído um ponto (Tabela 01).

Tabela 01 – Classificação de risco de Soares e Pereira (2017)

| <b>Parâmetro</b>                         | <b>Condição</b>                    | <b>Peso</b> |
|------------------------------------------|------------------------------------|-------------|
| <b>Agentes Potencializadores (AG)</b>    | Sem AG                             | + 1 ponto   |
|                                          | Com AG                             | + 2 pontos  |
| <b>Sinais de Instabilidade (SI)</b>      | Sem SI                             | + 1 ponto   |
|                                          | Com SI                             | + 2 pontos  |
| <b>Vulnerabilidade da Edificação (V)</b> | Baixa                              | + 1 ponto   |
|                                          | Alta                               | + 2 pontos  |
| <b>Relação Altura/Afastamento</b>        | 1/1                                | + 1 ponto   |
|                                          | 2/1                                | + 2 pontos  |
|                                          | 3/1 ou mais                        | + 3 pontos  |
| <b>Fatores Atenuantes</b>                | Obra sem qualidade atestada        | - 1 ponto   |
|                                          | Obra que minimizou o risco         | - 2 pontos  |
|                                          | Obra que eliminou o risco          | - 3 pontos  |
| <b>Fatores Agravantes</b>                | Talude estável                     | - 1 ponto   |
|                                          | Vulnerabilidade social é relevante | + 2 pontos  |

Fonte: Soares e Pereira (2017).

O nível de risco é obtido a partir da soma dos pesos atribuídos e enquadramento desse somatório em uma escala (Tabela 02).

Tabela 02 – Escala de classificação de risco de Soares e Pereira (2017)

| <b>Somatório</b>               | <b>Nível de Risco</b> |
|--------------------------------|-----------------------|
| De 0 a 3 pontos                | Sem Risco             |
| De 4 a 5 pontos                | Baixo                 |
| 6 pontos                       | Médio                 |
| 7 pontos                       | Alto                  |
| De 8 a 10 pontos               | Muito Alto            |
| Fonte: Soares e Pereira (2017) |                       |

### 3.2. MAPAS DE RISCO

Os mapas de risco de João Pessoa-PB foram desenvolvidos com base na metodologia para elaboração de cartas de risco do CPRM/SGB (2018), na qual são utilizadas ferramentas de geoprocessamento para a obtenção dos parâmetros necessários à classificação de risco e para a geração de mapas, requerendo, para este fim, uma base de dados do município.

A base de dados necessária para a aplicação da metodologia do CPRM/SGB (2018) compreende todas as informações relevantes para o mapeamento do município, sendo a base cartográfica e o histórico dos movimentos de massa, os principais dados necessários.

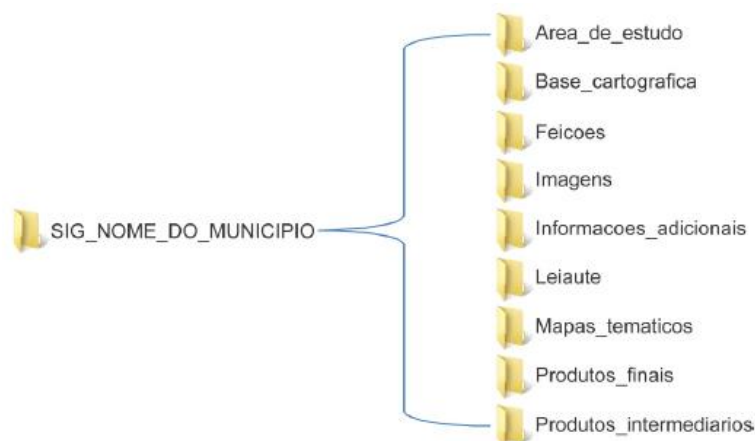
A base cartográfica do município pode ser obtida a partir de consulta aos órgãos gestores municipais e secretarias de planejamento e deve compreender obrigatoriamente curvas de nível e drenagem, sendo ambas as informações obtidas por meio do Modelo Digital de Elevação (MDE) ou do levantamento topográfico. O histórico de movimentos de massa é obtido junto à Defesa Civil Municipal ou ainda em estudos realizados por universidades. A partir desses dados são definidas as áreas prioritárias e elaborados os mapas de perigo e risco.

Dados opcionais para a elaboração dos mapas são a Carta de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa do município, a malha urbana, o plano diretor, a carta geotécnica e imagens de satélite.

#### 3.2.1. ORGANIZAÇÃO DO SIG

A primeira etapa da elaboração dos mapas de risco é a organização do SIG, feita a partir da criação de pastas (Figura 19) onde serão armazenados dados obtidos de diversas fontes, sendo essa etapa fundamental para um melhor controle das informações coletadas.

Figura 19 – Organização do SIG.

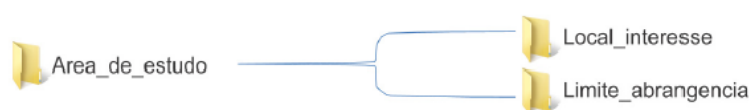


Fonte: CPRM/SGB (2018).

Os dados armazenados são do tipo *shapefile*, um formato de arquivo que contém dados geoespaciais na forma vetorial, utilizado em SIGs, e que descreve a geometria do dado armazenado (pontos, linhas ou polígonos).

A primeira pasta, denominada “Area\_de\_estudo” é dividida nas subpastas “Local\_interesse” e “Limite\_abrangencia” (Figura 20).

Figura 20 – Organização da pasta Area\_de\_estudo



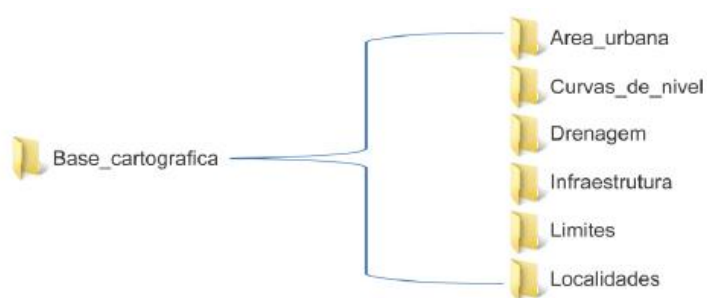
Fonte: CPRM/SGB (2018)

A subpasta “Local\_interesse” contém a delimitação das áreas de risco, ou seja, as regiões que são diretamente atingidas com a ocorrência de movimentos de massa, onde geralmente estão assentadas as residências. A subpasta “Limite\_abrangencia” contém a delimitação dos limites de abrangência, definidos a partir de critérios topográficos estabelecidos na metodologia de classificação de risco do CPRM/SGB (2018), os quais contemplam a delimitação dos locais de interesse.

Tendo em vista que foram utilizados os resultados de Lamberty e Mendonça (2019), os quais foram obtidos a partir do emprego da metodologia do IPT (2007), e que a aplicação da metodologia do CPRM/SGB (2018) neste trabalho é limitada à criação de um banco de dados e à elaboração de cartas de risco, na pasta “Limite\_abrangencia” não foi inserido nenhum arquivo.

A pasta “Base\_cartografica” é dividida nas subpastas “Area\_urbana”, “Curvas\_de\_nivel”, “Drenagem”, “Infraestrutura”, “Limites” e “Localidades” (Figura 21).

Figura 21 – Organização da pasta Base\_cartografica



Fonte: CPRM/SGB (2018)

A subpasta “Area\_urbana” contém “informações referentes às áreas urbanizadas e edificadas do município” (CPRM/SGB, 2018, pg. 98) e a subpasta “Curvas\_de\_nivel” contém os arquivos *shapefile* das curvas de nível do município obtidas por meio de Modelo Digital de Elevação (MDE) ou de levantamento topográfico, sendo requerido um espaçamento mínimo de 5 metros entre as curvas de nível.

A subpasta “Drenagem” contém os arquivos *shapefile* da rede de drenagem do município, representando, obrigatoriamente, os cursos d’água perenes ou intermitentes, e, opcionalmente, as redes de drenagem onde ocorre concentração de água durante as chuvas. Esse último arquivo é requerido apenas nos casos em que houver barramentos, lagos, lagoas e cursos d’água na área de estudo.

A subpasta “Infraestrutura” contém a malha rodoviária e ferroviária do município. A subpasta “Limites” contém as delimitações territoriais do estado e do município. E a subpasta “Localidades” contém a localização de escolas, hospitais, praças, dentre outros serviços públicos disponíveis na área de estudo.



No leiaute proposto pelo CPRM/SGB (2018) são informações essenciais: o título do mapa; a identificação dos setores representados, do município e do estado em que estão localizados esses setores; mês e ano de conclusão do mapeamento; quantidade de edificações em risco por setor; processo verificado em cada setor (movimento de massa, inundações, entre outros); quadro legenda referente a classificação de risco; legenda dos demais elementos constantes na carta (curvas de nível, drenagem, rodovias, entre outros); convenções cartográficas (escala, grade de coordenadas); nota contendo informações acerca dos mapas elaborados.

No leiaute das cartas elaborado neste trabalho constam: o título do mapa; a identificação dos setores representados, do município e do bairro em que estão localizados esses setores; mês e ano de elaboração dos mapas; quantidade de edificações em risco por setor; processo verificado em cada setor (movimento de massa, inundações, entre outros); legenda referente a classificação de risco e demais elementos constantes na carta (curvas de nível, drenagem, rodovias, entre outros); convenções cartográficas (escala, grade de coordenadas, rosa dos ventos); nota contendo informações acerca dos mapas elaborados.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1. PERFIL DOS SETORES DE ALTO E MUITO ALTO RISCO EM JOÃO PESSOA-PB

A partir dos dados obtidos no mapeamento realizado por Lamberty e Mendonça (2019), foi possível realizar a caracterização dos setores de alto e muito risco de João Pessoa-PB.

#### 4.1.1. SETORES DE ALTO RISCO

No mapeamento realizado por Lamberty e Mendonça (2019) foram identificados 29 setores de alto risco em João Pessoa-PB. Foram verificados nesses setores: execução de cortes e aterros para conformação de lotes, presença de bananeiras e árvores de grande porte, ausência de dispositivos para drenagem pluvial, ausência de sistemas de esgotamento sanitário, presença de sistemas de fossa e filtro para esgotamento sanitário, descarte irregular de resíduos, lançamento de águas servidas, vazamento em tubulações, árvores inclinadas, histórico ou potencial de ocorrência de deslizamentos, presença de feições erosivas e muros embarrigados.

A execução de cortes e aterros foi mencionada em 89,7% dos setores de alto risco, sendo que em 13,8% foi verificada apenas a execução de aterros, em 37,9% foi verificada apenas a execução de cortes e em 37,9% desses setores foi verificada a execução de cortes e aterros.

A presença de bananeiras e/ou árvores de grande porte foi mencionada em apenas 13,8% dos setores de alto risco. Na Figura 23 verifica-se a presença de bananeiras nos setores de risco SR 01 e SR 11.

Figura 23 – Presença de bananeiras e árvores de grande porte nos setores de alto risco SR 02, localizado no bairro das Trincheiras, e SR 11, localizado no bairro de Oitizeiro.



Fonte: Lamberty e Mendonça (2019).



A ausência de dispositivos para drenagem de águas pluviais foi mencionada em 72,4% dos setores analisados. Apenas dois setores de alto risco (6,9%) possuem dispositivos para drenagem de águas pluviais, tendo sido atestada a ineficiência desses dispositivos em um desses setores.

A ausência de sistemas de esgotamento sanitário e a presença de sistemas de fossa e filtro para esgotamento sanitário foi mencionada em apenas 05 (17,2%) dos setores de alto risco, tendo sido verificado esgoto à céu aberto em um dos setores em que foi atestada a ausência de sistemas de esgotamento sanitário.

O descarte irregular de resíduos foi verificado em 27,1% dos setores de alto risco (Figuras 24 e 25), não tendo sido mencionada nenhuma informação sobre esse aspecto nos demais 72,9% dos setores.

Figura 24 – Descarte irregular de resíduos nos setores de alto risco SR 02, localizado no bairro das Trincheiras, e SR 21, localizado no bairro do Varjão.



Fonte: Lamberty e Mendonça (2019).

Figura 25 – Descarte irregular de resíduos nos setores de alto risco SR 31, localizado no bairro de Mangabeira, e SR 32, localizado no bairro de Paratibe.



Fonte: Lamberty e Mendonça (2019).

O lançamento de águas servidas foi mencionado em 34,5% dos setores de alto risco (Figuras 26 e 27).

Figura 26 – Lançamento de águas servidas nos setores de alto risco SR 11, localizado no bairro de Oitizeiro, e SR 05, localizado no bairro Ilha do Bispo.



Fonte: Lamberty e Mendonça (2019).

Figura 27 – Lançamento de águas servidas nos setores de alto risco SR 14, localizado no bairro de Cruz das Armas, e SR 16, localizado no bairro do Cristo Redentor.



Fonte: Lamberty e Mendonça (2019).

Em apenas um setor de alto risco foi verificada a presença de vazamentos.

A presença de árvores inclinadas ou de deformações na vegetação foi mencionada apenas em cinco setores de alto risco (17,2%).

A ocorrência de deslizamentos foi verificada em 82,8% dos setores de alto risco e o potencial para a ocorrência de deslizamentos futuros foi atestada nos demais 17,2%.

A presença de feições erosivas foi verificada em 44,8% dos setores de alto risco.

Muros embarrigados foram verificados apenas em dois setores de alto risco (6,9%).

Em nenhum dos setores de alto risco foi mencionada a ocorrência de danos estruturais em residências e de trincas de cisalhamento no solo.

#### 4.1.2. SETORES DE MUITO ALTO RISCO

Foram identificados 19 setores de muito alto risco na cidade de João Pessoa. Foram verificados nesses setores: execução de cortes e aterros para conformação de lotes, ausência de dispositivos para drenagem pluvial, ausência de sistemas de esgotamento sanitário, descarte irregular de resíduos, lançamento de águas servidas, histórico de ocorrência de deslizamentos, presença de feições erosivas, danos estruturais em residências e trincas de cisalhamento no solo.

A execução de cortes e aterros para conformação de lotes foi mencionada em 89,5% dos setores de muito alto risco, sendo que em 68,4% desses setores foi verificada a execução apenas



de cortes, em 5,3% foi verificada a execução apenas de aterro e em 15,8% foi verificada a execução de cortes e aterros.

A ausência de sistemas de esgotamento sanitário foi mencionada apenas em quatro setores de muito alto risco, porém em um outro setor foi verificado esgoto à céu aberto e em outro setor foi mencionada a existência de esgotamento sanitário de forma ineficiente.

A ausência de dispositivos de drenagem foi verificada em 63,2% dos setores e em um outro setor de muito alto risco foi verificada a presença desses dispositivos, porém sem manutenção (Figura 28).

Figura 28 – Escadaria hidráulica no setor de muito alto risco SR 23, localizado no bairro do Varjão.



Fonte: Lamberty e Mendonça (2019).

O descarte irregular de resíduos foi verificado em 31,6% dos setores (Figuras 29 e 30).

Figura 29 – Descarte irregular de resíduos nos setores de muito alto risco SR 43, localizado no bairro de Mandacaru, e SR 44, localizado no bairro de Tambiá.



Fonte: Lamberty e Mendonça (2019).

Figura 30 – Descarte irregular de resíduos nos setores de muito alto risco SR 44, localizado no bairro de Tambiá, e SR 46, localizado no bairro do Roger.



Fonte: Lamberty e Mendonça (2019).

O lançamento de águas servidas foi verificado em 42,1% dos setores. As Figuras 31 e 32 apresentam o lançamento de águas servidas nos setores de risco SR 23, SR 29, SR 36 e SR 45.

Figura 31 – Lançamento de águas servidas nos setores de muito alto risco SR 23, localizado no bairro do Varjão, e SR 29, localizado no bairro de Valentina.



Fonte: Lamberty e Mendonça (2019).



Figura 32 – Lançamento de águas servidas nos setores de muito alto risco SR 36, localizado no bairro de Miramar, e SR 45, localizado no bairro do Roger.



Fonte: Lamberty e Mendonça (2019).

O histórico de deslizamentos foi mencionado em 94,7% dos setores de muito alto risco.

A presença de feições erosivas foi verificada em 26,3% dos setores (Figuras 33 e 34).

Figura 33 – Presença de feições erosivas nos setores de muito alto risco SR 05, localizado no bairro Ilha do Bispo, e SR 07, localizado no bairro Alto do Mateus.



Fonte: Lamberty e Mendonça (2019).

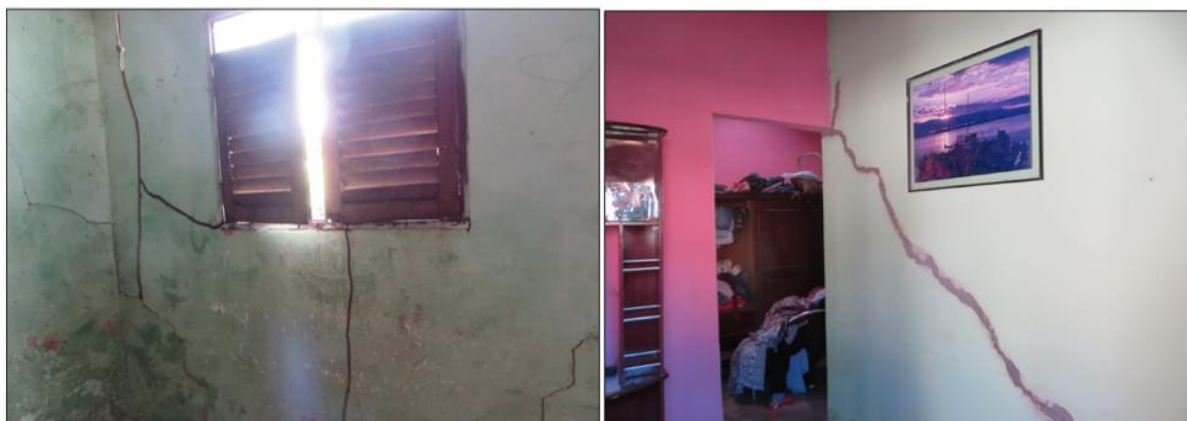
Figura 34 – Presença de feições erosivas no setor de muito alto risco SR 28, localizado no bairro de Valentina.



Fonte: Lamberty e Mendonça (2019).

Em três setores de muito alto risco (15,8%) foram verificados danos estruturais em residências e em um outro setor as residências foram retiradas. As Figuras 35 e 36 apresentam danos estruturais em residências nos setores de risco SR 10 e SR 29.

Figura 35 – Danos estruturais em residências nos setores de muito alto risco SR 10, localizado no bairro de Oitizeiro, e SR 29, localizado no bairro de Valentina.



Fonte: Lamberty e Mendonça (2019).



Figura 36 – Danos estruturais em residências no setor de muito alto risco SR 29, localizado no bairro de Valentina.



Fonte: Lamberty e Mendonça (2019).

Em um setor de muito alto risco (5,3%) foi verificada a presença de trincas de cisalhamento no solo (Figura 37).

Figura 37 – Trinca de cisalhamento no solo no setor de muito alto risco SR 42, localizado no bairro São José.



Fonte: Lamberty e Mendonça (2019).

#### 4.2. CLASSIFICAÇÃO DE RISCO

A partir dos mapas e relatórios elaborados por Lamberty e Mendonça (2019), foi possível identificar os aspectos contidos na metodologia de Soares e Pereira (2017). Os agentes potencializadores, os sinais de instabilidade, a vulnerabilidade das edificações, os fatores atenuantes e os fatores agravantes foram identificados na descrição e nas imagens contidas nos mapas de setorização, e a relação altura/afastamento foi estimada a partir dessas últimas. Os resultados obtidos encontram-se no Apêndice B.



Após a realização da classificação de risco pela metodologia de Soares e Pereira (2017) verificou-se que cerca de 56,2% dos resultados obtidos foram diferentes da classificação de Lamberty e Mendonça (2019), tendo sido classificados apenas dois setores com risco alto e dois com risco médio, enquanto todos os demais foram enquadrados no risco muito alto.

Apesar dessa diferença, os resultados obtidos a partir da aplicação da metodologia de Soares e Pereira (2017) revelam a subjetividade do método empregado por Lamberty e Mendonça (2019), demonstrada a partir da classificação de risco diferente conferida a setores que obtiveram a mesma pontuação quando classificados pela metodologia de Soares e Pereira (2017). Um exemplo disso são os setores de risco 06 e 45 que obtiveram um somatório de 9 pontos, sendo classificados como alto e muito alto, respectivamente, por Lamberty e Mendonça (2019).

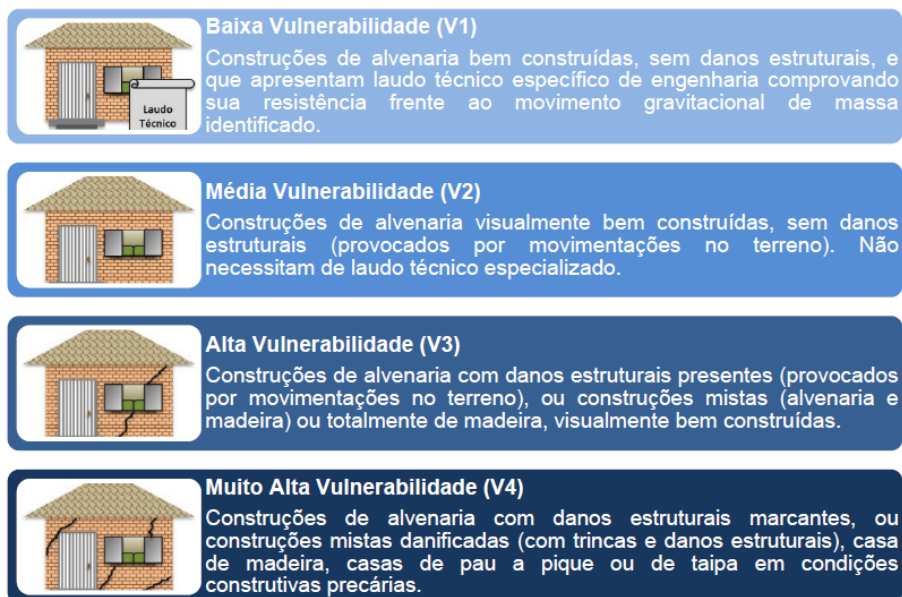
Tendo em vista que o CPRM/SGB é o órgão responsável pelo mapeamento de risco de movimentos de massa e inundações em todo o Brasil e com o intuito de validar a metodologia de Soares e Pereira (2017), a partir da classificação de risco de Lamberty e Mendonça (2019), foram realizadas algumas modificações nos pesos adotados por Soares e Pereira (2017).

A primeira modificação realizada na metodologia de Soares e Pereira (2017), foi a atribuição de novos pesos e classificações à vulnerabilidade das edificações. No mapeamento realizado por Lamberty e Mendonça (2019), a vulnerabilidade das edificações é classificada em média ou alta, porém a metodologia de Soares e Pereira (2017) contempla apenas as classes de vulnerabilidade baixa e alta. Dessa forma, na aplicação da metodologia de Soares e Pereira (2017), nos setores em que a vulnerabilidade das edificações foi classificada como média, foi atribuída a pontuação referente à classe baixa.

Baseando-se na classificação de vulnerabilidade proposta pelo CPRM/SGB (2018), foi elaborada uma nova escala de vulnerabilidade das edificações, contemplando agora quatro classes: baixa, média, alta e muito alta. Na metodologia desenvolvida pelo CPRM/SGB (2018), a classificação da vulnerabilidade das edificações, sejam elas residenciais, comerciais ou industriais, é feita a partir do material de construção empregado e da existência de feições de instabilidade (Figura 38). Nessa metodologia, as edificações somente recebem classificação de vulnerabilidade baixa caso seja apresentado laudo técnico, assinado por profissional de engenharia certificado, que comprove a estabilidade das construções quando da ocorrência de movimentos de massa recorrentes na área de risco. Dessa forma, na ausência de laudo técnico que comprove essa condição, deve ser considerado risco médio.

Segundo CPRM/SGB (2018), a depender do tipo de movimento de massa, as edificações, isoladamente ou em conjunto, podem oferecer alguma resistência a propagação do movimento, como é o caso de deslizamentos dos tipos planar e rotacional. Porém, quando da ocorrência de movimentos de massa dos tipos fluxo de detritos e queda de blocos, devido ao alto potencial destrutivo, deve ser desconsiderada a resistência das edificações atingidas.

Figura 38 – Classes de vulnerabilidade das edificações em áreas de risco.



Fonte: CPRM/SGB (2018).

Além da modificação nas classes de vulnerabilidade, foi realizada uma alteração na escala de risco de Soares e Pereira (2017), tornando-a uma escala fechada e sem intervalos de classificação indefinidos.

Tabela 03 – Escala de classificação de risco de Soares e Pereira (2017) modificada.

| Somatório                       | Nível de Risco |
|---------------------------------|----------------|
| 0 pontos $\leq$ Soma < 2 pontos | Sem Risco      |
| 2 pontos $\leq$ Soma < 4 pontos | Baixo          |
| 4 pontos $\leq$ Soma < 6 pontos | Médio          |
| 6 pontos $\leq$ Soma < 8 pontos | Alto           |
| Soma $\geq$ 8 pontos            | Muito Alto     |

Aplicando-se a metodologia de Soares e Pereira (2017) com as modificações propostas, foram obtidos os resultados apresentados no Apêndice C, em que é possível verificar ainda uma diferença de 50,0% da classificação de risco de Lamberty e Mendonça (2019).

A partir da caracterização do perfil dos setores de alto e muito alto risco de João Pessoa-PB verificou-se que em ambos os setores há a presença de agentes potencializadores e que danos estruturais em residências e trincas de cisalhamento no solo foram identificados apenas em alguns setores de muito alto risco. Dessa forma, é possível concluir que os sinais de instabilidade exercem uma influência maior na classificação do risco dos setores do que os agentes potencializadores.

Sendo assim, a segunda adaptação proposta na metodologia de Soares e Pereira (2017) foi a redução dos pesos atribuídos à presença de agentes potencializadores, mantendo-se as pontuações originais designadas aos sinais de instabilidade. Dessa forma, a ausência de agentes potencializadores passou a resultar na soma de 0,5 ponto e a presença à 1,0 ponto.

Tabela 04 – Escala de classificação de risco de Soares e Pereira (2017) após a segunda modificação.

| <b>Parâmetro</b>                         | <b>Condição</b>             | <b>Peso</b>  |
|------------------------------------------|-----------------------------|--------------|
| <b>Agentes Potencializadores (AG)</b>    | Sem AG                      | + 0,5 ponto  |
|                                          | Com AG                      | + 1 ponto    |
| <b>Sinais de Instabilidade (SI)</b>      | Sem SI                      | + 1 ponto    |
|                                          | Com SI                      | + 2 pontos   |
| <b>Vulnerabilidade da Edificação (V)</b> | Baixa                       | + 0,5 ponto  |
|                                          | Média                       | + 1 pontos   |
|                                          | Alta                        | + 1,5 pontos |
|                                          | Muito Alta                  | + 2 pontos   |
| <b>Relação Altura/Afastamento</b>        | 1/1                         | + 1 ponto    |
|                                          | 2/1                         | + 2 pontos   |
|                                          | 3/1 ou mais                 | + 3 pontos   |
| <b>Fatores Atenuantes</b>                | Obra sem qualidade atestada | - 1 ponto    |
|                                          | Obra que minimizou o risco  | - 2 pontos   |
|                                          | Obra que eliminou o risco   | - 3 pontos   |
| <b>Fatores Agravantes</b>                | Talude estável              | - 1 ponto    |

Aplicando-se a metodologia de Soares e Pereira (2017) com as modificações propostas, foram obtidos os resultados apresentados no Apêndice C, em que é possível verificar uma diferença de 27,1% da classificação de risco de Lamberty e Mendonça (2019). Tendo em vista que houve a redução do risco na classificação de alguns setores com a adaptação da metodologia de Soares e Pereira (2017) e que novas alterações implicariam no aumento da quantidade de setores classificados com risco mais baixo que o atribuído por Lamberty e Mendonça (2019), não foram realizadas outras adaptações.

#### 4.3. MAPAS DE RISCO

Os mapas de risco foram elaborados no Sistema de Informação Geográfica de código aberto QGIS versão 3.10. O QGIS é um *software* livre e gratuito; disponível para os sistemas operacionais mais utilizados no mundo; pode ser instalado em dispositivos móveis, a exemplo dos *tablets*, o que facilita a execução de trabalhos de campo; está em constante desenvolvimento e tem sido empregado em diversos tipos de pesquisa.

A base de dados necessária à criação dos mapas foi desenvolvida por meio da coleta de informações em alguns órgãos municipais e federais. A Diretoria de Geoprocessamento e Cadastro de João Pessoa disponibiliza em um endereço eletrônico os arquivos *shapefile* do município. Dessa forma, foram obtidos neste endereço a delimitação territorial do município, dos bairros e das quadras que o compõem; a rede de drenagem principal, composta pelos rios que cortam o município; e a localização das escolas e praças.

Tendo em vista que as áreas de risco analisadas se encontram inseridas no município de João Pessoa, a delimitação do município foi considerada coincidente com a área de estudo. A delimitação territorial do estado da Paraíba foi obtida na base de dados do IBGE. Os locais de interesse foram delimitados com base na setorização do município de João Pessoa-PB realizada por Lamberty e Mendonça (2019). Na elaboração dos mapas de risco, os setores de risco analisados foram agrupados segundo a delimitação do bairro em que se encontravam.

Foram consideradas como localidades, as escolas do município, tendo em vista que esses locais são utilizados como abrigos em situações de emergência e compreendem o principal público alvo da educação ambiental das comunidades de risco.

As curvas de nível foram obtidas a partir do Modelo Digital de Elevação do município de João Pessoa disponibilizado no Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil (TOPODATA) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

A infraestrutura rodoviária do município foi obtida no site do Ministério da Infraestrutura, que disponibiliza a base georreferenciada de rodovias, ferrovias, hidrovias, portos, aeroportos e dutovias do Brasil em formato *shapefile* e KMZ (Google Earth).

A partir da coleta de dados para a elaboração dos mapas de risco de João Pessoa, verificou-se que o município ainda apresenta uma base de dados deficitária, não possuindo Carta de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa, Carta de Aptidão à Urbanização ou Carta Geotécnica.

Na Tabela 05 é apresentado um resumo das informações coletadas junto aos órgãos municipais e federais para a elaboração dos mapas de risco apresentados no Apêndice D.

Tabela 05 – Resumo das fontes de dados utilizadas na elaboração dos mapas de risco.

| <b>Dado</b>              | <b>Fonte</b>                                                                                                                                                                                                                                      | <b>Observações</b>                      |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| <b>Base Cartográfica</b> |                                                                                                                                                                                                                                                   |                                         |
| Curvas de Nível          | <a href="http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata/">http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata/</a>                                                                                                                                                 | Extraídas do Modelo Digital de Elevação |
| Área Urbana              | <a href="http://geo.joaopessoa.pb.gov.br/digeoc/htmls/downloads.html">http://geo.joaopessoa.pb.gov.br/digeoc/htmls/downloads.html</a>                                                                                                             | Delimitação dos Bairros de João Pessoa  |
| Drenagem                 | <a href="http://geo.joaopessoa.pb.gov.br/digeoc/htmls/downloads.html">http://geo.joaopessoa.pb.gov.br/digeoc/htmls/downloads.html</a>                                                                                                             | Rios                                    |
| Infraestrutura           | <a href="http://www.infraestrutura.gov.br/component/content/article.html?id=5124">http://www.infraestrutura.gov.br/component/content/article.html?id=5124</a>                                                                                     | Rodovias                                |
| Limite Estadual          | <a href="ftp://geofpt.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/malhas_territoriais/malhas_municipais/municipio_2015/Brasil/BR">ftp://geofpt.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/malhas_territoriais/malhas_municipais/municipio_2015/Brasil/BR</a> |                                         |
| Limite Municipal         | <a href="http://geo.joaopessoa.pb.gov.br/digeoc/htmls/downloads.html">http://geo.joaopessoa.pb.gov.br/digeoc/htmls/downloads.html</a>                                                                                                             |                                         |
| Localidades              | <a href="http://geo.joaopessoa.pb.gov.br/digeoc/htmls/downloads.html">http://geo.joaopessoa.pb.gov.br/digeoc/htmls/downloads.html</a>                                                                                                             | Escolas                                 |

|                               |                                                                                                                                       |                                      |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Delimitação da Área de Estudo | <a href="http://geo.joaopessoa.pb.gov.br/digeoc/htmls/downloads.html">http://geo.joaopessoa.pb.gov.br/digeoc/htmls/downloads.html</a> | Delimitação dos Bairros do Município |
| Locais de Interesse           | -                                                                                                                                     | Delimitados no QGIS                  |

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os resultados obtidos neste trabalho possibilitaram o conhecimento do risco de movimentos de massa do município de João Pessoa-PB. Os mapas gerados podem e devem ser utilizados como base para elaboração de estratégias de gestão de risco nos setores identificados, constituindo um importante instrumento do planejamento urbano ao indicar áreas prioritárias para a execução de medidas estruturais e não-estruturais.

A revisão dos setores de alto e muito alto risco de João Pessoa-PB, realizada por Lamberty e Mendonça (2019), revelou que houve um aumento na quantidade de setores de risco de deslizamento no município, que em 2013 eram 15 e passaram para 49 em 2019; e que em nenhum dos 15 setores com risco de deslizamento mapeados no ano de 2013 foram realizadas ações para minimizar ou reduzir o risco desses locais, indicando que desde a criação da lei 12.608/2012, a única medida tomada pelo município foi o mapeamento dessas áreas.

A partir da setorização realizada por Lamberty e Mendonça (2019), foi possível traçar o perfil dos setores de alto e muito alto risco do município. Foram identificados 49 setores, sendo 59,2% de alto risco e 38,8% muito alto risco a movimentos de massa em João Pessoa. Nesses setores foram identificados a execução de cortes e aterros para conformação de lotes; presença de bananeiras e árvores de grande porte; ausência de dispositivos para drenagem de águas pluviais, ou quando presentes, de forma ineficiente; ausência de sistemas de esgotamento sanitário; presença de sistemas de fossa e filtro para esgotamento sanitário; descarte irregular de resíduos; lançamento de águas servidas; presença de árvores inclinadas ou de deformações na vegetação; ocorrência de deslizamentos ou potencial de ocorrência; presença de feições erosivas; muros embarrigados; danos estruturais em residências; e trincas de cisalhamento no solo, sendo esses dois últimos aspectos verificados apenas nos setores de risco muito alto, indicando a relevância dos sinais de instabilização na determinação do grau de risco.

Verifica-se a necessidade de intervenções estruturais e não-estruturais nos setores identificados, visto que as situações de risco são potencializadas a partir da interação da população com o meio em que vive. A ausência de sistemas de esgotamento sanitário e de drenagem de águas pluviais nesses setores, revela a importância do saneamento ambiental na redução de fatores antrópicos associados, como a construção de fossas sépticas e o lançamento de águas servidas e esgoto.



A ausência de informações acerca dos parâmetros geotécnicos dos solos presentes nas áreas de risco, principalmente nas regiões com histórico de ocorrência de movimentos de massa, indica a necessidade de maior conhecimento desses parâmetros, sendo essas informações fundamentais para a execução de medidas estruturais e para a determinação do grau de risco desses setores. Ressalta-se que, apesar dos fatores geotécnicos não serem considerados na maioria das metodologias de classificação de risco, o conhecimento desses parâmetros, bem como da estabilidade das encostas ocupadas, auxilia na execução de intervenções de ordem preventiva nas áreas adjacentes aos setores de risco, e corretivas nas áreas onde já foi identificado o risco.

Comparando-se as classificações de risco obtidas por Lamberty e Mendonça (2019) e a partir da aplicação da metodologia quali-quantitativa de Soares e Pereira (2017), verificou-se uma diferença de 56,2%. Tal diferença não invalida a metodologia de Soares e Pereira (2017), demonstrando a subjetividade da metodologia empregada por Lamberty e Mendonça (2019). Tendo em vista que o CPRM/SGB é o órgão oficial brasileiro responsável pelo mapeamento de risco das cidades incluídas no cadastro de municípios com histórico de ocorrência de movimentos de massa e inundação, foram propostas algumas modificações nos pesos atribuídos por Soares e Pereira (2017) aos parâmetros vulnerabilidade das edificações e agentes potencializadores, resultando em uma diferença de 27,1% entre as classificações de risco comparadas.

O uso de geotecnologias constitui um recurso tecnológico visual importante na apresentação dos mapas para a população que convive com o risco e possibilita a visualização, ainda que limitada à precisão das imagens de satélite, de locais que nem sempre são acessíveis aos técnicos da defesa civil por questões associadas a violência urbana.

A partir dos resultados obtidos, verifica-se que os objetivos estipulados inicialmente foram cumpridos. Como sugestão para a realização de novas pesquisas, recomenda-se a aplicação integral da metodologia de mapeamento de risco do CPRM/SGGB (2018), contemplando análises de perigo e risco por meio da determinação de áreas críticas e de dispersão, e comparação com os resultados obtidos neste trabalho; realização de ensaios laboratoriais e de campo para a caracterização geotécnica dos solos presentes nas áreas de risco de João Pessoa, bem como a espacialização dos resultados obtidos em SIG; e a realização de análises de estabilidade das encostas dos setores alto e muito risco de João Pessoa.

## 6. REFERÊNCIAS

ALFRADIQUE, Christine de Oliveira Silva. **Planos Municipais de Redução de Risco: Uma Análise de Conteúdos e Metodologias Aplicadas no Brasil**. 2019. Projeto de Graduação (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10027220.pdf>. Acesso em: 12 de outubro de 2019.

ALHEIROS, M. M.; SOUZA, M. A. M.; BITOUN, J.; MEDEIROS, S. M. G. M.; AMORIM JÚNIOR, W. M. **Guia de Ocupação dos Morros** – Região Metropolitana do Recife. Recife, 2003. Disponível em: [http://www2.condepefidem.pe.gov.br/c/document\\_library/get\\_file?uuid=f4baabcc-544b-4b03-83a5-0457920ff56f&groupId=19941](http://www2.condepefidem.pe.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=f4baabcc-544b-4b03-83a5-0457920ff56f&groupId=19941). Acesso em: 07 de março de 2020.

BEZERRA, Láddyla Thuanny Vital. **Mapeamento de Risco e Análise de Estabilidade de Movimentos de Massa na Comunidade São José do Jacó, Natal/RN**. 2019. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019. Disponível em: [https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/27676/1/Mapeamentoriscoan%c3%a1lise\\_Bezerra\\_2019.pdf](https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/27676/1/Mapeamentoriscoan%c3%a1lise_Bezerra_2019.pdf). Acesso em: 24 de janeiro de 2020.

BRASIL. **Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001**. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Brasília, 10 jul. 2001.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Prevenção de Riscos de Deslizamento em Encostas: Guia para Elaboração de Políticas Municipais**. Brasília: Ministério das Cidades, 2006. Disponível em: <http://planodiretor.mprs.mp.br/arquivos/prevencaoriscos.pdf>. Acesso em: 25 de fevereiro de 2020.

BRASIL. **Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012**. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil - CONPDEC; autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres; altera as Leis nºs 12.340, de 1º de dezembro de 2010, 10.257, de 10 de julho de 2001, 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.239, de 4 de outubro de 1991, e 9.394, de 20 de dezembro de 1996; e dá outras providências. Brasília, 10 abr. 2012.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil. Departamento de Minimização de Desastres. **Módulo de Formação - Resposta: Gestão de Desastres, Decretação e Reconhecimento Federal e Gestão de Recursos Federais em Proteção e Defesa Civil – Livro Base**. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2017. Disponível em: <https://www.undp.org/content/dam/brazil/docs/publicacoes/paz/resposta-livro-base.pdf>. Acesso em: 23 de fevereiro de 2020.

CAPUTO, Homero Pinto. **Mecânica dos Solos e Suas Aplicações: Fundamentos** – Volume 1. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1988.

CARVALHO, Marina Batista. **Mapeamento das Suscetibilidades a Inundações e Movimentos de Massa Usando SIG no Município de Itajubá, MG**. 2018. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2018. Disponível em:

[https://repositorio.unifei.edu.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/1702/dissertacao\\_2018129.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unifei.edu.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/1702/dissertacao_2018129.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Acesso em: 19 de fevereiro de 2020.

CEPED UFSC, Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres da Universidade Federal de Santa Catarina. **Atlas Brasileiro de Desastres Naturais: 1991 a 2012**. Florianópolis: CEPED UFSC, 2013. Disponível em: <https://s2id.mi.gov.br/paginas/atlas/index.xhtml;jsessionid=Vh9Je-4ki4YOf2bs7l-G02Rn>. Acesso em: 15 de fevereiro de 2020.

CONFERÊNCIA de Sendai adota novo marco para reduzir riscos de desastres naturais no mundo. **ONU Brasil**, [S.l:s.n], 19 março 2015. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/conferencia-de-sendai-adota-novo-marco-para-reduzir-riscos-de-desastres-naturais-no-mundo/>. Acesso em: 01 de fevereiro de 2020.

CPRM, Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. SGB, Serviço Geológico do Brasil. Projeto GIDES, Projeto de Fortalecimento da Estratégia Nacional de Gestão Integrada de Desastres Naturais. **Manual de Mapeamento de Perigo e Risco a Movimentos Gravitacionais de Massa – Projeto de Fortalecimento da Estratégia Nacional de Gestão Integrada de Desastres Naturais – Projeto GIDES**. Rio de Janeiro: CPRM/SGB, 2018. Disponível em: [https://www.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosDefesaCivil/ArquivosPDF/Volume1-ManualTecnicoParaMapeamentodePerigoeRiscoaMovimentos\\_CPRM.pdf](https://www.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosDefesaCivil/ArquivosPDF/Volume1-ManualTecnicoParaMapeamentodePerigoeRiscoaMovimentos_CPRM.pdf). Acesso em: 28 de setembro de 2019.

CPRM, Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. SGB, Serviço Geológico do Brasil. **Ação Emergencial para Delimitação de Áreas em Alto e Muito Alto Risco a Enchentes e Movimentos de Massa**. João Pessoa: CPRM/SGB, 2013. Disponível: <http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/19738.1>. Acesso em: 11 de janeiro de 2020.

CRED, Centre for Research on the Epidemiology of Disasters; UNISDR, The United Nations Office for Disaster Risk Reduction. **Poverty & Death: Disaster Mortality 1996–2015**. [S.l]: 2016. Disponível em: <https://www.cred.be/publications?page=1>. Acesso em: 29 de janeiro de 2020.

FREITAS, Raíssa Rattes Lima. **Mapeamento de Risco a Movimentos de Massa e Inundação em Áreas Urbanas do Município de Moreno - PE**. 2016. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2016. Disponível em: [https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/23574/1/RA%c3%8dSSA%20RATTES\\_DISERTA%c3%87%c3%83O.pdf](https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/23574/1/RA%c3%8dSSA%20RATTES_DISERTA%c3%87%c3%83O.pdf). Acesso em: 24 de janeiro de 2020.

GERSCOVICH, Denise Maria Soares. **Estabilidade de Taludes**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2016.

HENRIQUE, Hugo Manoel. **Mapa de Risco a Deslizamento e Erosão do Bairro de Rurópolis, Município do Ipojuca - PE**. 2014. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/14235/1/MAPA%20DE%20RISCO%20DES LIZAMENTO%20RUR%c3%93POLIS%20IPOJUCA.pdf>. Acesso em: 24 de janeiro de 2020.

HIGHLAND, L. M.; BOBROWSKY, P. **The Landslide Handbook – A Guide to Understanding Landslides**. Reston, Virginia: U.S. Geological Survey Circular, 2008.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **População em Áreas de Risco no Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2018. Disponível em:

<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101589.pdf>. Acesso em: 01 de fevereiro de 2020.

LEVANTAMENTO do IPT de mortes causadas por deslizamentos é tema de reportagem no UOL e Jornal Nacional. **Instituto de Pesquisas Tecnológicas**, [S.l.], 01 fevereiro 2017. Disponível em: [http://www.ipt.br/noticias\\_interna.php?id\\_noticia=1190](http://www.ipt.br/noticias_interna.php?id_noticia=1190). Acesso em: 01 de fevereiro de 2020.

IPT, Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios**. Brasília: IPT, 2007.

LAMBERTY, D.; MENDONÇA, R. R. **Setorização de Áreas em Alto e Muito Alto Risco a Movimentos de Massa, Enchentes e Inundações**. 2019. Disponível em: <http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/19738>. Acesso em: 11 de janeiro de 2020.

MANTOVANI, Bárbara. **Mapeamento de Risco a Movimentos de Massa e Inundação em Áreas Urbanas do Município de Camaragibe**. 2016. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/17957/1/Disserta%c3%a7%c3%a3o%20B%c3%a1rbara%20Mantovani.compressed.pdf>. Acesso em: 24 de janeiro de 2020.

MENDES JÚNIOR, Francisco Émerson Braga. **Utilização do Capim Vetiver Como Solução da Bioengenharia para o Controle da Erosão de Mata Redonda**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2019. Disponível em: [http://ct.ufpb.br/ccec/contents/documentos/tccs/copy\\_of\\_2018.2/utilizacao-do-capim-vetiver-como-solucao-da-bioengenharia-para-o-controle-da-erosao-de-mata-redonda.pdf](http://ct.ufpb.br/ccec/contents/documentos/tccs/copy_of_2018.2/utilizacao-do-capim-vetiver-como-solucao-da-bioengenharia-para-o-controle-da-erosao-de-mata-redonda.pdf). Acesso em: 28 de setembro de 2019.

NATAL. Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo. **Plano Municipal de Redução de Riscos do Município de Natal: Relatório Final – Volume 1**. Natal: Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo, 2008. Disponível em: [https://natal.rn.gov.br/semurb/paginas/File/Publicacoes/reducao\\_riscos/Vol\\_1\\_-\\_REL\\_AREAS\\_RISCO\\_-\\_Final.pdf](https://natal.rn.gov.br/semurb/paginas/File/Publicacoes/reducao_riscos/Vol_1_-_REL_AREAS_RISCO_-_Final.pdf). Acesso em: 12 de outubro de 2019.

OGURA, Agostinho Tadashi *et al.* **Apostila do Curso de Capacitação em Mapeamento e Gerenciamento de Risco na modalidade à distância**. Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Centro de Pesquisas Sobre Desastres Naturais, 2007. Disponível em: [http://www.ceped.ufsc.br/wp-content/uploads/2004/01/mapeamento\\_grafica.pdf](http://www.ceped.ufsc.br/wp-content/uploads/2004/01/mapeamento_grafica.pdf). Acesso em: 24 de fevereiro de 2020.

PACHECO, Priscila; AZEREDO, Laura. A História da Urbanização Brasileira. **WRI Brasil**, [S.l.], 27 maio 2019. Disponível em: <https://wribrasil.org.br/pt/blog/2019/05/historia-da-urbanizacao-brasileira>. Acesso em: 15 de fevereiro de 2020.

PEREIRA, Nagilla Natasha Tavares. **Proposta de Metodologia para Mapeamento de Risco Geológico Geotécnico de Escorregamentos em João Pessoa – PB**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017. Disponível em: <http://ct.ufpb.br/ccec/contents/documentos/tccs/2017.1/proposta-de-metodologia-para-mapeamento-de-risco-geologico-geotecnico-de-escorregamentos-em-joao-pessoa-2013-pb.pdf>. Acesso em: 28 de setembro de 2019.

POPP, José Henrique. **Geologia Geral**. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1998.

POPULAÇÃO Rural e Urbana. **IBGE Educa**, [S.l.:s.n], [2017?]. Disponível em: <https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/populacao/18313-populacao-rural-e-urbana.html>. Acesso em: 15 de fevereiro de 2020.

SILVA, Larissa Ferreira. **Análise de Curva de Correlação entre Pluviosidade e Movimentos de Massa nas Encostas de João Pessoa (PB)**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2018. Disponível em: <http://ct.ufpb.br/ccec/contents/documentos/tccs/2017.2/analise-de-curva-de-correlacao-entre-pluviosidade-e-movimentos-de-massa-nas-encostas-de-joao-pessoa-pb.pdf>. Acesso em: 24 de janeiro de 2020.

SILVA, Daniela Josefa. **Mapa de Risco de Deslizamento e Erosão em Encostas com Ocupações Desordenadas no Município de Abreu e Lima - PE**. 2016. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/17287/1/DISSERTA%c3%87%c3%83O%20%20-%20DANIELA%20JOSEFA%20DA%20SILVA.pdf>. Acesso em: 24 de janeiro de 2020.

SOARES, F. L.; PEREIRA, N. N. T. **Proposta de Metodologia para Mapeamento de Risco Geológico-Geotécnico de Escorregamentos em João Pessoa -PB**. In: CONFERÊNCIA BRASILEIRA SOBRE ESTABILIDADE DE ENCOSTAS, 12., 2017, Florianópolis. Disponível em: <https://cobrae2017.websiteseuro.com/arearestrita/apresentacoes/68/4157.pdf>. Acesso em: 25 de março de 2020.

SOARES, F. L.; RAMOS FILHO, G. M. **Correlação entre Movimentos de Massa e Pluviosidade nas Encostas de João Pessoa/PB**. Revista Geotecnia, Rio de Janeiro, n. 133, p. 51-62, 2015. Disponível em: <https://spgeotecnia.pt/uploads/jgeot201513304.pdf>. Acesso em: 23 de fevereiro de 2020.

TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. **Desastres Naturais: Conhecer para Prevenir**. 3. ed. São Paulo: Instituto Geológico, 2015.

VILLAÇA, Flávio. Uma contribuição para a história do planejamento urbano no Brasil. In: DEÁK, C.; SCHIFFER, S. R. (org.). **O processo de urbanização no Brasil**. São Paulo: EdUSP, 1999.

## APÊNDICE

### APÊNDICE A – Resumo das informações relatadas nos mapas e relatórios elaborados por Lamberty e Mendonça (2019)

| SR | Logradouro                 | Bairro        | Descrição                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Qtd de Imóveis em Risco | Qtd de Pessoas em Risco | Classificação de Risco Lamberty e Mendonça (2019) |
|----|----------------------------|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------------------------------|
| 2  | Avenida Saturnino de Brito | Trincheiras   | Ocupação urbana em encosta com execução de cortes e aterros para conformação dos lotes. Há ocorrência de deslizamentos nesta área. Um muro de contenção foi construído ao longo de grande parte da extensão do setor, entretanto verificou-se pequenas fissuras no concreto com erosão e drenos comatados, que confirmam que a intervenção pode não ser eficiente. Há bananeiras nos taludes declivosos colaborando para a saturação e instabilidade do solo próximos a residências. Tipo de ocupação constituído de edificações residenciais, construídas no geral em alvenaria, com média vulnerabilidade frente ao processo verificado. Quanto à infraestrutura do setor, o acesso é por vias não pavimentadas, com ausência de drenagem pluvial e com sistema de fossa e filtro para esgotamento sanitário. Há descarte irregular de resíduos urbanos ao longo do setor. | 85                      | 340                     | Alto                                              |
| 3  | Avenida Saturnino de Brito | Trincheiras   | Ocupação urbana em encosta com execução de cortes e aterros para conformação dos lotes. Há ocorrência de deslizamentos nesta área, com óbitos. Um muro de contenção foi construído ao longo de grande parte da extensão do setor, entretanto verificou-se fissuras na estrutura, não podendo se assegurar a eficiência desta. Tipo de ocupação constituído de edificações residenciais, construídas no geral em alvenaria, com média vulnerabilidade frente ao processo verificado. Quanto à infraestrutura do setor, o acesso é por vias não pavimentadas, com ausência de drenagem pluvial e com sistema de fossa e filtro para esgotamento sanitário. Há descarte irregular de resíduos urbanos ao longo do setor.                                                                                                                                                        | 90                      | 360                     | Alto                                              |
| 4  | Avenida Redenção           | Ilha do Bispo | Ocupação em sopé e crista de encosta de aproximadamente 2,5m de altura, com execução de taludes de corte e de aterro para conformação de lotes. Ocorrência de deslizamento planar de solo durante chuvas em junho de 2019. Há outras residências construídas muito próximas aos taludes. Ocupação constituída de edificações residenciais de pequeno porte, construídas em alvenaria ou taipa e barro, com alta vulnerabilidade frente ao processo. A infraestrutura do setor é precária sem qualquer intervenção estrutural para minimizar riscos, nem pavimentação, drenagem ou sistema para esgotamento sanitário.                                                                                                                                                                                                                                                        | 22                      | 88                      | Muito Alto                                        |

| SR | Logradouro                              | Bairro         | Descrição                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Qtd de Imóveis em Risco | Qtd de Pessoas em Risco | Classificação de Risco Lamberty e Mendonça (2019) |
|----|-----------------------------------------|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------------------------------|
| 5  | Avenida General Aurélio de Lyra Tavares | Ilha do Bispo  | Talude de corte da "Via Oeste", com residências na crista deste talude com diversas ocorrências pontuais de deslizamentos planares e sulcos erosivos. O lançamento de águas servidas diretamente sobre a face do talude colabora para a instabilização e erosão do solo. Ocupação constituída de edificações residenciais de pequeno porte, construídas em alvenaria com média a alta vulnerabilidade aos processos. Não há qualquer obra de estabilização implantada neste trecho da avenida para conter deslizamento e processos erosivos.                                                                                                                                                                                                                                                                             | 12                      | 48                      | Muito Alto                                        |
| 6  | Rua Luís Jacinto                        | Alto do Mateus | Porção de encosta com densa ocupação urbana com adoção de cortes e aterros para conformação de lotes com ocorrência de deslizamentos planares pontuais em taludes de corte. Os taludes não são muito altos e as residências estão localizadas no geral a uma distância moderada das residências. A ocupação do setor é de pequeno porte, com residências construídas em alvenaria ou taipa, com alta vulnerabilidade frente ao processo e alta vulnerabilidade socioeconômica. A infraestrutura do setor é precária, com vias sem pavimentação, sem sistema de drenagem e com fossa e filtro para esgotamento sanitário.                                                                                                                                                                                                 | 240                     | 960                     | Alto                                              |
| 7  | Rua Carteiro Dorgival Lopes da Silva    | Alto do Mateus | Porção de encosta com execução de cortes e aterros para conformação de lotes, com residências edificadas no geral muito próximas à crista ou no sopé dos taludes de corte. Ocorrência de diversas rupturas ao longo dos taludes. Nas porções de solo exposto, ocorre processo de erosão laminar avançado. Nos locais onde ocorre emissão de água servida diretamente sobre a face do talude, os processos de deslizamento e de erosão são acelerados, por vezes envolvendo grande movimentação de solo como ocorreu em 2018. A ocupação neste setor é densa, com residências precárias de alta vulnerabilidade frente ao processo. A população apresenta alta vulnerabilidade socioeconômica e a infraestrutura é precária. Neste setor há diversas residências interditadas pela COMPED e que continuam sendo ocupadas. | 225                     | 900                     | Muito Alto                                        |
| 8  | Avenida Marta da Luz                    | Oitizeiro      | Ocupação urbana em porção de encosta, com execução de cortes e aterros para conformação de lotes, sujeita a dano por processos erosivos e/ou pequenos deslizamentos. Localmente se observa pequeno talude íngreme com sinais de pequenos deslizamentos próximos a residências. A ausência de dispositivos de drenagem urbana potencializa os processos no local. Quanto à vulnerabilidade das ocupações estas são de média a alta aos processos observados.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 16                      | 64                      | Alto                                              |

| SR | Logradouro                            | Bairro    | Descrição                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Qtd de Imóveis em Risco | Qtd de Pessoas em Risco | Classificação de Risco Lamberty e Mendonça (2019) |
|----|---------------------------------------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------------------------------|
| 9  | Rua Manoel Guerra                     | Oitizeiro | Ocupação em crista de encosta, sobre aterro lançado, com potencial de ocorrências de rupturas. Entre os indícios de instabilidade, verificou-se muro embarrigado; há lançamento de água servida e lançamento de aterro e de resíduos na face do talude. Tipo de ocupação constituído de pequenas edificações residenciais, construídas em alvenaria, com média vulnerabilidade aos processos potenciais. A infraestrutura do setor apresenta vias sem pavimentação, ausência de drenagem nas vias e nos lotes, quando presente, o sistema para esgotamento sanitário é do tipo fossa-filtro.                                                                                                                              | 24                      | 96                      | Alto                                              |
| 10 | Rua Doutor Luís Bronzeado             | Oitizeiro | Porção declivosa do relevo com execução de taludes de corte para conformação de lotes, com ocorrência de um deslizamento de médio porte em março de 2017, atingindo uma residência na crista da ruptura. Esta residência está interditada uma vez que apresenta danos estruturais. O avanço do deslizamento pode comprometer a segurança das residências do entorno e da base da ruptura. A ocupação desta área de risco é constituída de edificações residenciais de pequeno porte, construídas em alvenaria e com alta vulnerabilidade ao processo.                                                                                                                                                                     | 7                       | 28                      | Muito Alto                                        |
| 11 | Rua Ambrósio Vitorino Pontes          | Oitizeiro | Porção declivosa de relevo com execução de taludes de corte e aterro lançado para conformação de lotes na crista e no sopé do talude. Ocorrências pontuais de deslizamentos planares nos taludes de corte próximo a residências. Tipo de vegetação e lançamento de água servida diretamente na face do talude colaboram para saturação do solo e consequente instabilização. Tipo de ocupação constituído de pequenas edificações residenciais, construídas em alvenaria, com alta vulnerabilidade ao processo. Quanto à infraestrutura, a via de acesso é pavimentada, com drenagem das vias; os lotes não apresentam drenagem e o esgotamento sanitário, quando presente, é feito por meio de fossa e filtro sanitário. | 17                      | 68                      | Alto                                              |
| 12 | Rua Ambrósio Vitorino Pontes (Acesso) | Oitizeiro | Porção declivosa do relevo com execução de talude de corte para conformação de lotes residenciais. Verificou-se rupturas pontuais ao longo do talude, especialmente quando escavado. As residências estão na base do talude, por vezes não tão próximas, mas em eventos extremos podem ser atingidas, apresentando média vulnerabilidade frente ao processo.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 3                       | 12                      | Alto                                              |



| SR | Logradouro                 | Bairro          | Descrição                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Qtd de Imóveis em Risco | Qtd de Pessoas em Risco | Classificação de Risco Lamberty e Mendonça (2019) |
|----|----------------------------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------------------------------|
| 13 | Travessa Mário Magalhães   | Oitizeiro       | Porção de encosta com execução de taludes de corte e aterros lançados para conformação dos lotes, com ocorrências de deslizamentos. Verificou-se ainda muro embarrigado, aterro e lixo lançado, lançamento de águas servidas sobre os taludes, fatos que colaboram para as instabilizações. Tipo de ocupação constituída de pequenas residências, com alta vulnerabilidade frente ao processo e alta vulnerabilidade socioeconômica. A infraestrutura é precária com vias de difícil acesso, ausência de sistema de drenagem das vias e lotes e ausência de sistema para esgotamento sanitário.                                                                                                                                     | 30                      | 120                     | Alto                                              |
| 14 | Avenida Palmares           | Cruz das Armas  | Porção de vertente íngreme com lançamento de aterro para conformação de lotes com potencial de ocorrência de processos erosivos e/ou deslizamentos. Ausência de dispositivos de drenagem urbana e a descarte de águas servidas de forma inadequada potencializam as chances de deflagração dos processos no local. Ocupação constituída por casas de alvenaria com alta vulnerabilidade frente aos processos e setor com ausência de infraestrutura adequada para urbanização.                                                                                                                                                                                                                                                      | 35                      | 140                     | Alto                                              |
| 15 | Avenida Engenheiro Retumba | Cruz das Armas  | Porção declivosa do relevo com execução de taludes de corte para conformação de lotes. As residências foram edificadas na base e na crista desses taludes de corte. Ocorrência de pequenas rupturas ao longo dos taludes e processo erosivo laminar atuando no solo exposto. Há ainda árvores de grande porte nos taludes que fazem sobre peso e bananeiras que colaboram para saturação do solo. Tipo de ocupação constituído de edificações residenciais de pequeno porte, com padrão construtivo inadequado, com alta vulnerabilidade socioeconômica e frente ao processo. A infraestrutura do setor é precária, com vias de difícil acesso, problemas de alagamento por ineficiência da rede de drenagem e esgoto a céu aberto. | 15                      | 60                      | Alto                                              |
| 16 | Rua Deputado José Tavares  | Cristo Redentor | Ocupação em encosta íngreme, com execução de cortes e aterros para conformação de lotes, sujeita a danos por movimentos de massa. A ocupação foi estabelecida na crista e ao longo da encosta. Verificou-se lançamento de águas servidas sobre a face da encosta e vazamentos na tubulação, árvores inclinadas, feições erosivas e lixo lançado na encosta, corroborando com os processos de instabilização. A ocupação é constituída de edificações residenciais de pequeno porte, construídas em alvenaria, com alta vulnerabilidade frente ao processo. A infraestrutura do setor é precária, com vias de difícil acesso e ausência de sistema de drenagem pluvial e para esgotamento sanitário.                                 | 7                       | 28                      | Alto                                              |

| SR | Logradouro                                    | Bairro          | Descrição                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Qtd de Imóveis em Risco | Qtd de Pessoas em Risco | Classificação de Risco Lamberty e Mendonça (2019) |
|----|-----------------------------------------------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------------------------------|
| 17 | Rua Deputado José Tavares                     | Cristo Redentor | Ocupação em vertente íngreme, por meio de corte verticalizado para conformação de terreno, sujeita a dano por processos de deslizamentos. Observa-se na face da vertente deformações na vegetação o que corroboram com o diagnóstico de instabilidade. Identificou-se também ausência de infraestrutura adequada para urbanização, tais como ausência de sistemas de drenagem para sanidade da encosta e descarte de maneira equivocada de águas servidas, corroborando com uma possível situação de instabilidade. Quanto à vulnerabilidade das ocupações, esta se mostra alta aos processos observados.                     | 5                       | 20                      | Alto                                              |
| 18 | Rua Isabel Scalarabi                          | Cristo Redentor | Porção de encosta escavada, com talude residual, em processo de invasão há aproximadamente três anos. Verificou-se diversas rupturas pontuais ao longo dos taludes e processo erosivo superficial ativo em áreas desvegetadas. As residências foram sendo instaladas não só na crista como também na base do talude. Por se tratar de uma área invadida, as residências são precárias, com alta vulnerabilidade aos processos verificados. O setor não apresenta nenhuma infraestrutura urbana que possibilite a ocupação ordenada desta área.                                                                                | 16                      | 64                      | Muito Alto                                        |
| 19 | Ruas Francisco de Souza Rangel e Álvaro Lemos | Jaguaribe       | Encosta com residências alocadas na crista e ao longo da encosta, com execução de cortes e lançamento de aterro para conformação dos lotes. Ocorrência de pequenos deslizamentos de solo, não se podendo descartar o potencial de ocorrência de rupturas maiores. Tipo de ocupação constituído de edificações residenciais de pequeno a médio porte, construídas em alvenaria, com média a alta vulnerabilidade a movimentos de massa. Quanto à infraestrutura, o setor não apresenta sistema de drenagem nos lotes para correto direcionamento da água de escoamento superficial e há descarte irregular de lixo e entulhos. | 30                      | 120                     | Alto                                              |
| 20 | Avenida Cônego Vicente                        | Varjão          | Encosta de pequeno vale fluvial, com residências edificadas no topo e meia encosta, com execução de taludes de corte com no máximo 2 metros e aterro lançado. Ocorrência de rupturas nos taludes de corte. Processo erosivo laminar atuando sobre solo desvegetado. Tipo de ocupação constituído de edificações de pequeno porte, construídas em alvenaria, com alta vulnerabilidade a movimentos de massa. A infraestrutura do setor é precária, com vias de difícil acesso descarte irregular de lixo e entulho e ausência de ações para minimização dos riscos.                                                            | 25                      | 100                     | Alto                                              |

| SR | Logradouro           | Bairro              | Descrição                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Qtd de Imóveis em Risco | Qtd de Pessoas em Risco | Classificação de Risco Lamberty e Mendonça (2019) |
|----|----------------------|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------------------------------|
| 21 | Rua Bom Jesus        | Varjão              | Encosta de pequeno vale fluvial, com residências edificadas na crista da encosta, sobre aterro lançado. Ocorrência de rupturas ao longo desta encosta e processo erosivo laminar atuando sobre solo desvegetado. O tipo de vegetação (bananeiras) plantada próximo às residências pode colaborar com a saturação do solo e condicionar ruptura. Tipo de ocupação constituído de edificações de pequeno porte, construídas em alvenaria, com alta vulnerabilidade a movimentos de massa. A infraestrutura do setor é precária, com ausência de drenagem nos lotes e vias, lançamento de águas servidas sobre as encostas e descarte irregular de lixo e entulho.                                                                                                                                                     | 16                      | 64                      | Alto                                              |
| 22 | Rua Rangel Travassos | Varjão              | Encosta de pequeno vale fluvial, com residências edificadas no topo e meia encosta, com execução de taludes de corte e lançamento de aterro. Ocorrência de rupturas nos taludes de corte e de processo erosivo laminar atuando sobre solo desvegetado. Tipo de ocupação constituído de edificações de pequeno porte, construídas em alvenaria ou taipa, com alta vulnerabilidade a movimentos de massa. A infraestrutura do setor é precária, com ausência de drenagem nos lotes e vias, lançamento de águas servidas sobre as encostas e descarte irregular de lixo e entulho.                                                                                                                                                                                                                                     | 17                      | 68                      | Alto                                              |
| 23 | Rua Osvaldo Lemos    | Varjão              | Terço inferior de encosta, com execução de taludes de cortes para conformação de lotes residenciais. As residências são construídas no sopé do talude e acabam sendo atingidas por deslizamentos planares de pequeno porte. Um sistema de drenagem foi instalado para condução das águas superficiais, entretanto a população lança as águas servidas diretamente sobre a face dos taludes, acelerando os processos de movimentação de solo. Tipo de ocupação constituído de pequenas edificações residenciais, construídas em taipa ou alvenaria, com alta vulnerabilidade frente aos movimentos de massa. Quanto à infraestrutura, o setor estava passando por pavimentação e instalação de rede de drenagem, entretanto, verificou-se lançamento de esgoto a céu aberto e descarte irregular de lixo e entulhos. | 68                      | 272                     | Muito Alto                                        |
| 24 | Comunidade Gramame   | Distrito Industrial | Encosta do vale do Rio Gramame, com ocupação na crista e no sopé da encosta, com potencial de ocorrência de movimentos de massa. Esta área está sendo invadida por uma população de alta vulnerabilidade socioeconômica e nenhum tipo de intervenção está sendo executada nesta área. As edificações são construídas em alvenaria ou taipa e barro e apresentam alta vulnerabilidade. Por ser uma área invadida, não houve nenhum investimento em urbanização, sendo a infraestrutura precária/ inexistente, com via de difícil acesso, ausência de sistema de drenagem das vias, dos lotes e da própria encosta, e lançamento de águas servidas diretamente sobre o solo.                                                                                                                                          | 12                      | 48                      | Alto                                              |

| SR | Logradouro                 | Bairro        | Descrição                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Qtd de Imóveis em Risco | Qtd de Pessoas em Risco | Classificação de Risco Lamberty e Mendonça (2019) |
|----|----------------------------|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------------------------------|
| 25 | Comunidade Maria de Nazaré | Funcionários  | Densa ocupação urbana em porção íngreme de terreno, com sistema de corte e aterro para conformação de lotes, com potencial de dano por deslizamentos. Observa-se no local casas alocadas muito próximas a crista e ao sopé dos cortes verticalizados. Segundo relato, há ocorrência pretéritas de pequenas rupturas. Tipo de ocupação constituído de pequenas edificações residenciais, construídas em alvenaria, com alta vulnerabilidade ao processo. Quanto à infraestrutura esta é precária, com vias de difícil acesso, com ausência de sistema de drenagem e de esgotamento sanitário. Verificou-se ainda descarte irregular de lixo e entulhos. | 28                      | 112                     | Alto                                              |
| 26 | Rua Bela Vista             | João Paulo II | Ocupação na crista de vertente íngreme sujeita a dano por processos de deslizamentos. Observa-se no local corte verticalizado para conformação de terreno. Identificou-se lançamento de águas servidas diretamente na face dos taludes, bem como lixo e entulhos, corroborando com uma possível situação de instabilidade. Quanto à vulnerabilidade das ocupações esta é alta e a infraestrutura do setor é precária.                                                                                                                                                                                                                                  | 8                       | 32                      | Alto                                              |
| 27 | Rua Doutor Galileu de Belí | João Paulo II | Ocupação urbana em base de talude de corte com avanço de processo erosivo na face do talude. Observa-se além das feições erosivas, pequenas rupturas de solo na face do talude, indicando a suscetibilidade a movimentos de massa. As ocupações no setor apresentam média vulnerabilidade ao processo descrito.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 3                       | 12                      | Alto                                              |
| 28 | Rua Frei Damião            | Valentina     | Ocupação em base de talude de corte verticalizado, executado para conformação de terreno. As casas foram alocadas muito próximas ao sopé destes taludes. Há ocorrência de pequenos deslizamentos e feições erosivas. Não se observa no setor dispositivos de drenagem e infraestrutura para sanidade da encosta. As ocupações no setor apresentam alta vulnerabilidade ao processo descrito e a infraestrutura do setor é precária.                                                                                                                                                                                                                    | 15                      | 60                      | Muito Alto                                        |
| 29 | Rua Estevão Lopes Galvão   | Valentina     | Ocupação em crista de encosta íngreme altamente suscetível a deslizamentos. Ocorrência de diversas rupturas ao longo da encosta com danos a residências. Em um trecho do setor foram retiradas algumas residências, entretanto, nas demais porções ainda ocupadas não foi executada nenhuma intervenção estrutural no sentido de mitigar os riscos. As ocupações no setor apresentam média a alta vulnerabilidade ao processo descrito, onde se verificam rachaduras ortogonais nas residências ao entorno. Ainda no perímetro observa-se o descarte de águas servidas de maneira equivocada corroborando com a instabilidade na encosta.              | 155                     | 620                     | Muito Alto                                        |

| SR | Logradouro                              | Bairro      | Descrição                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Qtd de Imóveis em Risco | Qtd de Pessoas em Risco | Classificação de Risco Lamberty e Mendonça (2019) |
|----|-----------------------------------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------------------------------|
| 30 | Rua Brasilino Alves da Nóbrega          | Mangabeira  | Ocupações de casa de alvenaria sobre crista de talude de corte verticalizado. Observa-se no setor pequenas rupturas no talude, processos erosivos instalados, pequenos sinais erosivos, e árvores inclinadas. Não se observa no setor dispositivos de drenagem e infraestrutura para sanidade da encosta. Verifica-se ainda lixo lançado na face do talude. As ocupações no setor apresentam alta vulnerabilidade ao processo descrito.                                                                                                                                                                                                                      | 40                      | 160                     | Alto                                              |
| 31 | Rua Brasilino Alves da Nóbrega          | Mangabeira  | Ocupações de casa de alvenaria sobre crista de talude de corte verticalizado. Observa-se no setor pequenas rupturas no talude, processos erosivos instalados, pequenos sinais erosivos e árvores inclinadas. Não se observa no setor dispositivos de drenagem e infraestrutura para sanidade dos taludes. Verifica-se ainda descarte incorreto de lixo no setor. As ocupações no setor apresentam alta vulnerabilidade ao processo descrito.                                                                                                                                                                                                                 | 32                      | 128                     | Alto                                              |
| 32 | Rua Motorista Silvio Fernandes de Assis | Paratibe    | Ocupação urbana na crista de encosta, sobre aterro. Este aterro foi executado sem controle de compactação e de tipo de material. Há potencial para dano por movimento de massa. Não foi observado no setor dispositivos de drenagem e infraestrutura para sanidade da vertente. Verificou-se lançamento de lixo na crista e na face da encosta. As ocupações no setor apresentam alta vulnerabilidade ao processo descrito e a infraestrutura do setor é precária.                                                                                                                                                                                           | 20                      | 80                      | Alto                                              |
| 33 | Avenida Cabo Branco                     | Cabo Branco | Ocupações em sopé de encosta íngreme, sujeitas a danos por possíveis movimentos de massa. Localmente se observa sinais erosivos na face da encosta e deformações na vegetação que corroboram com o diagnóstico de instabilidade da encosta. No setor não se observa sistemas de drenagem pluviais de forma a preservar a encosta. Tipo de ocupação constituído de edificações comerciais e residenciais de média vulnerabilidade ao processo.                                                                                                                                                                                                                | 20                      | 80                      | Alto                                              |
| 34 | Rua Desportista José Eduardo de Holanda | Cabo Branco | Encosta do platô com alta declividade com residências alocadas no sopé da encosta. Em alguns lotes, foram realizadas escavações para a melhor conformação do lote. Há ocorrência histórica de diversos deslizamentos em encosta natural e em talude de corte, inclusive com alguns óbitos nesta região. Os últimos deslizamentos ocorreram em junho de 2019, após chuvas intensas. Tipo de ocupação constituído de edificações residenciais de pequeno porte, construídas, no geral, em alvenaria, no sopé da encosta, com alta vulnerabilidade ao processo. Não há qualquer intervenção estrutural nesta área nem mesmo drenagem da água pluvial nos lotes. | 112                     | 448                     | Muito Alto                                        |

| SR | Logradouro                               | Bairro         | Descrição                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Qtd de Imóveis em Risco | Qtd de Pessoas em Risco | Classificação de Risco Lamberty e Mendonça (2019) |
|----|------------------------------------------|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------------------------------|
| 35 | Avenida Ministro José Américo de Almeida | Miramar        | Porção de encosta, com execução de taludes de corte para conformação de lotes com residências edificadas na base destes taludes. Há potencial para ocorrência de deslizamentos e há processos erosivos laminares instalados nas porções de solo desvegetado. Não há qualquer intervenção de contenção ou drenagem nos lotes para minimizar riscos. Ocupação residencial de pequeno porte com alta vulnerabilidade frente ao processo. A infraestrutura do setor é precária.                                                                                                                                                                                                                                                 | 12                      | 48                      | Alto                                              |
| 36 | Rua José Gonçalves Júnior                | Miramar        | Ocupação em vertente íngreme concebida por conformação de terreno por meio de corte verticalizado. Pontualmente se observam estruturas de contenção de forma rudimentar sem dispositivos de drenagem que além de ratificarem a saturação do solo causam a falsa sensação de segurança. Ainda na Figura 5 é possível notar o descarte de águas servidas de maneira a percolar na face da encosta. Não se observam no setor dispositivos de drenagem de modo a favorecer a sanidade da encosta. A ocupação é constituída de pequenas residências de alvenaria, com alta vulnerabilidade aos processos e alta vulnerabilidade socioeconômica. A infraestrutura do setor é precária.                                            | 45                      | 180                     | Muito Alto                                        |
| 37 | Avenida Ministro José Américo de Almeida | Miramar        | Taludes de corte executados em porção de encosta íngreme para conformação de lotes com edificações alocadas na crista e no sopé dos taludes. Há registro de pequenos e médios deslizamentos neste setor, próximo às residências. Não se observam no setor dispositivos de drenagem eficientes de modo a favorecer a sanidade da encosta. A ocupação é constituída de edificações residenciais, construídas em alvenaria, com média a alta vulnerabilidade frente ao processo.                                                                                                                                                                                                                                               | 70                      | 280                     | Muito Alto                                        |
| 38 | Avenida Ministro José Américo de Almeida | Tambauzinho    | Taludes de corte executados em porção de encosta íngreme para conformação de lotes com edificações alocadas no sopé dos taludes. Há diversos registros de deslizamentos planares em solo. Em alguns lotes há intervenções estruturais de contenção que devem receber manutenção preventiva. A ocupação é constituída de edificações residenciais, na maioria prédios, e comerciais, de médio porte, com média vulnerabilidade frente ao processo.                                                                                                                                                                                                                                                                           | 15                      | 60                      | Alto                                              |
| 39 | Rua Joaquim Pedro da Silva               | Castelo Branco | Encosta com execução de talude de corte para construção da BR-230, com residências alocadas na crista do talude. O talude é subvertical, e desde 2012 apresenta rupturas colocando em risco as residências. Após o último deslizamento em junho de 2019, as residências atingidas pelo deslizamento e em situação mais crítica foram removidas. Entretanto, há outras residências ainda nesta área que precisam ser monitoradas, pois apresentam alta vulnerabilidade ao processo. Quanto à infraestrutura, o setor apresenta vias pavimentadas, mas não há drenagem nos lotes. Verificou-se lançamento de águas servidas diretamente sobre a face do talude e não há sistema para coleta e tratamento de esgoto sanitário. | 30                      | 120                     | Muito Alto                                        |

| SR | Logradouro                               | Bairro          | Descrição                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Qtd de Imóveis em Risco | Qtd de Pessoas em Risco | Classificação de Risco Lamberty e Mendonça (2019) |
|----|------------------------------------------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------------------------------|
| 40 | Avenida Ministro José Américo de Almeida | Expedicionários | Ocupações em topo e base de vertente íngreme com execução de taludes de corte, com registro de deslizamentos e processos erosivos laminares. Não se observa no setor dispositivos de drenagem e de contenção de modo a favorecer a sanidade da encosta. As residências são de médio porte e apresentam média vulnerabilidade aos processos descritos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 5                       | 20                      | Alto                                              |
| 41 | Avenida Ministro José Américo de Almeida | Torre           | Ocupações em topo e base de talude verticalizado, com ocorrências pretéritas de deslizamentos planares. Não se observam no setor dispositivos de drenagem e de contenção de modo a favorecer a sanidade da encosta. As residências têm vulnerabilidade média a alta ao processo descritos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 5                       | 20                      | Alto                                              |
| 42 | Rua Edmundo Filho                        | São José        | Densa ocupação sobre encosta íngreme com adoção de padrão construtivo de cortes e aterros para conformação de lotes. Registro de diversas pequenas rupturas ao longo da encosta, próximo a residências. Observa-se no setor trincas de cisalhamento no solo indicando possibilidade de novos movimentos. Pontualmente se verificou casas danificadas por movimentos passados e trincas em residências de alvenaria. Não se observa no setor dispositivos de drenagem e infraestrutura para sanidade da encosta. As ocupações no setor apresentam alta vulnerabilidade frente aos processos observados e alta vulnerabilidade socioeconômica. A infraestrutura do setor é precária, com vias de difícil acesso, ausência de sistemas de drenagem pluvial e para esgotamento sanitário. | 622                     | 2488                    | Muito Alto                                        |
| 43 | Rua Mascarenhas de Moraes                | Mandacaru       | Ocupação em encosta íngreme, com histórico de movimentos de massa. Observa-se no setor conformação de terreno por corte verticalizado com sinais e cicatrizes de pequenos deslizamentos. Não se observa no setor dispositivos de drenagem e infraestrutura para sanidade da encosta. Verifica-se ainda lixo lançado na face do talude. As ocupações no setor são de pequeno porte, construídas em alvenaria, com alta vulnerabilidade ao processo. A infraestrutura do setor é precária, com vias de difícil acesso, ausência de sistema para drenagem pluvial e para esgotamento sanitário.                                                                                                                                                                                          | 40                      | 160                     | Muito Alto                                        |
| 44 | Rua Luís Oliveira da Silva               | Tambiá          | Ocupação na crista de encosta íngreme, sobre aterro, por vezes construído sem compactação adequada, com histórico de deslizamento. Uma ocorrência levou a Defesa Civil municipal a interditar uma residência. Não se observa no setor dispositivos de drenagem e de contenção para sanidade da encosta e mitigação de risco. Verifica-se ainda descarte de lixo e entulho na face da encosta. As ocupações apresentam alta vulnerabilidade frente aos processos. A infraestrutura do setor é precária.                                                                                                                                                                                                                                                                                | 25                      | 100                     | Muito Alto                                        |

| SR | Logradouro                    | Bairro | Descrição                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Qtd de Imóveis em Risco | Qtd de Pessoas em Risco | Classificação de Risco Lamberty e Mendonça (2019) |
|----|-------------------------------|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------------------------------|
| 45 | Rua Salvador de Albuquerque   | Roger  | Densa ocupação urbana em encosta íngreme com histórico de movimentos de massa. Observa-se no setor conformação de terreno por corte verticalizado e sistemas de contenção em resposta a movimentos de massa pretéritos. Os sistemas de contenção são rudimentares sem o sistema de drenagem necessário, que pode levar a uma falsa sensação de segurança. Não se observa no setor dispositivos de drenagem e infraestrutura para sanidade da encosta. Há descarte de águas servidas de modo inadequado e lançamento de lixo na face do talude. As ocupações no setor apresentam alta vulnerabilidade ao processo descrito e a infraestrutura é precária. | 404                     | 1616                    | Muito Alto                                        |
| 46 | Avenida Gouveia Nóbrega       | Roger  | Ocupação sobre encosta íngreme com histórico de movimentos de massa. Observa-se no setor conformação de terreno por corte verticalizado com sinais e cicatrizes de pequenos deslizamentos. Observa-se no setor alguns dispositivos de drenagem mas verificou-se ausência de manutenção da obra. Não há estruturas de contenção. Verificou-se ainda lixo lançado na face do talude. As ocupações no setor apresentam alta vulnerabilidade ao processo descrito.                                                                                                                                                                                           | 75                      | 300                     | Muito Alto                                        |
| 47 | Rua Monsenhor José Coutinho   | Roger  | Ocupações em encosta íngreme com execução de taludes de corte verticalizados. Há histórico de deslizamentos ao longo dos taludes e processos erosivos. Em alguns lotes há sistemas rudimentares de contenção dos taludes. Ocupação residencial de pequeno porte, com alta vulnerabilidade ao processo descrito.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 161                     | 644                     | Alto                                              |
| 48 | Rua Dezenove de Março         | Roger  | Ocupação urbana em encosta íngreme com histórico de movimentos de massa. Observa-se no setor conformação de terreno por corte verticalizado com sinais e cicatrizes de deslizamentos pretéritos. Não foi observado no setor dispositivos de drenagem e de contenção para sanidade da encosta. Ocupação constituída de edificações residenciais de pequeno porte, construídas no geral em alvenaria, com alta vulnerabilidade ao processo descrito. Quanto à infraestrutura, verificou-se o descarte de águas servidas e esgotamento sanitário de maneira inadequada.                                                                                     | 80                      | 320                     | Muito Alto                                        |
| 49 | Avenida Ayrton Senna da Silva | Roger  | Ocupação urbana na base de talude verticalizado com histórico de movimentos de massa. Observa-se no setor pequenos processos erosivos deflagrados nas porções de solo exposto. Não se observa no setor dispositivos de drenagem e infraestrutura para sanidade da encosta. As ocupações no setor apresentam alta vulnerabilidade ao processo descrito.                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 50                      | 200                     | Muito Alto                                        |



APÊNDICE B – Resultado da aplicação da metodologia de Soares e Pereira (2017).

| SR | AP     | SI     | V            | Relação Altura/Afastamento   | Atenuantes                 | Agravantes                         | Somatório | Classificação de Risco Pereira (2017) |
|----|--------|--------|--------------|------------------------------|----------------------------|------------------------------------|-----------|---------------------------------------|
| 2  | Com AG | Com SI | Média        | 2/1 (Fonte: Imagens)         | Obra que Minimizou o Risco | Vulnerabilidade Social é Relevante | 6         | Médio                                 |
|    | 2      | 2      | 1            | 2                            | -2                         | 1                                  |           |                                       |
| 3  | Com AG | Com SI | Média        | 2/1 (Fonte: Imagens)         | Obra que Minimizou o Risco | Vulnerabilidade Social é Relevante | 6         | Médio                                 |
|    | 2      | 2      | 1            | 2                            | -2                         | 1                                  |           |                                       |
| 4  | Com AG | Com SI | Alta         | 3/1 ou mais (Fonte: Imagens) | Não Há                     | Vulnerabilidade Social é Relevante | 10        | Muito Alto                            |
|    | 2      | 2      | 2            | 3                            | 0                          | 1                                  |           |                                       |
| 5  | Com AG | Com SI | Média e Alta | 3/1 ou mais (Fonte: Imagens) | Não Há                     | Vulnerabilidade Social é Relevante | 10        | Muito Alto                            |
|    | 2      | 2      | 2            | 3                            | 0                          | 1                                  |           |                                       |
| 6  | Com AG | Com SI | Alta         | 2/1 (Fonte: Imagens)         | -                          | Vulnerabilidade Social é Relevante | 9         | Muito Alto                            |
|    | 2      | 2      | 2            | 2                            | 0                          | 1                                  |           |                                       |
| 7  | Com AG | Com SI | Alta         | 3/1 ou mais (Fonte: Imagens) | -                          | Vulnerabilidade Social é Relevante | 10        | Muito Alto                            |
|    | 2      | 2      | 2            | 3                            | 0                          | 1                                  |           |                                       |
| 8  | Com AG | Com SI | Média e Alta | 2/1 (Fonte: Imagens)         | -                          | Vulnerabilidade Social é Relevante | 9         | Muito Alto                            |
|    | 2      | 2      | 2            | 2                            | 0                          | 1                                  |           |                                       |
| 9  | Com AG | Com SI | Média        | 2/1 (Fonte: Imagens)         | -                          | Vulnerabilidade Social é Relevante | 8         | Muito Alto                            |
|    | 2      | 2      | 1            | 2                            | 0                          | 1                                  |           |                                       |
| 10 | Com AG | Com SI | Alta         | 3/1 ou mais (Fonte: Imagens) | -                          | -                                  | 10        | Muito Alto                            |
|    | 2      | 2      | 2            | 3                            | 0                          | 1                                  |           |                                       |
| 11 | Com AG | Com SI | Alta         | 2/1 (Fonte: Imagens)         | -                          | Vulnerabilidade Social é Relevante | 9         | Muito Alto                            |
|    | 2      | 2      | 2            | 2                            | 0                          | 1                                  |           |                                       |
| 12 | Com AG | Com SI | Média        | 2/1 (Fonte: Imagens)         | -                          | Vulnerabilidade Social é Relevante | 8         | Muito Alto                            |
|    | 2      | 2      | 1            | 2                            | 0                          | 1                                  |           |                                       |

| SR | AP     | SI     | V            | Relação Altura/Afastamento   | Atenuantes | Agravantes                         | Somatório | Classificação de Risco Pereira (2017) |
|----|--------|--------|--------------|------------------------------|------------|------------------------------------|-----------|---------------------------------------|
| 13 | Com AG | Com SI | Alta         | 3/1 ou mais (Fonte: Imagens) | -          | Vulnerabilidade Social é Relevante | 10        | Muito Alto                            |
|    | 2      | 2      | 2            | 3                            | 0          | 1                                  |           |                                       |
| 14 | Com AG | Com SI | Alta         | 3/1 ou mais (Fonte: Imagens) | -          | -                                  | 10        | Muito Alto                            |
|    | 2      | 2      | 2            | 3                            | 0          | 1                                  |           |                                       |
| 15 | Com AG | Com SI | Alta         | 3/1 ou mais (Fonte: Imagens) | -          | Vulnerabilidade Social é Relevante | 10        | Muito Alto                            |
|    | 2      | 2      | 2            | 3                            | 0          | 1                                  |           |                                       |
| 16 | Com AG | Com SI | Alta         | 2/1 (Fonte: Imagens)         | -          | Vulnerabilidade Social é Relevante | 9         | Muito Alto                            |
|    | 2      | 2      | 2            | 2                            | 0          | 1                                  |           |                                       |
| 17 | Com AG | Com SI | Alta         | 3/1 ou mais (Fonte: Imagens) | -          | Vulnerabilidade Social é Relevante | 10        | Muito Alto                            |
|    | 2      | 2      | 2            | 3                            | 0          | 1                                  |           |                                       |
| 18 | Com AG | Com SI | Alta         | 3/1 ou mais (Fonte: Imagens) | -          | Vulnerabilidade Social é Relevante | 10        | Muito Alto                            |
|    | 2      | 2      | 2            | 3                            | 0          | 1                                  |           |                                       |
| 19 | Com AG | Com SI | Média e Alta | 2/1 (Fonte: Imagens)         | -          | Vulnerabilidade Social é Relevante | 9         | Muito Alto                            |
|    | 2      | 2      | 2            | 2                            | 0          | 1                                  |           |                                       |
| 20 | Com AG | Com SI | Alta         | 2/1 (Fonte: Imagens)         | Não Há     | Vulnerabilidade Social é Relevante | 9         | Muito Alto                            |
|    | 2      | 2      | 2            | 2                            | 0          | 1                                  |           |                                       |
| 21 | Com AG | Com SI | Alta         | 3/1 ou mais (Fonte: Imagens) | -          | Vulnerabilidade Social é Relevante | 10        | Muito Alto                            |
|    | 2      | 2      | 2            | 3                            | 0          | 1                                  |           |                                       |
| 22 | Com AG | Com SI | Alta         | 2/1 (Fonte: Imagens)         | -          | Vulnerabilidade Social é Relevante | 9         | Muito Alto                            |
|    | 2      | 2      | 2            | 2                            | 0          | 1                                  |           |                                       |
| 23 | Com AG | Com SI | Alta         | 3/1 ou mais (Fonte: Imagens) | -          | Vulnerabilidade Social é Relevante | 10        | Muito Alto                            |
|    | 2      | 2      | 2            | 3                            | 0          | 1                                  |           |                                       |
| 24 | Com AG | Com SI | Alta         | 2/1 (Fonte: Imagens)         | Não Há     | Vulnerabilidade Social é Relevante | 9         | Muito Alto                            |
|    | 2      | 2      | 2            | 2                            | 0          | 1                                  |           |                                       |
| 25 | Com AG | Com SI | Alta         | 2/1 (Fonte: Imagens)         | -          | Vulnerabilidade Social é Relevante | 9         | Muito Alto                            |
|    | 2      | 2      | 2            | 2                            | 0          | 1                                  |           |                                       |

| SR | AP     | SI     | V            | Relação Altura/Afastamento   | Atenuantes                  | Agravantes                         | Somatório | Classificação de Risco Pereira (2017) |
|----|--------|--------|--------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|-----------|---------------------------------------|
| 26 | Com AG | Com SI | Alta         | 2/1 (Fonte: Imagens)         | -                           | Vulnerabilidade Social é Relevante | 9         | Muito Alto                            |
|    | 2      | 2      | 2            | 2                            | 0                           | 1                                  |           |                                       |
| 27 | Com AG | Com SI | Média        | 3/1 ou mais (Fonte: Imagens) | -                           | Vulnerabilidade Social é Relevante | 9         | Muito Alto                            |
|    | 2      | 2      | 1            | 3                            | 0                           | 1                                  |           |                                       |
| 28 | Com AG | Com SI | Alta         | 3/1 ou mais (Fonte: Imagens) | -                           | Vulnerabilidade Social é Relevante | 10        | Muito Alto                            |
|    | 2      | 2      | 2            | 3                            | 0                           | 1                                  |           |                                       |
| 29 | Com AG | Com SI | Média e Alta | 3/1 ou mais (Fonte: Imagens) | Não Há                      | Vulnerabilidade Social é Relevante | 10        | Muito Alto                            |
|    | 2      | 2      | 2            | 3                            | 0                           | 1                                  |           |                                       |
| 30 | Com AG | Com SI | Alta         | 3/1 ou mais (Fonte: Imagens) | -                           | Vulnerabilidade Social é Relevante | 10        | Muito Alto                            |
|    | 2      | 2      | 2            | 3                            | 0                           | 1                                  |           |                                       |
| 31 | Com AG | Com SI | Alta         | 3/1 ou mais (Fonte: Imagens) | -                           | Vulnerabilidade Social é Relevante | 10        | Muito Alto                            |
|    | 2      | 2      | 2            | 3                            | 0                           | 1                                  |           |                                       |
| 32 | Com AG | Com SI | Alta         | 3/1 ou mais (Fonte: Imagens) | -                           | Vulnerabilidade Social é Relevante | 10        | Muito Alto                            |
|    | 2      | 2      | 2            | 3                            | 0                           | 1                                  |           |                                       |
| 33 | Com AG | Com SI | Média        | 2/1 (Fonte: Imagens)         | -                           | -                                  | 7         | Alto                                  |
|    | 2      | 2      | 1            | 2                            | 0                           | 0                                  |           |                                       |
| 34 | Com AG | Com SI | Alta         | 3/1 ou mais (Fonte: Imagens) | Não Há                      | Vulnerabilidade Social é Relevante | 10        | Muito Alto                            |
|    | 2      | 2      | 2            | 3                            | 0                           | 1                                  |           |                                       |
| 35 | Com AG | Com SI | Alta         | 3/1 ou mais (Fonte: Imagens) | Não Há                      | Vulnerabilidade Social é Relevante | 10        | Muito Alto                            |
|    | 2      | 2      | 2            | 3                            | 0                           | 1                                  |           |                                       |
| 36 | Com AG | Com SI | Alta         | 3/1 ou mais (Fonte: Imagens) | Obra Sem Qualidade Atestada | Vulnerabilidade Social é Relevante | 9         | Muito Alto                            |
|    | 2      | 2      | 2            | 3                            | -1                          | 1                                  |           |                                       |
| 37 | Com AG | Com SI | Média e Alta | 3/1 ou mais (Fonte: Imagens) | -                           | Vulnerabilidade Social é Relevante | 10        | Muito Alto                            |
|    | 2      | 2      | 2            | 3                            | 0                           | 1                                  |           |                                       |
| 38 | Com AG | Com SI | Média        | 3/1 ou mais (Fonte: Imagens) | Obra que Minimizou o Risco  | Vulnerabilidade Social é Relevante | 7         | Alto                                  |
|    | 2      | 2      | 1            | 3                            | -2                          | 1                                  |           |                                       |

| SR | AP     | SI     | V            | Relação Altura/Afastamento   | Atenuantes                  | Agravantes                         | Somatório | Classificação de Risco Pereira (2017) |
|----|--------|--------|--------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|-----------|---------------------------------------|
| 39 | Com AG | Com SI | Alta         | 3/1 ou mais (Fonte: Imagens) | -                           | Vulnerabilidade Social é Relevante | 10        | Muito Alto                            |
|    | 2      | 2      | 2            | 3                            | 0                           | 1                                  |           |                                       |
| 40 | Com AG | Com SI | Média        | 2/1 (Fonte: Imagens)         | Não Há                      | Vulnerabilidade Social é Relevante | 8         | Muito Alto                            |
|    | 2      | 2      | 1            | 2                            | 0                           | 1                                  |           |                                       |
| 41 | Com AG | Com SI | Média e Alta | 3/1 ou mais (Fonte: Imagens) | Não Há                      | Vulnerabilidade Social é Relevante | 10        | Muito Alto                            |
|    | 2      | 2      | 2            | 3                            | 0                           | 1                                  |           |                                       |
| 42 | Com AG | Com SI | Alta         | 3/1 ou mais (Fonte: Imagens) | -                           | Vulnerabilidade Social é Relevante | 10        | Muito Alto                            |
|    | 2      | 2      | 2            | 3                            | 0                           | 1                                  |           |                                       |
| 43 | Com AG | Com SI | Alta         | 3/1 ou mais (Fonte: Imagens) | -                           | Vulnerabilidade Social é Relevante | 10        | Muito Alto                            |
|    | 2      | 2      | 2            | 3                            | 0                           | 1                                  |           |                                       |
| 44 | Com AG | Com SI | Alta         | 3/1 ou mais (Fonte: Imagens) | Não Há                      | Vulnerabilidade Social é Relevante | 10        | Muito Alto                            |
|    | 2      | 2      | 2            | 3                            | 0                           | 1                                  |           |                                       |
| 45 | Com AG | Com SI | Alta         | 3/1 ou mais (Fonte: Imagens) | Obra Sem Qualidade Atestada | Vulnerabilidade Social é Relevante | 9         | Muito Alto                            |
|    | 2      | 2      | 2            | 3                            | -1                          | 1                                  |           |                                       |
| 46 | Com AG | Com SI | Alta         | 3/1 ou mais (Fonte: Imagens) | Não Há                      | Vulnerabilidade Social é Relevante | 10        | Muito Alto                            |
|    | 2      | 2      | 2            | 3                            | 0                           | 1                                  |           |                                       |
| 47 | Com AG | Com SI | Alta         | 2/1 (Fonte: Imagens)         | Obra Sem Qualidade Atestada | Vulnerabilidade Social é Relevante | 8         | Muito Alto                            |
|    | 2      | 2      | 2            | 2                            | -1                          | 1                                  |           |                                       |
| 48 | Com AG | Com SI | Alta         | 3/1 ou mais (Fonte: Imagens) | Não Há                      | Vulnerabilidade Social é Relevante | 10        | Muito Alto                            |
|    | 2      | 2      | 2            | 3                            | 0                           | 1                                  |           |                                       |
| 49 | Com AG | Com SI | Alta         | 3/1 ou mais (Fonte: Imagens) | -                           | Vulnerabilidade Social é Relevante | 10        | Muito Alto                            |
|    | 2      | 2      | 2            | 3                            | 0                           | 1                                  |           |                                       |

APÊNDICE C – Resumo dos resultados obtidos após a primeira e a segunda modificação na metodologia de Soares e Pereira (2017)

| SR | Lamberty e Mendonça (2019)                           | Pereira (2017) |                                                | 1ª Modificação |                          | 2ª Modificação |                          |
|----|------------------------------------------------------|----------------|------------------------------------------------|----------------|--------------------------|----------------|--------------------------|
|    | Classificação de Risco<br>Lamberty e Mendonça (2019) | Somatório      | Classificação<br>de Risco<br>Pereira<br>(2017) | Somatório      | Grau de<br>Risco<br>NOVO | Somatório      | Grau de<br>Risco<br>NOVO |
| 2  | Alto                                                 | 6              | Médio                                          | 6              | Alto                     | 6              | Alto                     |
| 3  | Alto                                                 | 6              | Médio                                          | 6              | Alto                     | 6              | Alto                     |
| 4  | Muito Alto                                           | 10             | Muito Alto                                     | 9,5            | Muito Alto               | 8,5            | Muito Alto               |
| 5  | Muito Alto                                           | 10             | Muito Alto                                     | 9,5            | Muito Alto               | 8,5            | Muito Alto               |
| 6  | Alto                                                 | 9              | Muito Alto                                     | 8,5            | Muito Alto               | 7,5            | Alto                     |
| 7  | Muito Alto                                           | 10             | Muito Alto                                     | 9,5            | Muito Alto               | 8,5            | Muito Alto               |
| 8  | Alto                                                 | 9              | Muito Alto                                     | 8,5            | Muito Alto               | 7,5            | Alto                     |
| 9  | Alto                                                 | 8              | Muito Alto                                     | 8              | Muito Alto               | 7              | Alto                     |
| 10 | Muito Alto                                           | 10             | Muito Alto                                     | 9,5            | Muito Alto               | 8,5            | Muito Alto               |
| 11 | Alto                                                 | 9              | Muito Alto                                     | 8,5            | Muito Alto               | 7,5            | Alto                     |

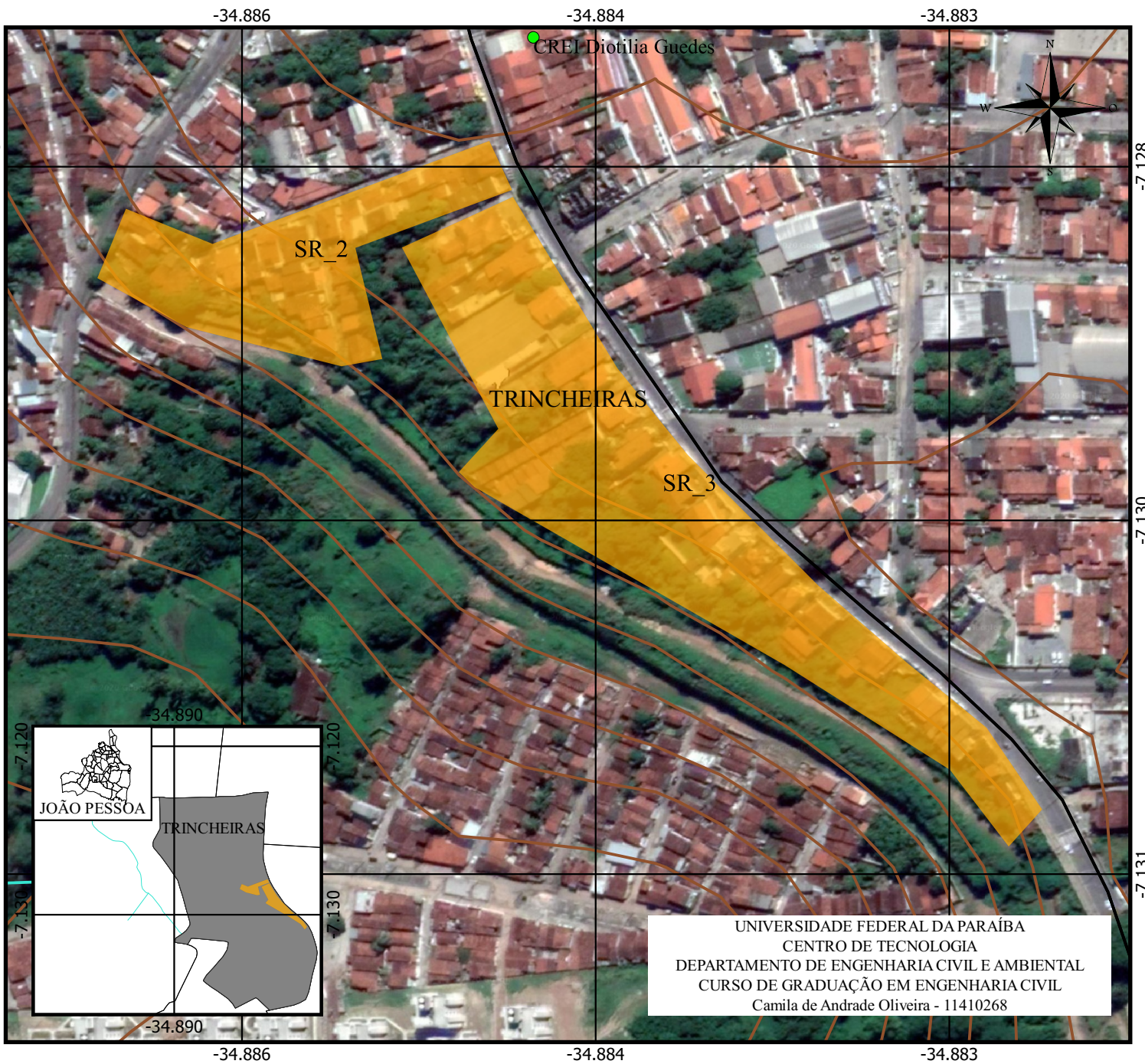
| SR | Lamberty e Mendonça (2019)                           | Pereira (2017) |                                                | 1ª Modificação |                          | 2ª Modificação |                          |
|----|------------------------------------------------------|----------------|------------------------------------------------|----------------|--------------------------|----------------|--------------------------|
|    | Classificação de Risco<br>Lamberty e Mendonça (2019) | Somatório      | Classificação<br>de Risco<br>Pereira<br>(2017) | Somatório      | Grau de<br>Risco<br>NOVO | Somatório      | Grau de<br>Risco<br>NOVO |
| 12 | Alto                                                 | 8              | Muito Alto                                     | 8              | Muito Alto               | 7              | Alto                     |
| 13 | Alto                                                 | 10             | Muito Alto                                     | 9,5            | Muito Alto               | 8,5            | Muito Alto               |
| 14 | Alto                                                 | 10             | Muito Alto                                     | 9,5            | Muito Alto               | 8,5            | Muito Alto               |
| 15 | Alto                                                 | 10             | Muito Alto                                     | 9,5            | Muito Alto               | 8,5            | Muito Alto               |
| 16 | Alto                                                 | 9              | Muito Alto                                     | 8,5            | Muito Alto               | 7,5            | Alto                     |
| 17 | Alto                                                 | 10             | Muito Alto                                     | 9,5            | Muito Alto               | 8,5            | Muito Alto               |
| 18 | Muito Alto                                           | 10             | Muito Alto                                     | 9,5            | Muito Alto               | 8,5            | Muito Alto               |
| 19 | Alto                                                 | 9              | Muito Alto                                     | 8,5            | Muito Alto               | 7,5            | Alto                     |
| 20 | Alto                                                 | 9              | Muito Alto                                     | 8,5            | Muito Alto               | 7,5            | Alto                     |
| 21 | Alto                                                 | 10             | Muito Alto                                     | 9,5            | Muito Alto               | 8,5            | Muito Alto               |
| 22 | Alto                                                 | 9              | Muito Alto                                     | 8,5            | Muito Alto               | 7,5            | Alto                     |
| 23 | Muito Alto                                           | 10             | Muito Alto                                     | 9,5            | Muito Alto               | 8,5            | Muito Alto               |

| SR | Lamberty e Mendonça (2019)                           | Pereira (2017) |                                                | 1ª Modificação |                          | 2ª Modificação |                          |
|----|------------------------------------------------------|----------------|------------------------------------------------|----------------|--------------------------|----------------|--------------------------|
|    | Classificação de Risco<br>Lamberty e Mendonça (2019) | Somatório      | Classificação<br>de Risco<br>Pereira<br>(2017) | Somatório      | Grau de<br>Risco<br>NOVO | Somatório      | Grau de<br>Risco<br>NOVO |
| 24 | Alto                                                 | 9              | Muito Alto                                     | 8,5            | Muito Alto               | 7,5            | Alto                     |
| 25 | Alto                                                 | 9              | Muito Alto                                     | 8,5            | Muito Alto               | 7,5            | Alto                     |
| 26 | Alto                                                 | 9              | Muito Alto                                     | 8,5            | Muito Alto               | 7,5            | Alto                     |
| 27 | Alto                                                 | 9              | Muito Alto                                     | 9              | Muito Alto               | 8              | Muito Alto               |
| 28 | Muito Alto                                           | 10             | Muito Alto                                     | 9,5            | Muito Alto               | 8,5            | Muito Alto               |
| 29 | Muito Alto                                           | 10             | Muito Alto                                     | 9,5            | Muito Alto               | 8,5            | Muito Alto               |
| 30 | Alto                                                 | 10             | Muito Alto                                     | 9,5            | Muito Alto               | 8,5            | Muito Alto               |
| 31 | Alto                                                 | 10             | Muito Alto                                     | 9,5            | Muito Alto               | 8,5            | Muito Alto               |
| 32 | Alto                                                 | 10             | Muito Alto                                     | 9,5            | Muito Alto               | 8,5            | Muito Alto               |
| 33 | Alto                                                 | 7              | Alto                                           | 7              | Alto                     | 6              | Alto                     |
| 34 | Muito Alto                                           | 10             | Muito Alto                                     | 9,5            | Muito Alto               | 8,5            | Muito Alto               |
| 35 | Alto                                                 | 10             | Muito Alto                                     | 9,5            | Muito Alto               | 8,5            | Muito Alto               |

| SR | Lamberty e Mendonça (2019)                           | Pereira (2017) |                                                | 1ª Modificação |                          | 2ª Modificação |                          |
|----|------------------------------------------------------|----------------|------------------------------------------------|----------------|--------------------------|----------------|--------------------------|
|    | Classificação de Risco<br>Lamberty e Mendonça (2019) | Somatório      | Classificação<br>de Risco<br>Pereira<br>(2017) | Somatório      | Grau de<br>Risco<br>NOVO | Somatório      | Grau de<br>Risco<br>NOVO |
| 36 | Muito Alto                                           | 9              | Muito Alto                                     | 8,5            | Muito Alto               | 7,5            | Alto                     |
| 37 | Muito Alto                                           | 10             | Muito Alto                                     | 9,5            | Muito Alto               | 8,5            | Muito Alto               |
| 38 | Alto                                                 | 7              | Alto                                           | 7              | Alto                     | 6              | Alto                     |
| 39 | Muito Alto                                           | 10             | Muito Alto                                     | 9,5            | Muito Alto               | 8,5            | Muito Alto               |
| 40 | Alto                                                 | 8              | Muito Alto                                     | 8              | Muito Alto               | 7              | Alto                     |
| 41 | Alto                                                 | 10             | Muito Alto                                     | 9,5            | Muito Alto               | 8,5            | Muito Alto               |
| 42 | Muito Alto                                           | 10             | Muito Alto                                     | 9,5            | Muito Alto               | 8,5            | Muito Alto               |
| 43 | Muito Alto                                           | 10             | Muito Alto                                     | 9,5            | Muito Alto               | 8,5            | Muito Alto               |
| 44 | Muito Alto                                           | 10             | Muito Alto                                     | 9,5            | Muito Alto               | 8,5            | Muito Alto               |
| 45 | Muito Alto                                           | 9              | Muito Alto                                     | 8,5            | Muito Alto               | 7,5            | Alto                     |
| 46 | Muito Alto                                           | 10             | Muito Alto                                     | 9,5            | Muito Alto               | 8,5            | Muito Alto               |
| 47 | Alto                                                 | 8              | Muito Alto                                     | 7,5            | Alto                     | 6,5            | Alto                     |
| 48 | Muito Alto                                           | 10             | Muito Alto                                     | 9,5            | Muito Alto               | 8,5            | Muito Alto               |
| 49 | Muito Alto                                           | 10             | Muito Alto                                     | 9,5            | Muito Alto               | 8,5            | Muito Alto               |



#### APÊNDICE D – Mapas de risco de João Pessoa-PB.



## CARTA DE RISCO A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA

SETORES 02 E 03 - BAIRRO TRINCHEIRAS

MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA - PB

MARÇO DE 2020

| SR | Processo     | Número de Edificações em Risco |
|----|--------------|--------------------------------|
| 02 | Deslizamento | 85                             |
| 03 | Deslizamento | 90                             |

### LEGENDA

- Localidades
- Infra\_transp
- Drenagem\_L
- Area\_urbana
- Curv\_nivel\_5
- Setor\_risco
- Alto
- Muito Alto

Nota: As Cartas de Risco estão localizadas no interior dos setores de perigo e qualificam o risco em quatro graus. Podem ser utilizados como apoio ao planejamento e ordenamento territorial urbano, criação de sistemas de alerta e evacuação e como instrumento preliminar na orientação para a definição de obras de engenharia preventivas e de reabilitação e não exime a necessidade de investigação geológica-geotécnica de detalhe. A autora agradece a gentileza de comunicação de falhas ou omissões verificadas nas cartas.

0 50 100 150 200 m

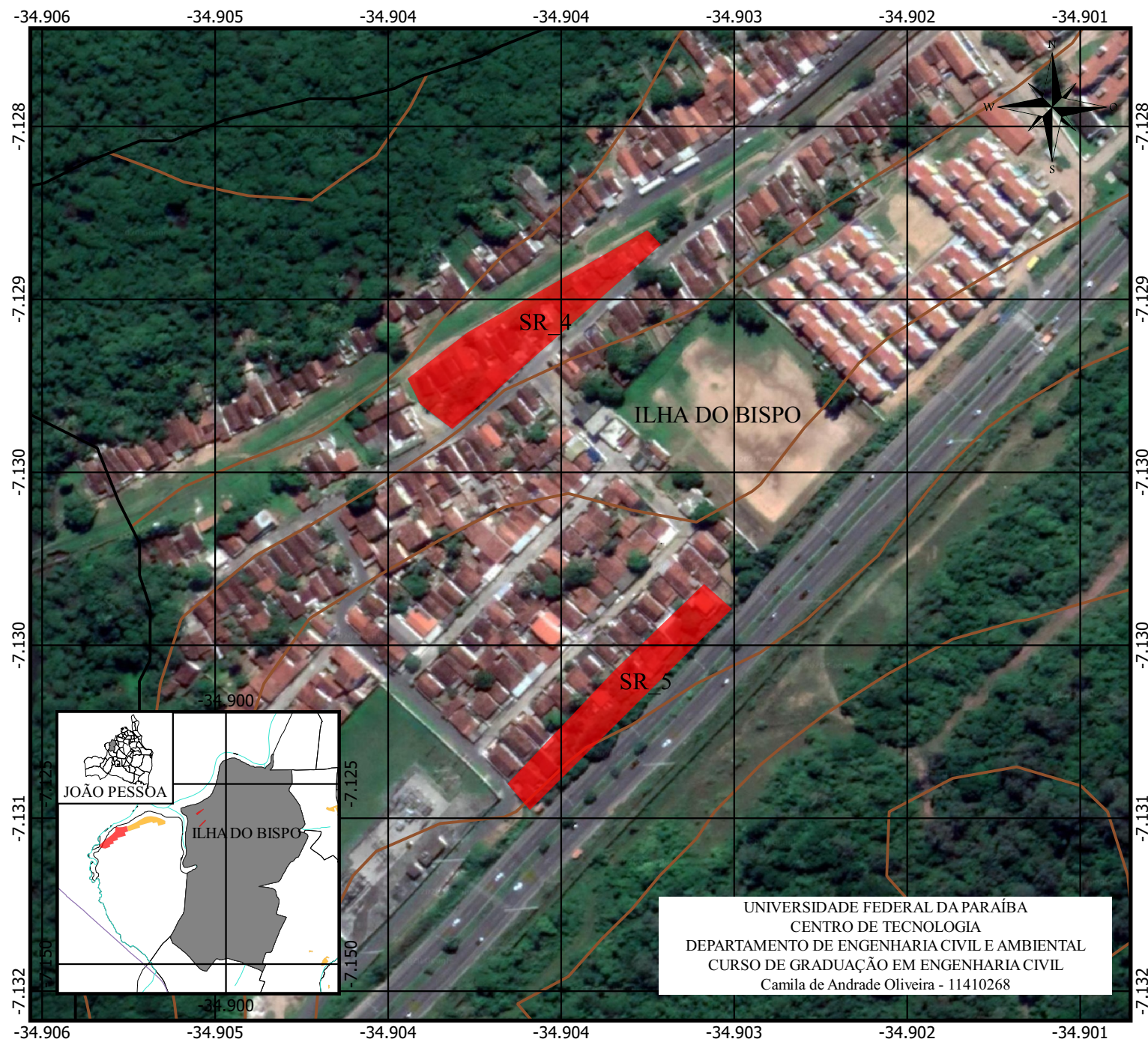
PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE  
MERCATOR

Origem da Quilometragem UTM: Equador e Meridiano Central -45° W. Gr. acrescidas as constantes 10000 km e 500 km respectivamente

Datum Horizontal: SIRGAS 2000 Fuso e Zona: 25 S

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL  
Camila de Andrade Oliveira - 11410268





## CARTA DE RISCO A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA

SETORES 04 A 05 - BAIRRO ILHA DO BISPO

MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA - PB

MARÇO DE 2020

| SR | Processo                      | Número de Edificações em Risco |
|----|-------------------------------|--------------------------------|
| 04 | Deslizamento                  | 22                             |
| 05 | Deslizamento e Erosão Laminar | 12                             |

### LEGENDA

- Localidades
- Infra\_transp
- Drenagem\_L
- Area\_urbana
- Curv\_nivel\_5
- Setor\_risco
- Alto
- Muito Alto

Nota: As Cartas de Risco estão localizadas no interior dos setores de perigo e qualificam o risco em quatro graus. Podem ser utilizados como apoio ao planejamento e ordenamento territorial urbano, criação de sistemas de alerta e evacuação e como instrumento preliminar na orientação para a definição de obras de engenharia preventivas e de reabilitação e não exime a necessidade de investigação geológica-geotécnica de detalhe. A autora agradece a gentileza de comunicação de falhas ou omissões verificadas nas cartas.

0 50 100 150 200 m

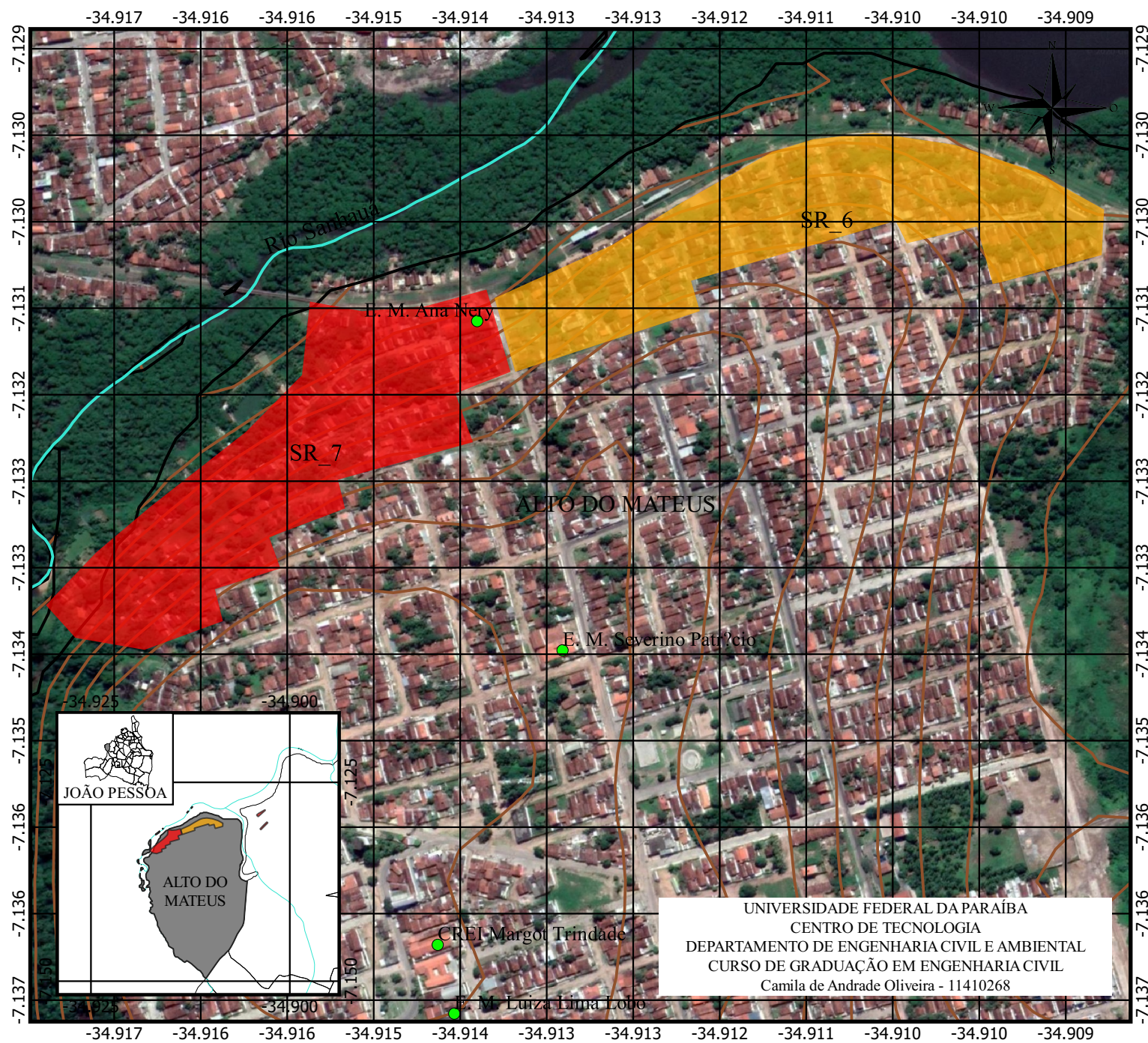
PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR

Origem da Quilometragem UTM: Equador e Meridiano Central -45° W. Gr. acrescidas as constantes 10000 km e 500 km respectivamente

Datum Horizontal: SIRGAS 2000 Fuso e Zona: 25 S

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL  
Camila de Andrade Oliveira - 11410268





## CARTA DE RISCO A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA

SETORES 06 A 07 - BAIRRO ALTO DO MATEUS

MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA - PB

MARÇO DE 2020

| SR | Processo              | Número de Edificações em Risco |
|----|-----------------------|--------------------------------|
| 06 | Deslizamento          | 240                            |
| 07 | Deslizamento e Ravina | 225                            |

### LEGENDA

- Localidades
- Infra\_transp
- Drenagem\_L
- Area\_urbana
- Curv\_nivel\_5
- Sector\_risco
  - Alto
  - Muito Alto

Nota: As Cartas de Risco estão localizadas no interior dos setores de perigo e qualificam o risco em quatro graus. Podem ser utilizados como apoio ao planejamento e ordenamento territorial urbano, criação de sistemas de alerta e evacuação e como instrumento preliminar na orientação para a definição de obras de engenharia preventivas e de reabilitação e não exime a necessidade de investigação geológica-geotécnica de detalhe. A autora agradece a gentileza de comunicação de falhas ou omissões verificadas nas cartas.

0 100 200 300 400 m

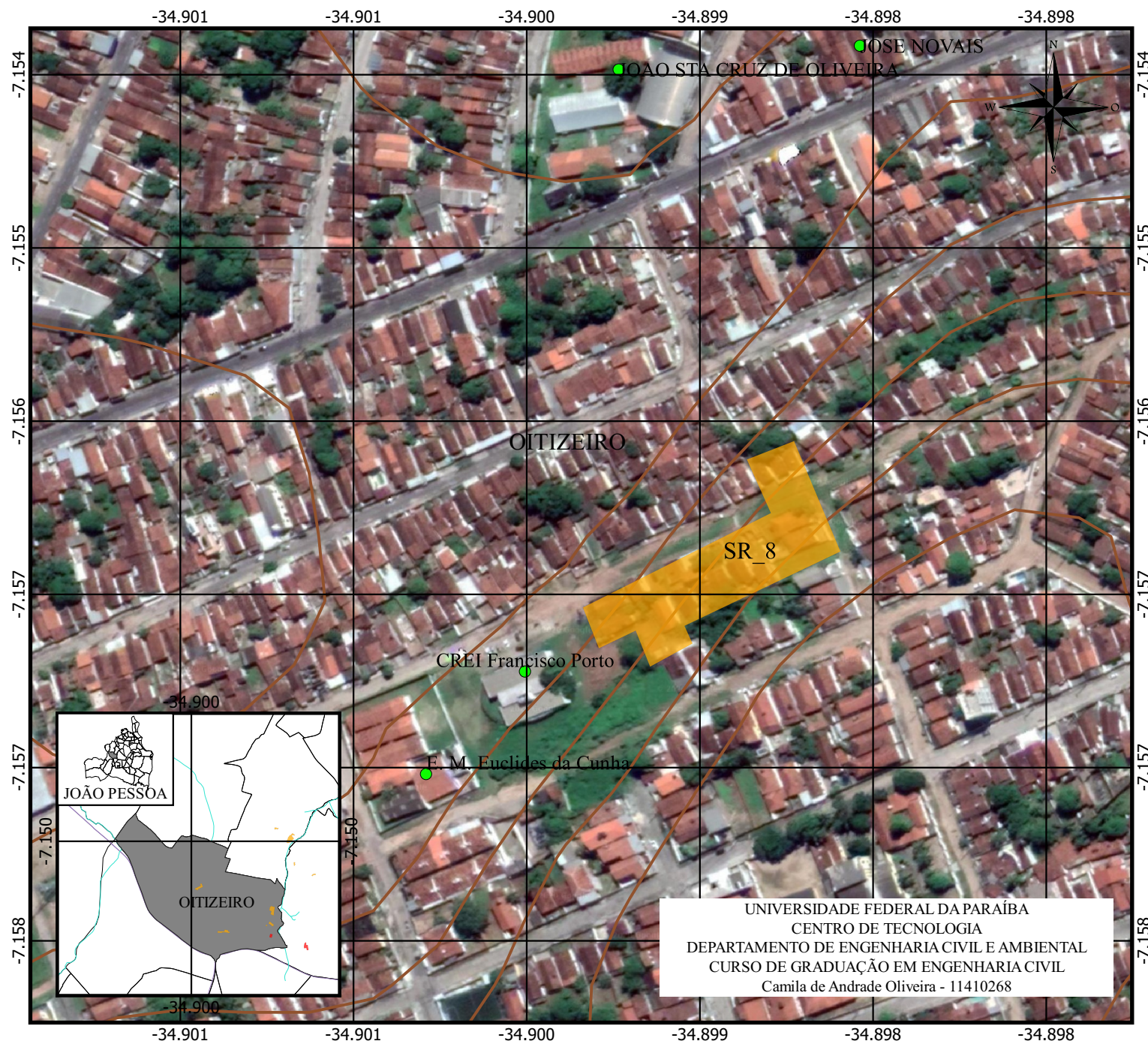
PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR

Origem da Quilometragem UTM: Equador e Meridiano Central -45° W. Gr. acrescidas as constantes 10000 km e 500 km respectivamente

Datum Horizontal: SIRGAS 2000 Fuso e Zona: 25 S

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL  
Camila de Andrade Oliveira - 11410268





## CARTA DE RISCO A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA

SETOR 08 - BAIRRO OITIZEIRO

MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA - PB

MARÇO DE 2020

| SR | Processo              | Número de Edificações em Risco |
|----|-----------------------|--------------------------------|
| 8  | Deslizamento e Ravina | 16                             |

### LEGENDA

- Localidades
- Infra\_transp
- Drenagem\_L
- Area\_urbana
- Curv\_nivel\_5
- Setor\_risco
- Alto
- Muito Alto

Nota: As Cartas de Risco estão localizadas no interior dos setores de perigo e qualificam o risco em quatro graus. Podem ser utilizados como apoio ao planejamento e ordenamento territorial urbano, criação de sistemas de alerta e evacuação e como instrumento preliminar na orientação para a definição de obras de engenharia preventivas e de reabilitação e não exime a necessidade de investigação geológica-geotécnica de detalhe. A autora agradece a gentileza de comunicação de falhas ou omissões verificadas nas cartas.

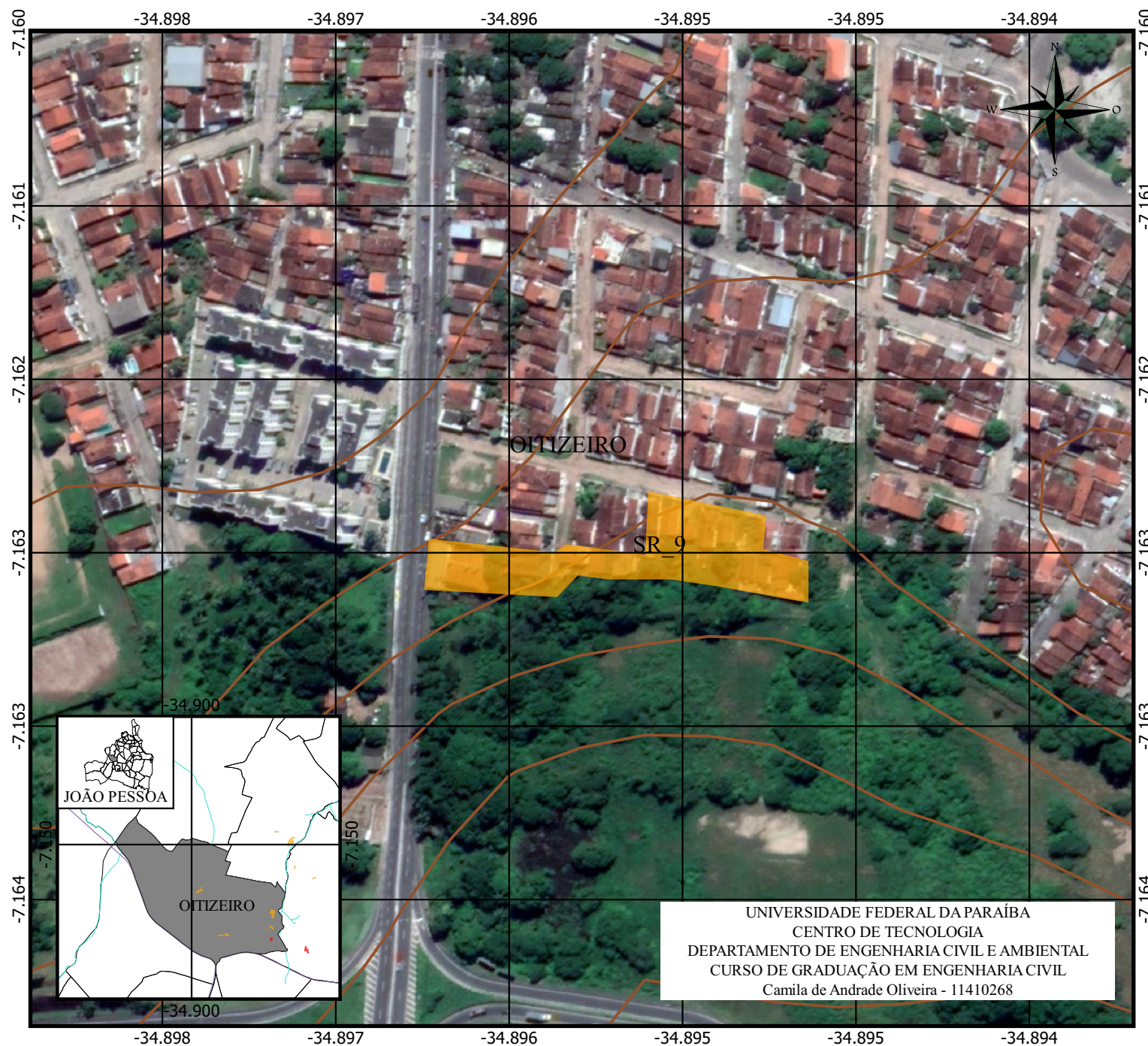
0 50 100 150 200 m

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE  
MERCATOR

Origem da Quilometragem UTM: Equador e Meridiano  
Central -45° W. Gr. acrescidas as constantes 10000 km e  
500 km respectivamente

Datum Horizontal: SIRGAS 2000 Fuso e Zona: 25 S





## CARTA DE RISCO A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA

SETOR 09 - BAIRRO OITIZEIRO

MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA - PB

MARÇO DE 2020

| SR | Processo     | Número de Edificações em Risco |
|----|--------------|--------------------------------|
| 09 | Deslizamento | 24                             |

### LEGENDA

- Localidades
- Infra\_transp
- Drenagem\_L
- Area\_urbana
- Curv\_nivel\_5
- Setor\_risco
- Alto
- Muito Alto

Nota: As Cartas de Risco estão localizadas no interior dos setores de perigo e qualificam o risco em quatro graus. Podem ser utilizados como apoio ao planejamento e ordenamento territorial urbano, criação de sistemas de alerta e evacuação e como instrumento preliminar na orientação para a definição de obras de engenharia preventivas e de reabilitação e não exime a necessidade de investigação geológica-geotécnica de detalhe. A autora agradece a gentileza de comunicação de falhas ou omissões verificadas nas cartas.

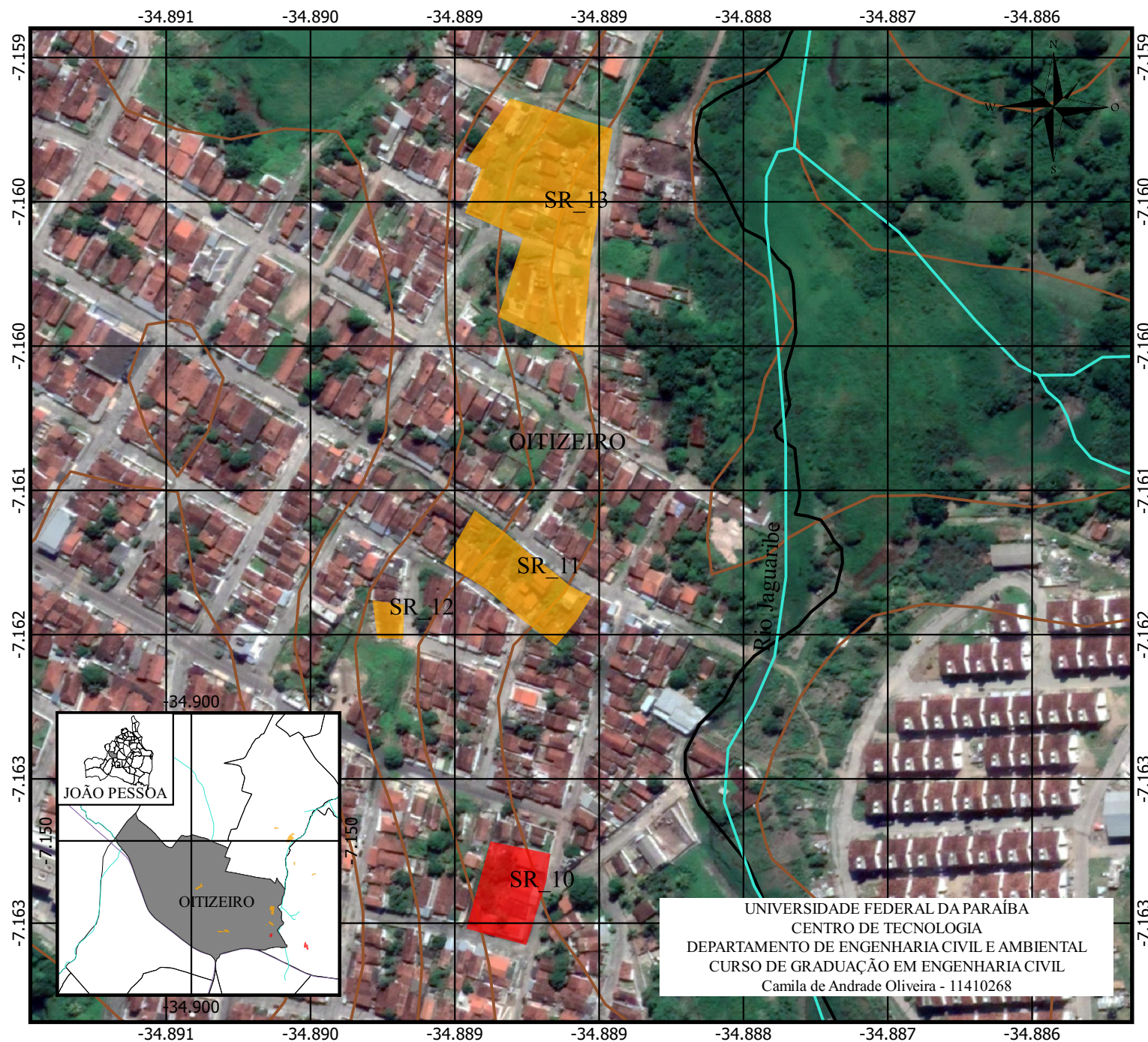
0 50 100 150 200 m

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE  
MERCATOR

Origem da Quilometragem UTM: Equador e Meridiano  
Central -45° W. Gr. acrescidas as constantes 10000 km e  
500 km respectivamente

Datum Horizontal: SIRGAS 2000 Fuso e Zona: 25 S





## CARTA DE RISCO A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA

SETORES 10 A 13 - BAIRRO OITIZEIRO

MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA - PB

MARÇO DE 2020

| SR | Processo     | Número de Edificações em Risco |
|----|--------------|--------------------------------|
| 10 | Deslizamento | 7                              |
| 11 | Deslizamento | 17                             |
| 12 | Deslizamento | 3                              |
| 13 | Deslizamento | 30                             |

### LEGENDA

- Localidades
  - Infra\_transp
  - Drenagem\_L
  - Area\_urbana
  - Curv\_nivel\_5
- Sector\_risco
- Alto
  - Muito Alto

Nota: As Cartas de Risco estão localizadas no interior dos setores de perigo e qualificam o risco em quatro graus. Podem ser utilizados como apoio ao planejamento e ordenamento territorial urbano, criação de sistemas de alerta e evacuação e como instrumento preliminar na orientação para a definição de obras de engenharia preventivas e de reabilitação e não exime a necessidade de investigação geológica-geotécnica de detalhe. A autora agradece a gentileza de comunicação de falhas ou omissões verificadas nas cartas.

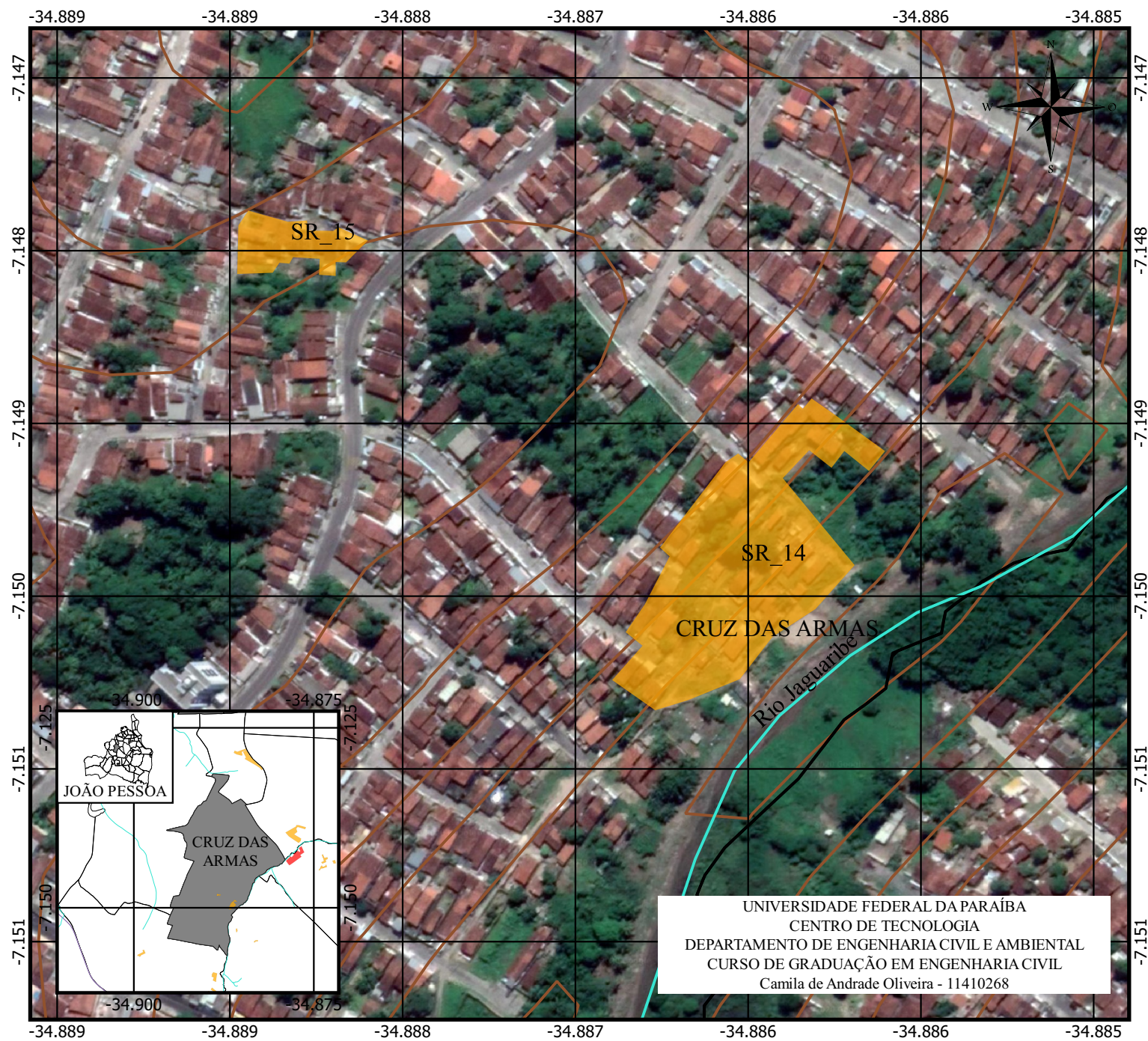
0 50 100 150 200 m

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR

Origem da Quilometragem UTM: Equador e Meridiano Central -45° W. Gr. acrescidas as constantes 10000 km e 500 km respectivamente

Datum Horizontal: SIRGAS 2000 Fuso e Zona: 25 S





## CARTA DE RISCO A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA

SETORES 14 A 15 - BAIRRO CRUZ DAS ARMAS

MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA - PB

MARÇO DE 2020

| SR | Processo              | Número de Edificações em Risco |
|----|-----------------------|--------------------------------|
| 14 | Deslizamento          | 35                             |
| 15 | Deslizamento e Ravina | 15                             |

### LEGENDA

- Localidades
- Infra\_transp
- Drenagem\_L
- Area\_urbana
- Curv\_nivel\_5
- Setor\_risco
  - Alto
  - Muito Alto

Nota: As Cartas de Risco estão localizadas no interior dos setores de perigo e qualificam o risco em quatro graus. Podem ser utilizados como apoio ao planejamento e ordenamento territorial urbano, criação de sistemas de alerta e evacuação e como instrumento preliminar na orientação para a definição de obras de engenharia preventivas e de reabilitação e não exime a necessidade de investigação geológica-geotécnica de detalhe. A autora agradece a gentileza de comunicação de falhas ou omissões verificadas nas cartas.

0 50 100 150 200 m

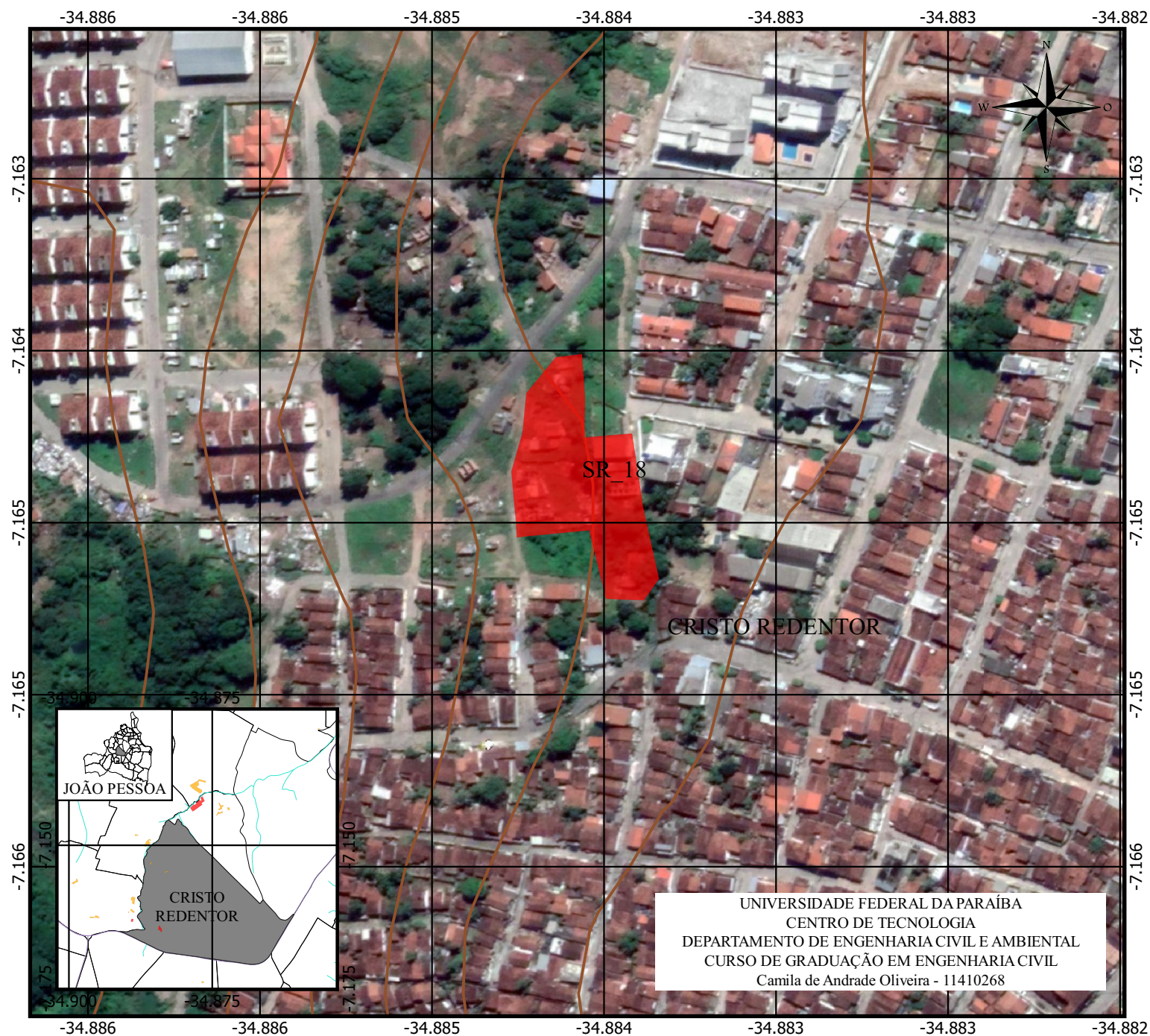
PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE  
MERCATOR

Origem da Quilometragem UTM: Equador e Meridiano  
Central -45° W. Gr. acrescidas as constantes 10000 km e  
500 km respectivamente

Datum Horizontal: SIRGAS 2000 Fuso e Zona: 25 S

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL  
Camila de Andrade Oliveira - 11410268





## CARTA DE RISCO A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA

SETOR 18 - BAIRRO CRISTO REDENTOR

MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA - PB

MARÇO DE 2020

| SR | Processo                      | Número de Edificações em Risco |
|----|-------------------------------|--------------------------------|
| 18 | Deslizamento e Erosão Laminar | 16                             |

### LEGENDA

- Localidades
- Infra\_transp
- Drenagem\_L
- Area\_urbana
- Curv\_nivel\_5
- Setor\_risco
- Alto
- Muito Alto

Nota: As Cartas de Risco estão localizadas no interior dos setores de perigo e qualificam o risco em quatro graus. Podem ser utilizados como apoio ao planejamento e ordenamento territorial urbano, criação de sistemas de alerta e evacuação e como instrumento preliminar na orientação para a definição de obras de engenharia preventivas e de reabilitação e não exime a necessidade de investigação geológica-geotécnica de detalhe. A autora agradece a gentileza de comunicação de falhas ou omissões verificadas nas cartas.

0 50 100 150 200 m

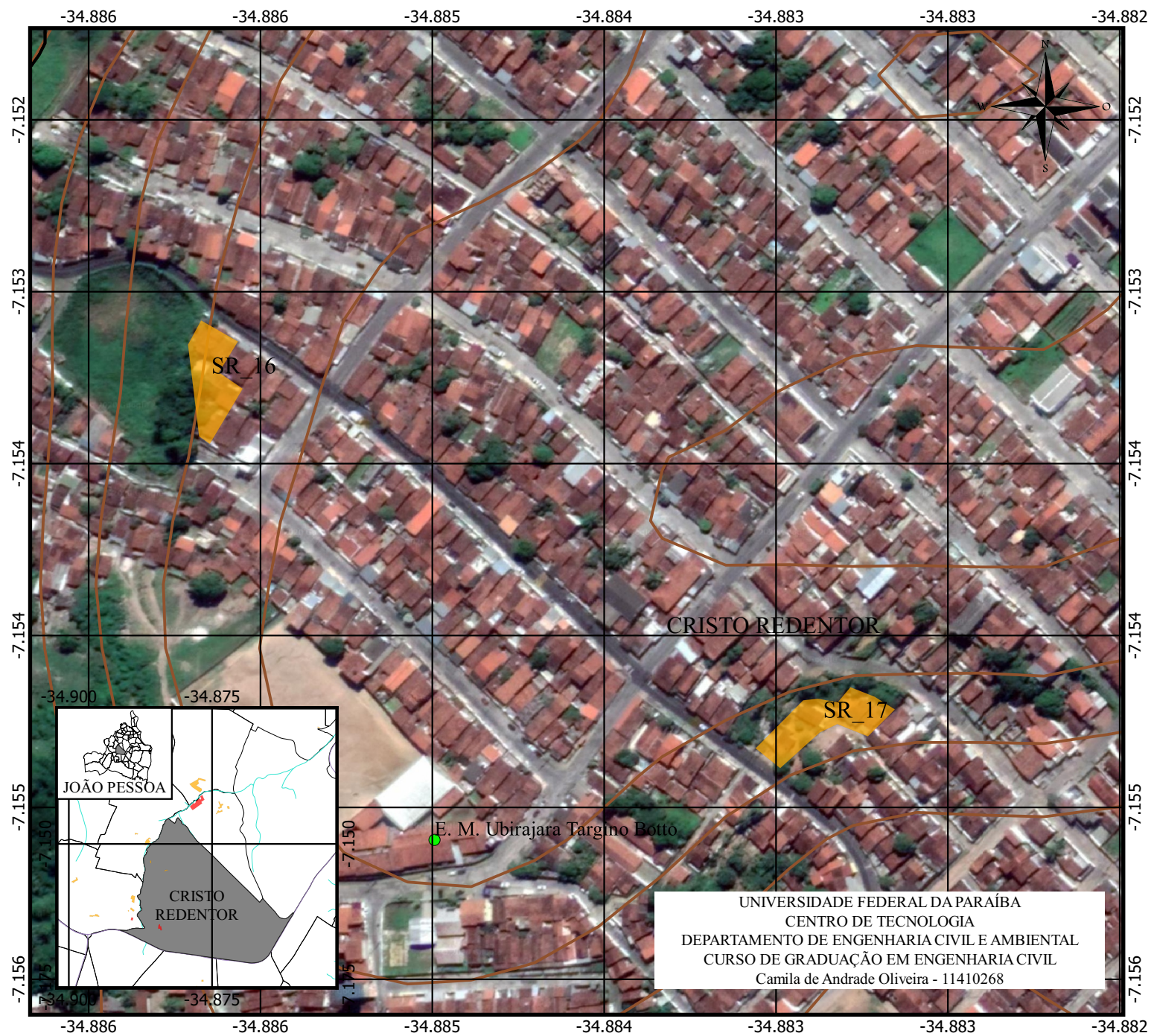
PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE  
MERCATOR

Origem da Quilometragem UTM: Equador e Meridiano  
Central -45° W. Gr. acrescidas as constantes 10000 km e  
500 km respectivamente

Datum Horizontal: SIRGAS 2000 Fuso e Zona: 25 S

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL  
Camila de Andrade Oliveira - 11410268





## CARTA DE RISCO A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA

SETORES 16 A 17 - BAIRRO CRISTO REDENTOR

MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA - PB

MARÇO DE 2020

| SR | Processo     | Número de Edificações em Risco |
|----|--------------|--------------------------------|
| 16 | Deslizamento | 7                              |
| 17 | Deslizamento | 5                              |

### LEGENDA

- Localidades
- Infra\_transp
- Drenagem\_L
- Area\_urbana
- Curv\_nivel\_5
- Sector\_risco
- Alto
- Muito Alto

Nota: As Cartas de Risco estão localizadas no interior dos setores de perigo e qualificam o risco em quatro graus. Podem ser utilizados como apoio ao planejamento e ordenamento territorial urbano, criação de sistemas de alerta e evacuação e como instrumento preliminar na orientação para a definição de obras de engenharia preventivas e de reabilitação e não exime a necessidade de investigação geológica-geotécnica de detalhe. A autora agradece a gentileza de comunicação de falhas ou omissões verificadas nas cartas.

0 50 100 150 200 m

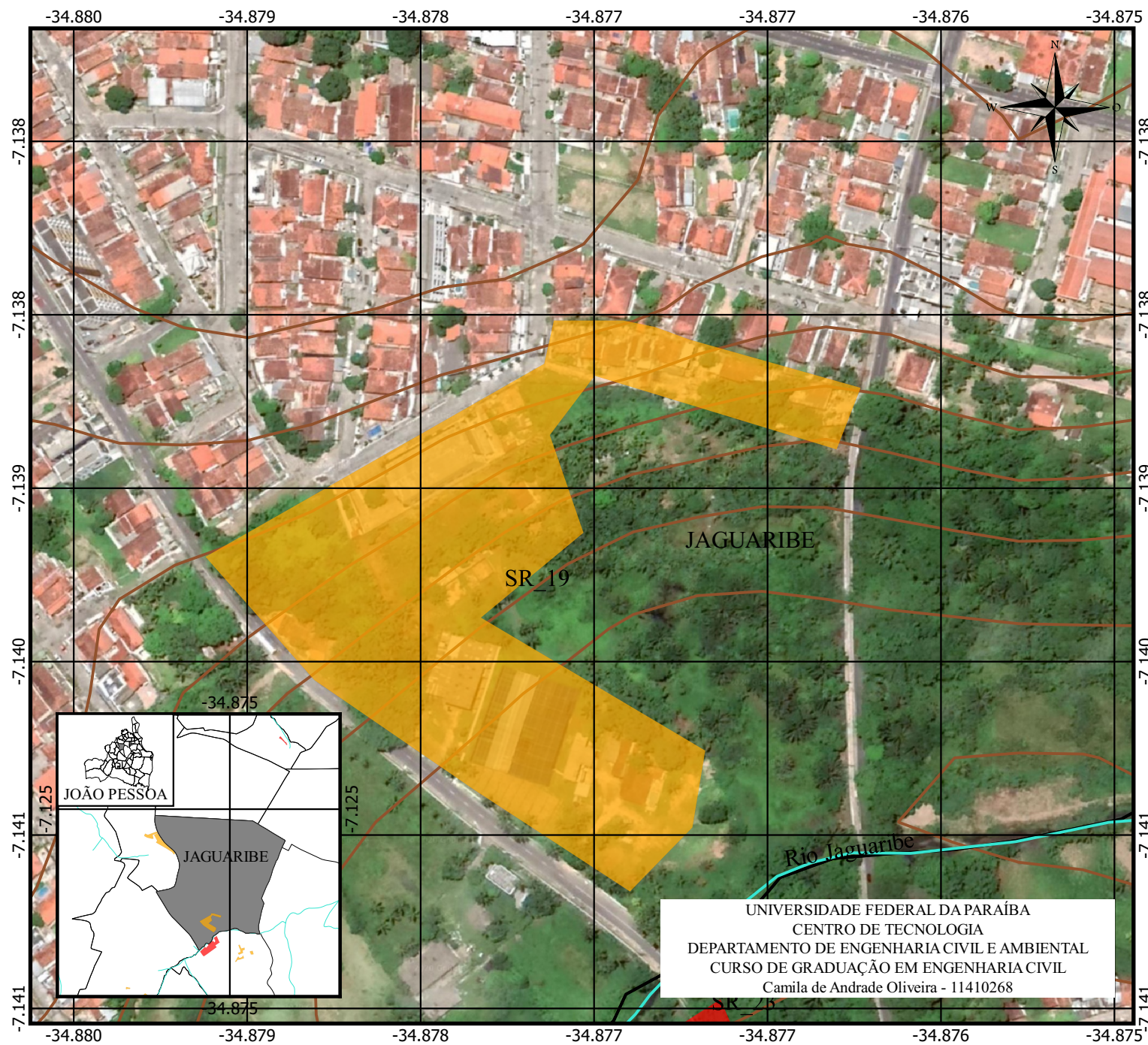
PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE  
MERCATOR

Origem da Quilometragem UTM: Equador e Meridiano  
Central -45° W. Gr. acrescidas as constantes 10000 km e  
500 km respectivamente

Datum Horizontal: SIRGAS 2000 Fuso e Zona: 25 S

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL  
Camila de Andrade Oliveira - 11410268





## CARTA DE RISCO A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA

SETOR 19 - BAIRRO JAGUARIBE

MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA - PB

MARÇO DE 2020

| SR | Processo     | Número de Edificações em Risco |
|----|--------------|--------------------------------|
| 19 | Deslizamento | 30                             |

### LEGENDA

- Localidades
- Infra\_transp
- Drenagem\_L
- Area\_urbana
- Curv\_nivel\_5
- Setor\_risco
- Alto
- Muito Alto

Nota: As Cartas de Risco estão localizadas no interior dos setores de perigo e qualificam o risco em quatro graus. Podem ser utilizados como apoio ao planejamento e ordenamento territorial urbano, criação de sistemas de alerta e evacuação e como instrumento preliminar na orientação para a definição de obras de engenharia preventivas e de reabilitação e não exime a necessidade de investigação geológica-geotécnica de detalhe. A autora agradece a gentileza de comunicação de falhas ou omissões verificadas nas cartas.

0 50 100 150 200 m

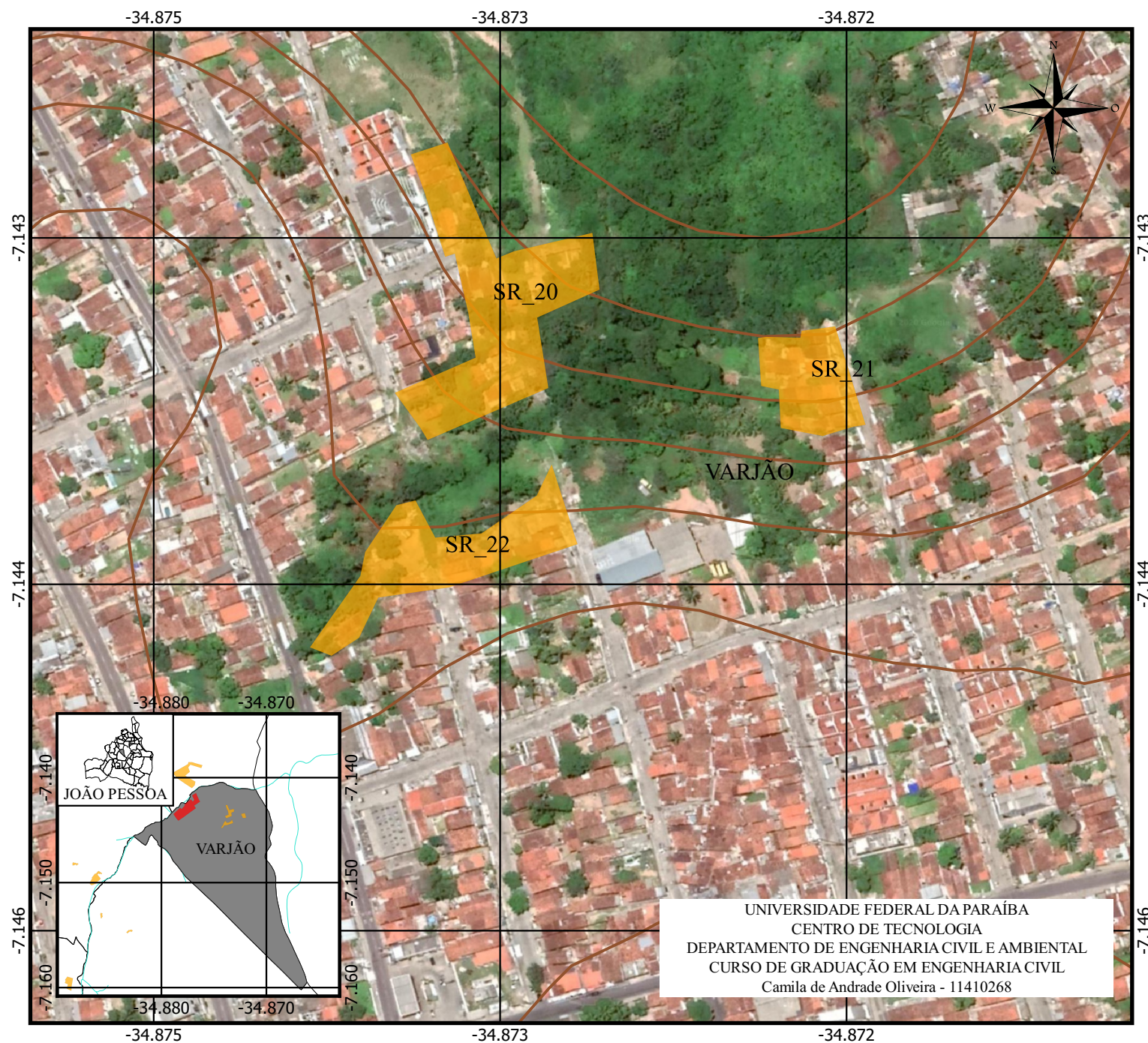
PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR

Origem da Quilometragem UTM: Equador e Meridiano Central -45° W. Gr. acrescidas as constantes 10000 km e 500 km respectivamente

Datum Horizontal: SIRGAS 2000 Fuso e Zona: 25 S

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL  
Camila de Andrade Oliveira - 11410268





## CARTA DE RISCO A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA

SETORES 20 A 22 - BAIRRO VARJÃO

MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA - PB

MARÇO DE 2020

| SR | Processo     | Número de Edificações em Risco |
|----|--------------|--------------------------------|
| 20 | Deslizamento | 25                             |
| 21 | Deslizamento | 16                             |
| 22 | Deslizamento | 17                             |

### LEGENDA

- Localidades
- Infra\_transp
- Drenagem\_L
- Area\_urbana
- Curv\_nivel\_5
- Setor\_risco
- Alto
- Muito Alto

Nota: As Cartas de Risco estão localizadas no interior dos setores de perigo e qualificam o risco em quatro graus. Podem ser utilizados como apoio ao planejamento e ordenamento territorial urbano, criação de sistemas de alerta e evacuação e como instrumento preliminar na orientação para a definição de obras de engenharia preventivas e de reabilitação e não exime a necessidade de investigação geológica-geotécnica de detalhe. A autora agradece a gentileza de comunicação de falhas ou omissões verificadas nas cartas.

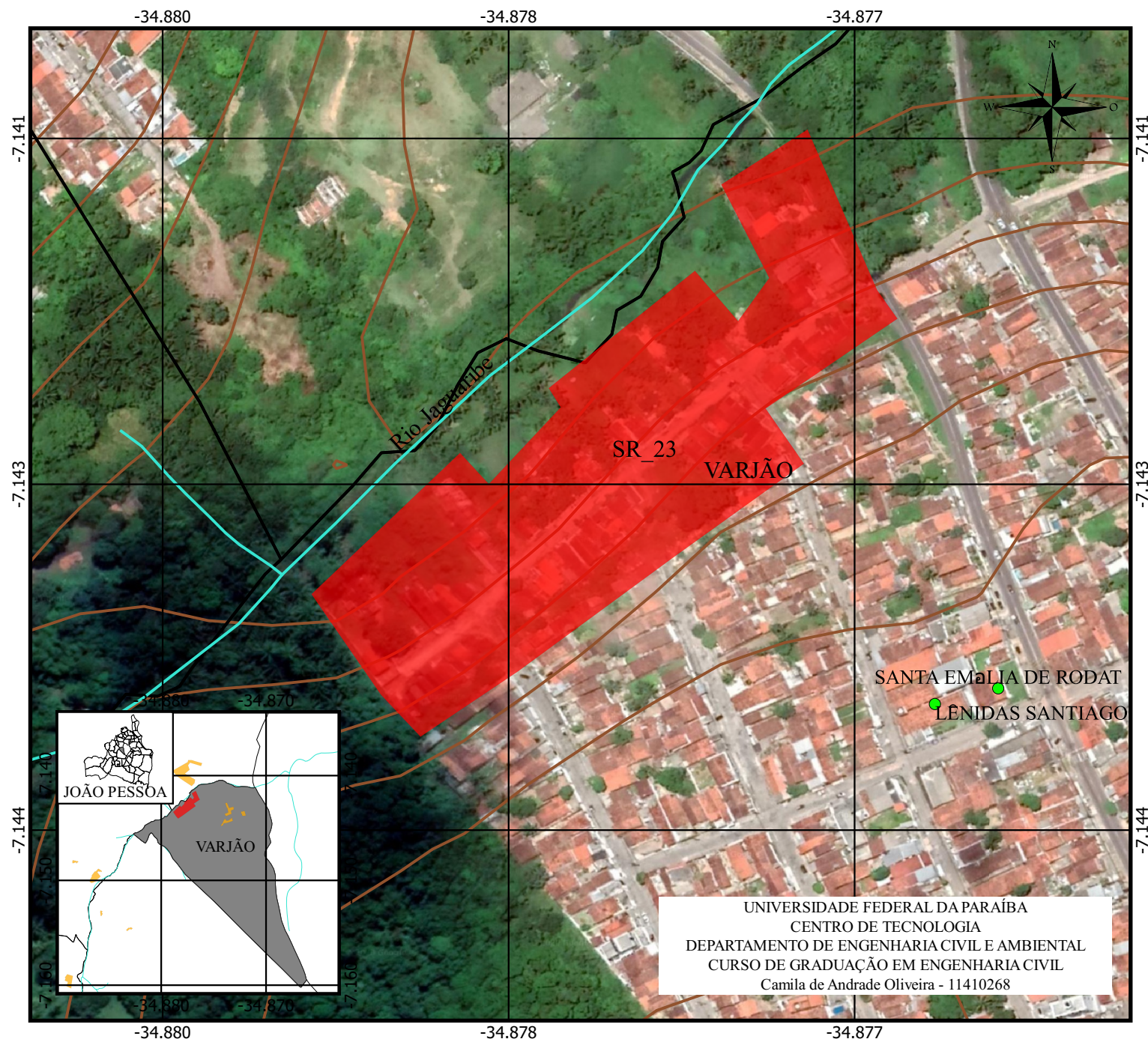
0 50 100 150 200 m

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE  
MERCATOR

Origem da Quilometragem UTM: Equador e Meridiano Central -45° W. Gr. acrescidas as constantes 10000 km e 500 km respectivamente

Datum Horizontal: SIRGAS 2000 Fuso e Zona: 25 S





## CARTA DE RISCO A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA

SETORES 23 - BAIRRO VARJÃO

MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA - PB

MARÇO DE 2020

| SR | Processo     | Número de Edificações em Risco |
|----|--------------|--------------------------------|
| 23 | Deslizamento | 68                             |

### LEGENDA

- |                |             |
|----------------|-------------|
| ● Localidades  | Setor_risco |
| — Infra_transp | Alto        |
| — Drenagem_L   | Muito Alto  |
| □ Area_urbana  |             |
| — Curv_nivel_5 |             |

Nota: As Cartas de Risco estão localizadas no interior dos setores de perigo e qualificam o risco em quatro graus. Podem ser utilizados como apoio ao planejamento e ordenamento territorial urbano, criação de sistemas de alerta e evacuação e como instrumento preliminar na orientação para a definição de obras de engenharia preventivas e de reabilitação e não exime a necessidade de investigação geológica-geotécnica de detalhe. A autora agradece a gentileza de comunicação de falhas ou omissões verificadas nas cartas.

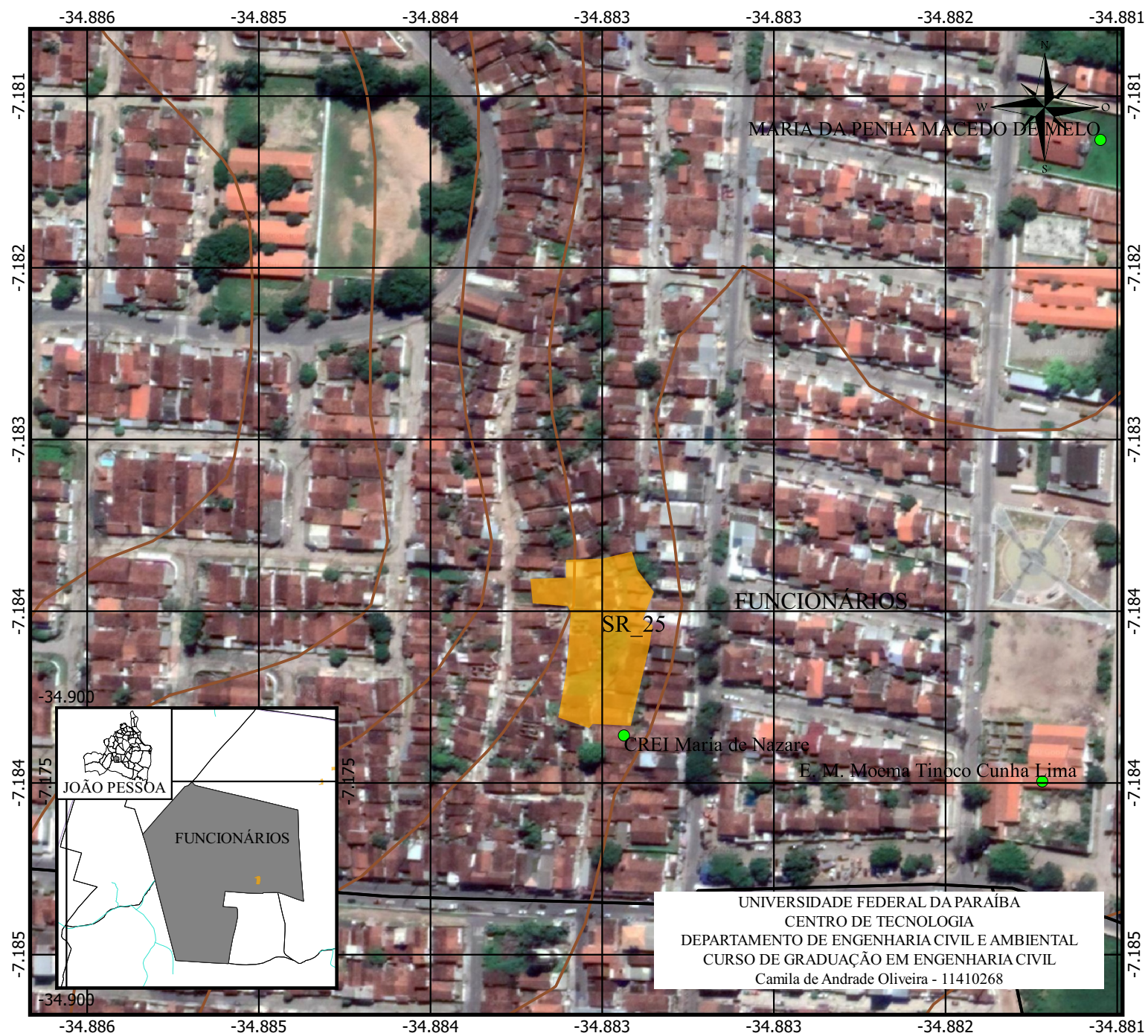
0 50 100 150 200 m

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE  
MERCATOR

Origem da Quilometragem UTM: Equador e Meridiano Central -45° W. Gr. acrescidas as constantes 10000 km e 500 km respectivamente

Datum Horizontal: SIRGAS 2000 Fuso e Zona: 25 S





## CARTA DE RISCO A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA

SETOR 25 - BAIRRO FUNCIONÁRIOS

MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA - PB

MARÇO DE 2020

| SR | Processo     | Número de Edificações em Risco |
|----|--------------|--------------------------------|
| 25 | Deslizamento | 28                             |

### LEGENDA

- Localidades
- Infra\_transp
- Drenagem\_L
- Area\_urbana
- Curv\_nivel\_5
- Setor\_risco
- Alto
- Muito Alto

Nota: As Cartas de Risco estão localizadas no interior dos setores de perigo e qualificam o risco em quatro graus. Podem ser utilizados como apoio ao planejamento e ordenamento territorial urbano, criação de sistemas de alerta e evacuação e como instrumento preliminar na orientação para a definição de obras de engenharia preventivas e de reabilitação e não exime a necessidade de investigação geológica-geotécnica de detalhe. A autora agradece a gentileza de comunicação de falhas ou omissões verificadas nas cartas.

0 50 100 150 200 m

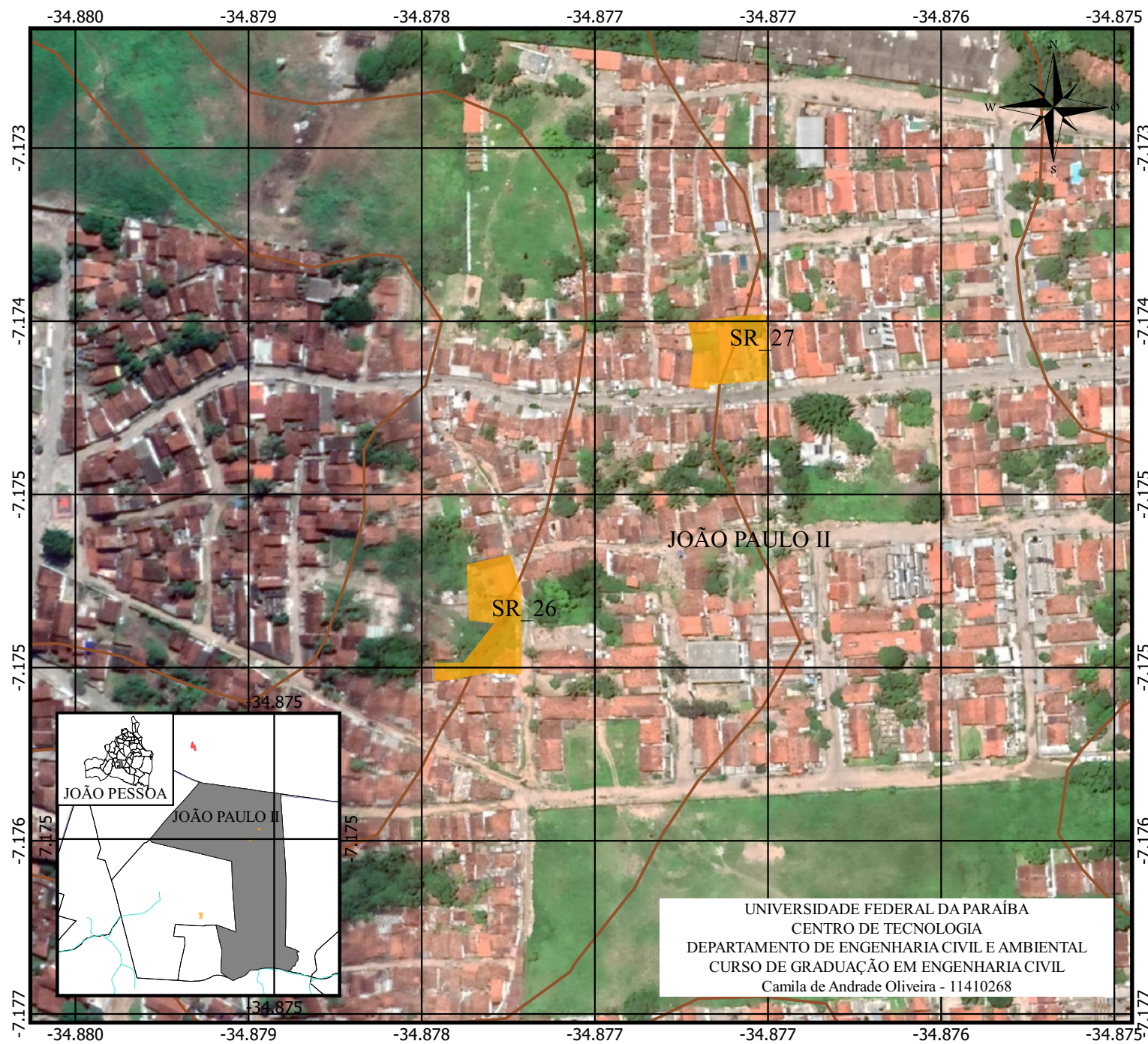
PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE  
MERCATOR

Origem da Quilometragem UTM: Equador e Meridiano  
Central -45° W. Gr. acrescidas as constantes 10000 km e  
500 km respectivamente

Datum Horizontal: SIRGAS 2000 Fuso e Zona: 25 S

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL  
Camila de Andrade Oliveira - 11410268





## CARTA DE RISCO A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA

SETORES 26 A 27 - BAIRRO JOÃO PAULO II

MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA - PB

MARÇO DE 2020

| SR | Processo                      | Número de Edificações em Risco |
|----|-------------------------------|--------------------------------|
| 26 | Deslizamento e Erosão Laminar | 8                              |
| 27 | Deslizamento                  | 3                              |

### LEGENDA

- Localidades
- Infra\_transp
- Drenagem\_L
- Area\_urbana
- Curv\_nivel\_5
- Sector\_risco
- Alto
- Muito Alto

Nota: As Cartas de Risco estão localizadas no interior dos setores de perigo e qualificam o risco em quatro graus. Podem ser utilizados como apoio ao planejamento e ordenamento territorial urbano, criação de sistemas de alerta e evacuação e como instrumento preliminar na orientação para a definição de obras de engenharia preventivas e de reabilitação e não exime a necessidade de investigação geológica-geotécnica de detalhe. A autora agradece a gentileza de comunicação de falhas ou omissões verificadas nas cartas.

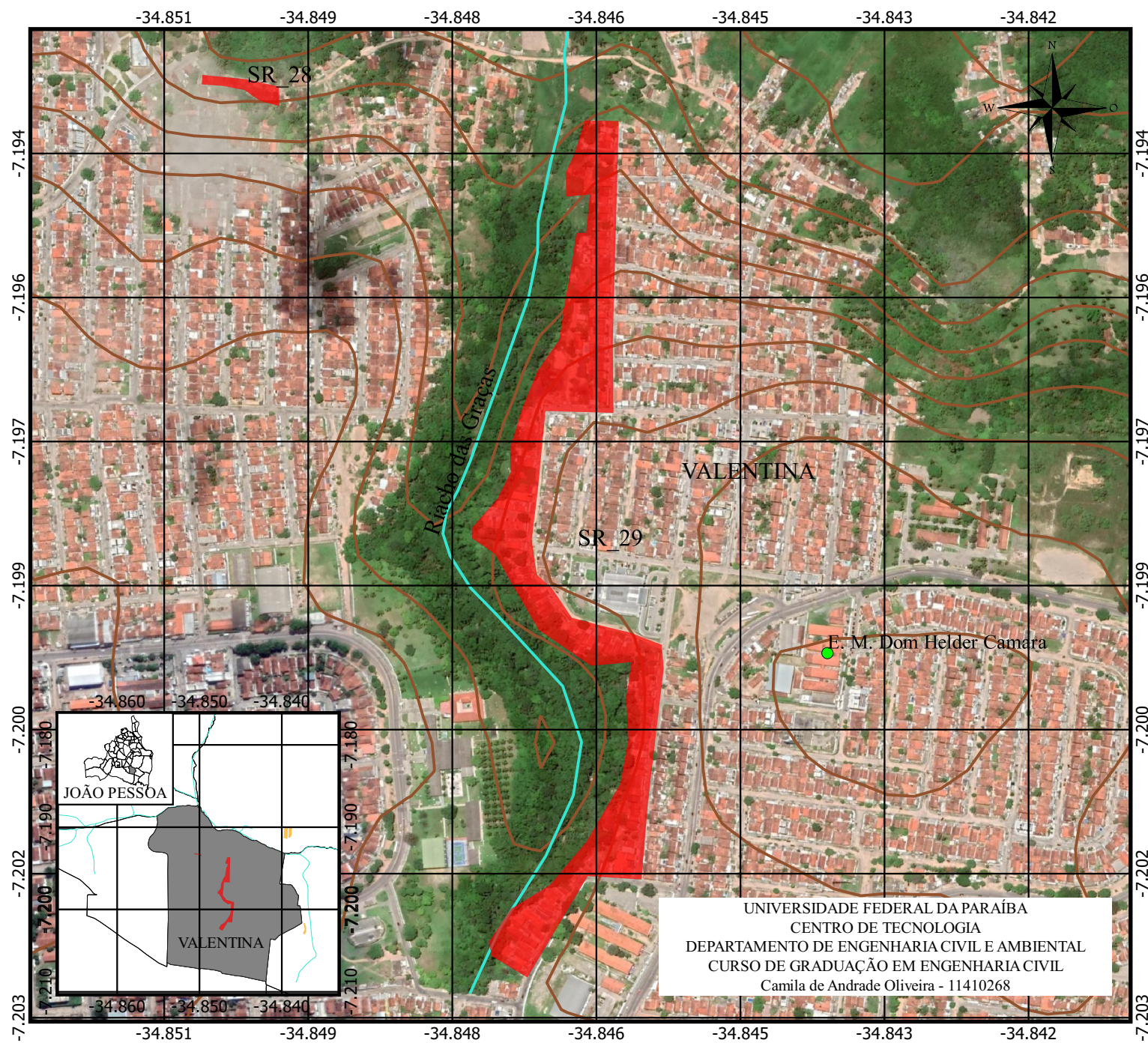
0 50 100 150 200 m

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE  
MERCATOR

Origem da Quilometragem UTM: Equador e Meridiano  
Central -45° W. Gr. acrescidas as constantes 10000 km e  
500 km respectivamente

Datum Horizontal: SIRGAS 2000 Fuso e Zona: 25 S





## CARTA DE RISCO A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA

SETORES 28 A 29 - BAIRRO VALENTINA

MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA - PB

MARÇO DE 2020

| SR | Processo     | Número de Edificações em Risco |
|----|--------------|--------------------------------|
| 28 | Deslizamento | 15                             |
| 29 | Deslizamento | 155                            |

### LEGENDA

- Localidades
- Infra\_transp
- Drenagem\_L
- Area\_urbana
- Curv\_nivel\_5
- Setor\_risco
  - Alto
  - Muito Alto

Nota: As Cartas de Risco estão localizadas no interior dos setores de perigo e qualificam o risco em quatro graus. Podem ser utilizados como apoio ao planejamento e ordenamento territorial urbano, criação de sistemas de alerta e evacuação e como instrumento preliminar na orientação para a definição de obras de engenharia preventivas e de reabilitação e não exime a necessidade de investigação geológica-geotécnica de detalhe. A autora agradece a gentileza de comunicação de falhas ou omissões verificadas nas cartas.

0 100 200 300 400 m

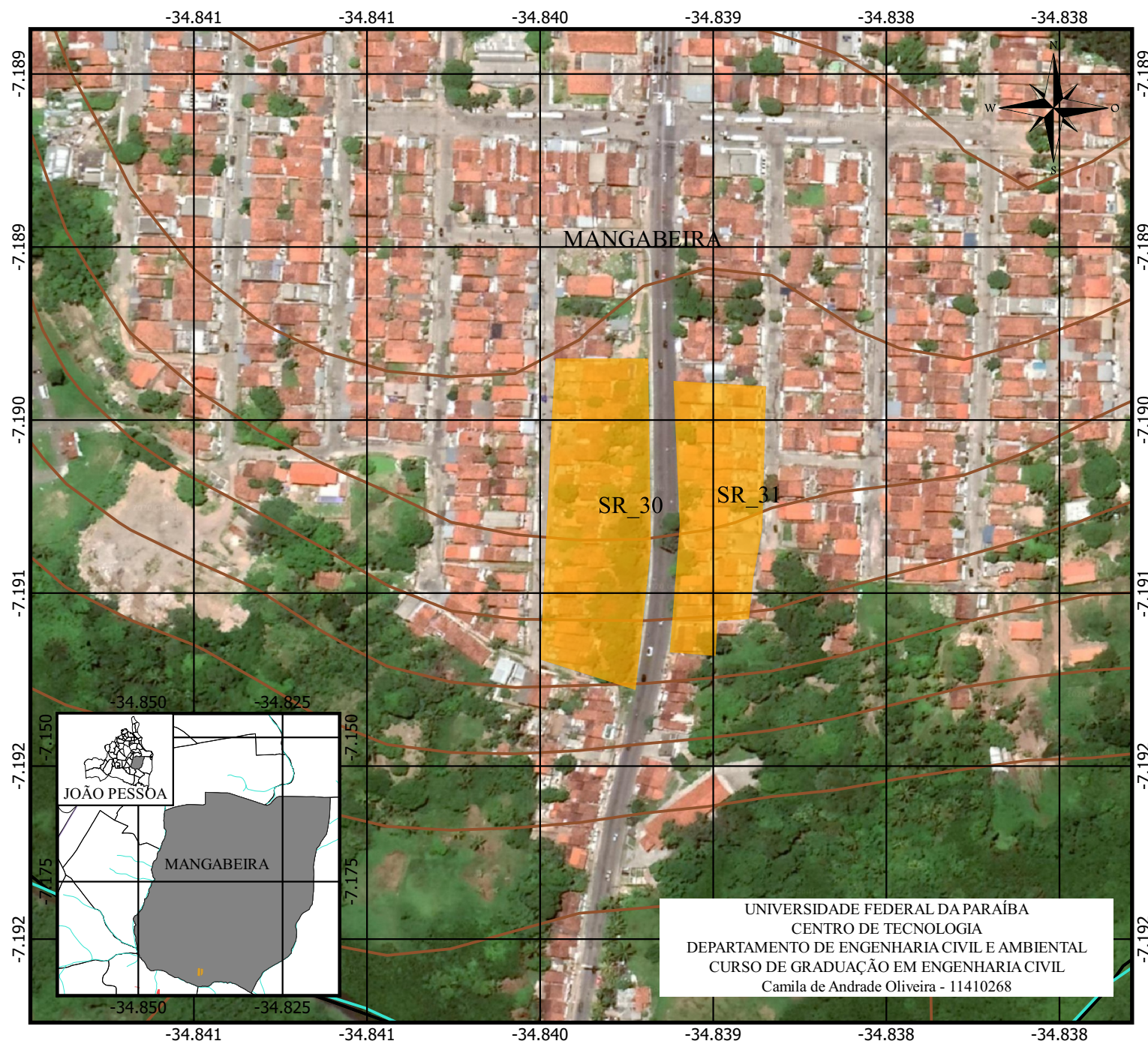
PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE  
MERCATOR

Origem da Quilometragem UTM: Equador e Meridiano Central -45° W. Gr. acrescidas as constantes 10000 km e 500 km respectivamente

Datum Horizontal: SIRGAS 2000 Fuso e Zona: 25 S

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL  
Camila de Andrade Oliveira - 11410268





## CARTA DE RISCO A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA

SETORES 30 A 31 - BAIRRO MANGABEIRA

MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA - PB

MARÇO DE 2020

| SR | Processo     | Número de Edificações em Risco |
|----|--------------|--------------------------------|
| 30 | Deslizamento | 40                             |
| 31 | Deslizamento | 32                             |

### LEGENDA

- Localidades
- Infra\_transp
- Drenagem\_L
- Area\_urbana
- Curv\_nivel\_5
- Sector\_risco
  - Alto
  - Muito Alto

Nota: As Cartas de Risco estão localizadas no interior dos setores de perigo e qualificam o risco em quatro graus. Podem ser utilizados como apoio ao planejamento e ordenamento territorial urbano, criação de sistemas de alerta e evacuação e como instrumento preliminar na orientação para a definição de obras de engenharia preventivas e de reabilitação e não exime a necessidade de investigação geológica-geotécnica de detalhe. A autora agradece a gentileza de comunicação de falhas ou omissões verificadas nas cartas.

0 50 100 150 200 m

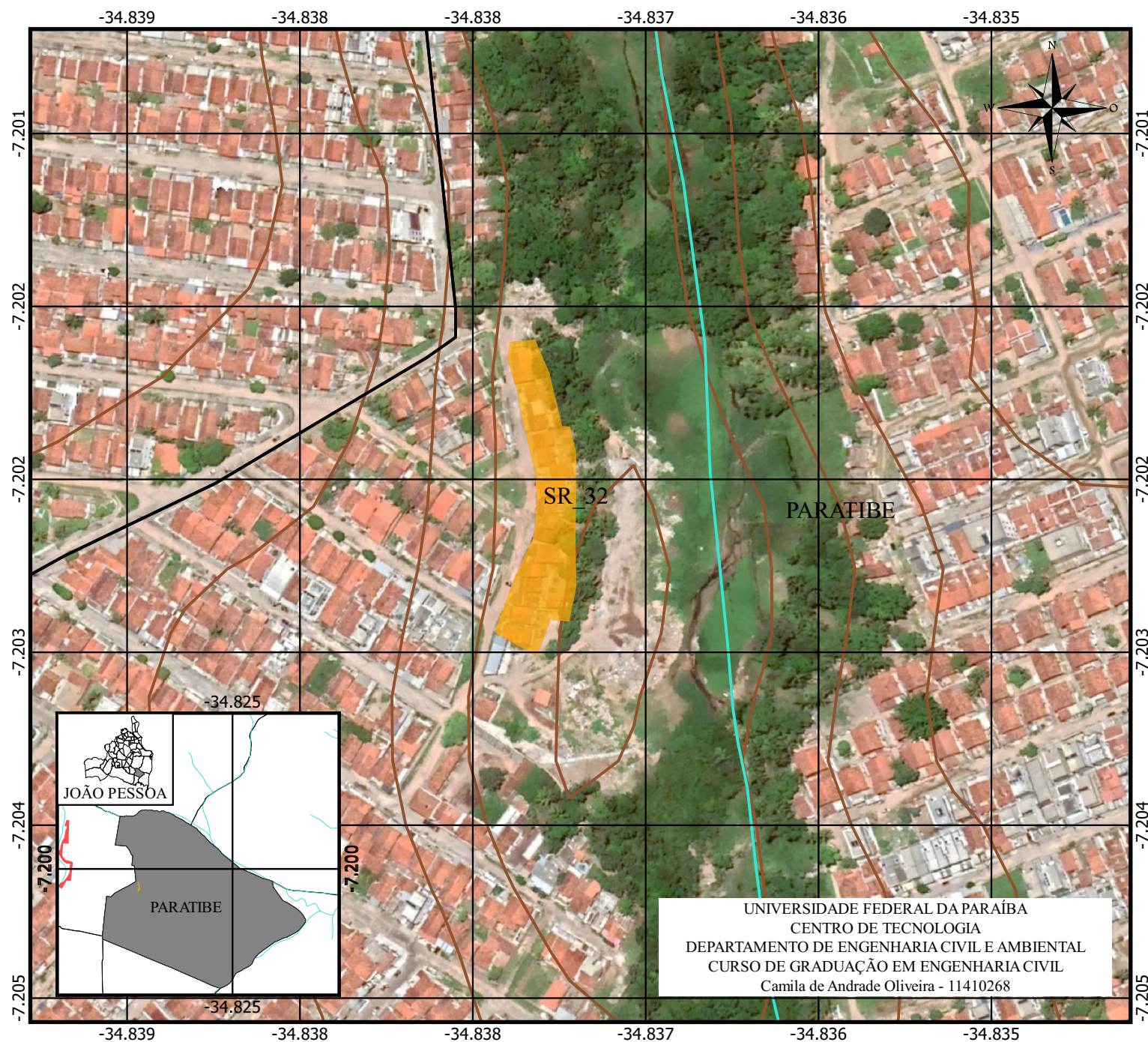
PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR

Origem da Quilometragem UTM: Equador e Meridiano Central -45° W. Gr. acrescidas as constantes 10000 km e 500 km respectivamente

Datum Horizontal: SIRGAS 2000 Fuso e Zona: 25 S

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL  
Camila de Andrade Oliveira - 11410268





## CARTA DE RISCO A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA

SETOR 32 - BAIRRO PARATIBE

MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA - PB

MARÇO DE 2020

| SR | Processo                      | Número de Edificações em Risco |
|----|-------------------------------|--------------------------------|
| 32 | Deslizamento e Erosão Laminar | 20                             |

### LEGENDA

- Localidades
- Infra\_transp
- Drenagem\_L
- Area\_urbana
- Curv\_nivel\_5
- Sector\_risco
- Alto
- Muito Alto

Nota: As Cartas de Risco estão localizadas no interior dos setores de perigo e qualificam o risco em quatro graus. Podem ser utilizados como apoio ao planejamento e ordenamento territorial urbano, criação de sistemas de alerta e evacuação e como instrumento preliminar na orientação para a definição de obras de engenharia preventivas e de reabilitação e não exime a necessidade de investigação geológica-geotécnica de detalhe. A autora agradece a gentileza de comunicação de falhas ou omissões verificadas nas cartas.

0 50 100 150 200 m

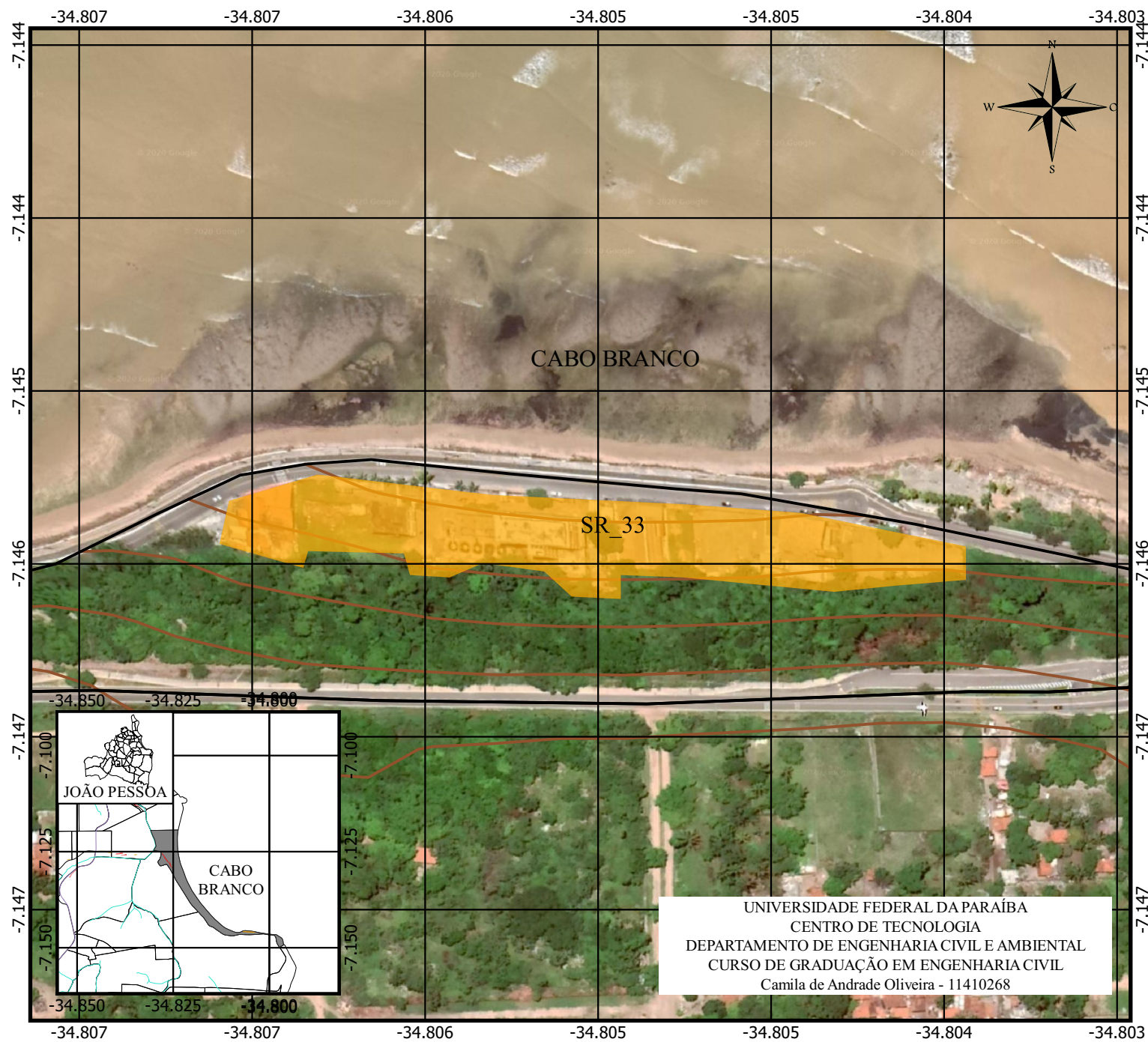
PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE  
MERCATOR

Origem da Quilometragem UTM: Equador e Meridiano Central -45° W. Gr. acrescidas as constantes 10000 km e 500 km respectivamente

Datum Horizontal: SIRGAS 2000 Fuso e Zona: 25 S

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL  
Camila de Andrade Oliveira - 11410268





## CARTA DE RISCO A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA

SETOR 33 - BAIRRO CABO BRANCO

MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA - PB

MARÇO DE 2020

| SR | Processo     | Número de Edificações em Risco |
|----|--------------|--------------------------------|
| 33 | Deslizamento | 20                             |

### LEGENDA

- Localidades
- Infra\_transp
- Drenagem\_L
- Area\_urbana
- Curv\_nivel\_5
- Setor\_risco
- Alto
- Muito Alto

Nota: As Cartas de Risco estão localizadas no interior dos setores de perigo e qualificam o risco em quatro graus. Podem ser utilizados como apoio ao planejamento e ordenamento territorial urbano, criação de sistemas de alerta e evacuação e como instrumento preliminar na orientação para a definição de obras de engenharia preventivas e de reabilitação e não exime a necessidade de investigação geológica-geotécnica de detalhe. A autora agradece a gentileza de comunicação de falhas ou omissões verificadas nas cartas.

0 50 100 150 200 m

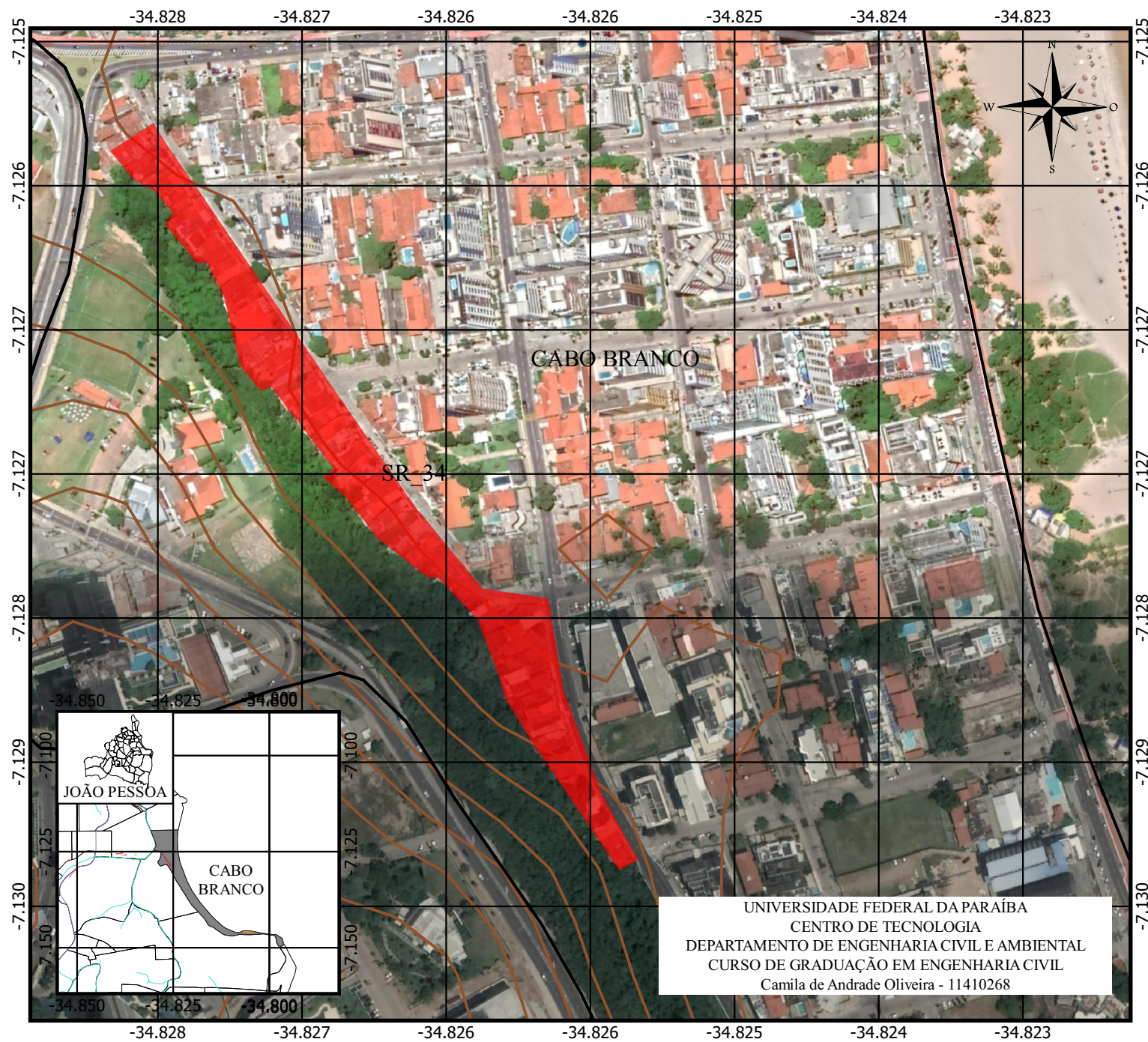
PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE  
MERCATOR

Origem da Quilometragem UTM: Equador e Meridiano  
Central -45° W. Gr. acrescidas as constantes 10000 km e  
500 km respectivamente

Datum Horizontal: SIRGAS 2000 Fuso e Zona: 25 S

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL  
Camila de Andrade Oliveira - 11410268





## CARTA DE RISCO A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA

SETOR 34 - BAIRRO CABO BRANCO

MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA - PB

MARÇO DE 2020

| SR | Processo     | Número de Edificações em Risco |
|----|--------------|--------------------------------|
| 34 | Deslizamento | 112                            |

### LEGENDA

- Localidades
- Infra\_transp
- Drenagem\_L
- Area\_urbana
- Curv\_nivel\_5
- Setor\_risco
- Alto
- Muito Alto

Nota: As Cartas de Risco estão localizadas no interior dos setores de perigo e qualificam o risco em quatro graus. Podem ser utilizados como apoio ao planejamento e ordenamento territorial urbano, criação de sistemas de alerta e evacuação e como instrumento preliminar na orientação para a definição de obras de engenharia preventivas e de reabilitação e não exime a necessidade de investigação geológica-geotécnica de detalhe. A autora agradece a gentileza de comunicação de falhas ou omissões verificadas nas cartas.

0 50 100 150 200 m

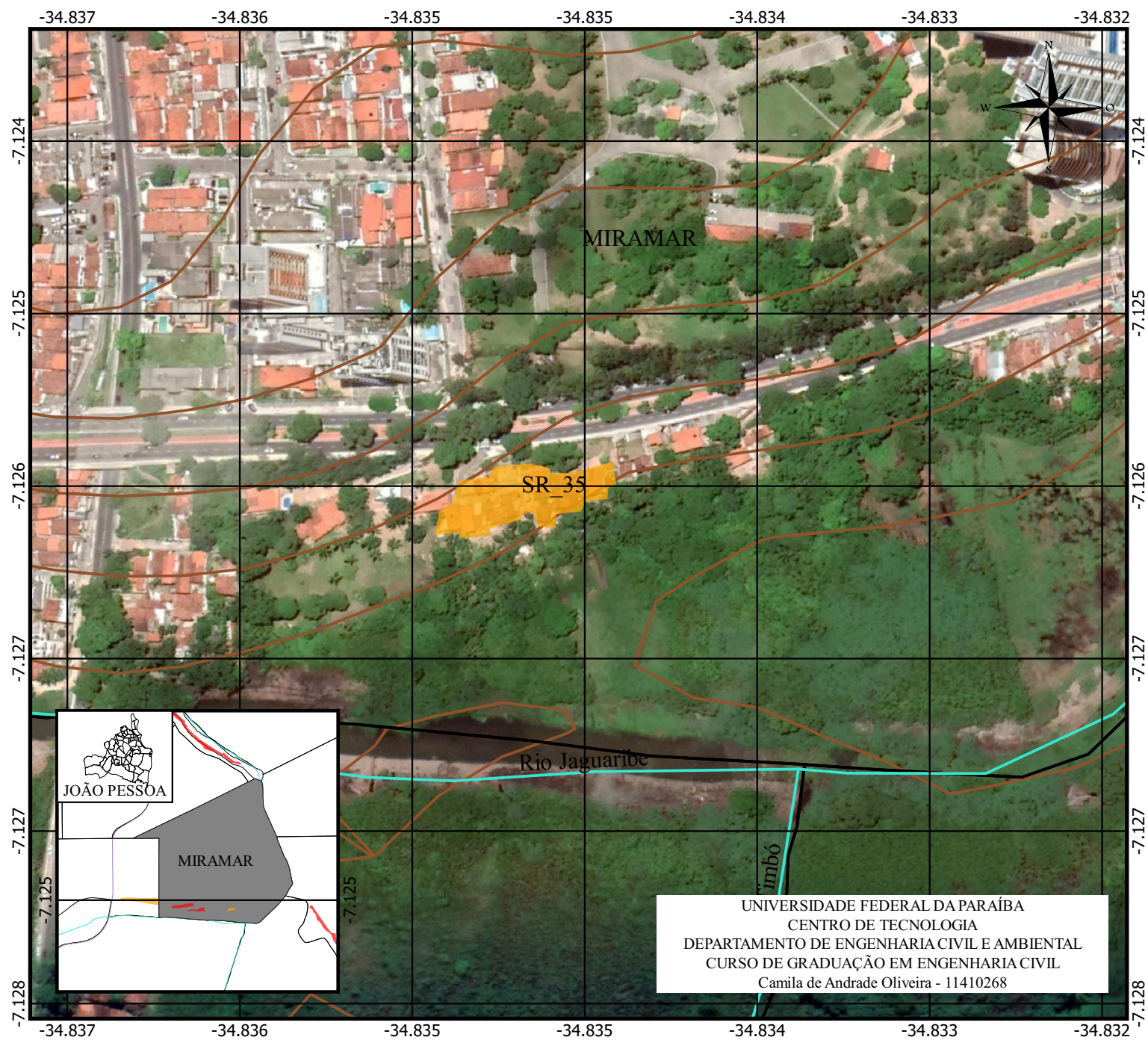
PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE  
MERCATOR

Origem da Quilometragem UTM: Equador e Meridiano  
Central -45° W. Gr. acrescidas as constantes 10000 km e  
500 km respectivamente

Datum Horizontal: SIRGAS 2000 Fuso e Zona: 25 S

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL  
Camila de Andrade Oliveira - 11410268





## CARTA DE RISCO A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA

SETOR 35 - BAIRRO MIRAMAR

MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA - PB

MARÇO DE 2020

| SR | Processo     | Número de Edificações em Risco |
|----|--------------|--------------------------------|
| 35 | Deslizamento | 12                             |

### LEGENDA

- Localidades
- Infra\_transp
- Drenagem\_L
- Area\_urbana
- Curv\_nivel\_5
- Setor\_risco
- Alto
- Muito Alto

Nota: As Cartas de Risco estão localizadas no interior dos setores de perigo e qualificam o risco em quatro graus. Podem ser utilizados como apoio ao planejamento e ordenamento territorial urbano, criação de sistemas de alerta e evacuação e como instrumento preliminar na orientação para a definição de obras de engenharia preventivas e de reabilitação e não exime a necessidade de investigação geológica-geotécnica de detalhe. A autora agradece a gentileza de comunicação de falhas ou omissões verificadas nas cartas.

0 50 100 150 200 m

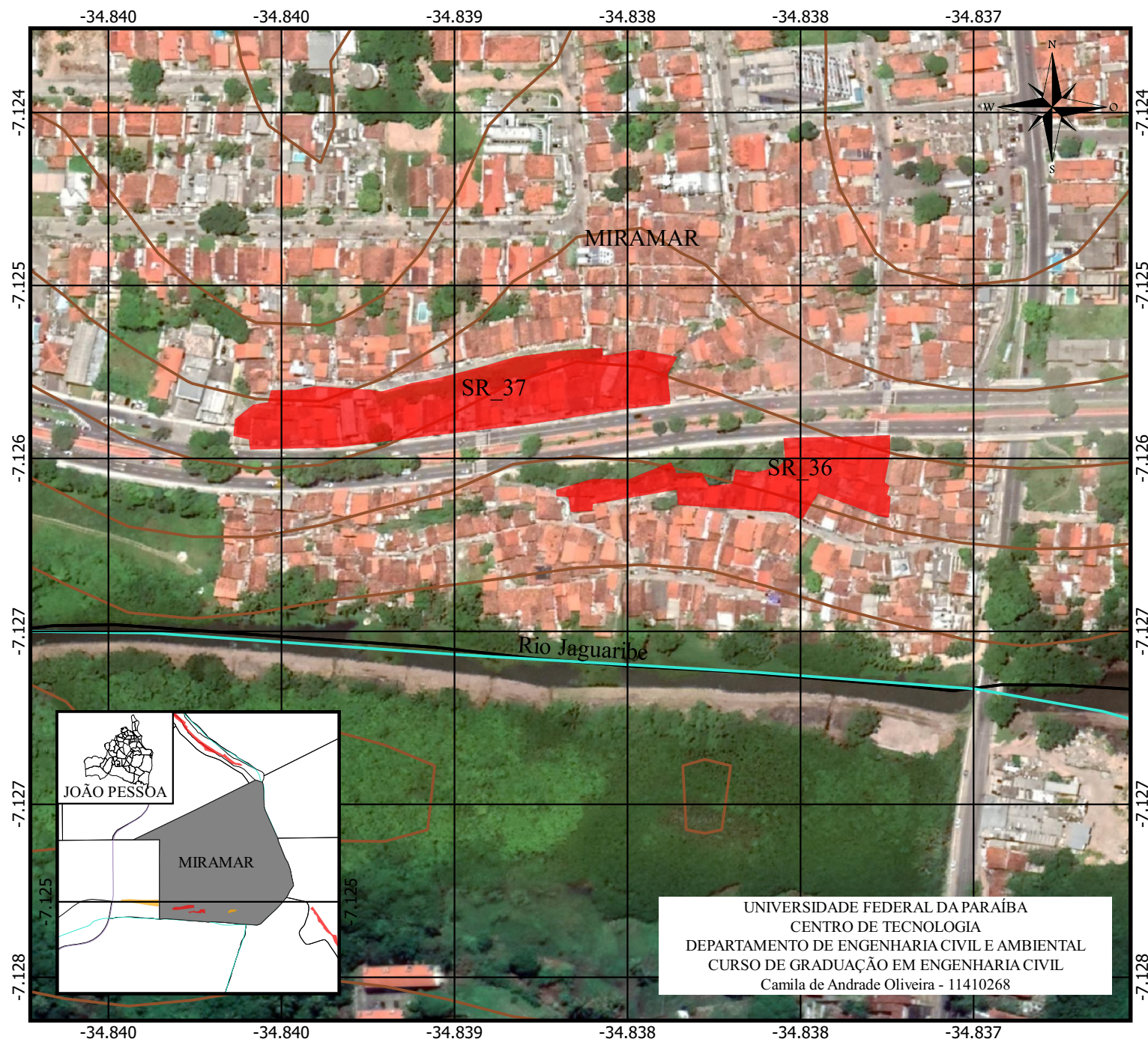
PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE  
MERCATOR

Origem da Quilometragem UTM: Equador e Meridiano  
Central -45° W. Gr. acrescidas as constantes 10000 km e  
500 km respectivamente

Datum Horizontal: SIRGAS 2000 Fuso e Zona: 25 S

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL  
Camila de Andrade Oliveira - 11410268





## CARTA DE RISCO A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA

SETORES 36 A 37 - BAIRRO MIRAMAR

MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA - PB

MARÇO DE 2020

| SR | Processo     | Número de Edificações em Risco |
|----|--------------|--------------------------------|
| 36 | Deslizamento | 45                             |
| 37 | Deslizamento | 70                             |

### LEGENDA

- Localidades
- Infra\_transp
- Drenagem\_L
- Area\_urbana
- Curv\_nivel\_5
- Sector\_risco
  - Alto
  - Muito Alto

Nota: As Cartas de Risco estão localizadas no interior dos setores de perigo e qualificam o risco em quatro graus. Podem ser utilizados como apoio ao planejamento e ordenamento territorial urbano, criação de sistemas de alerta e evacuação e como instrumento preliminar na orientação para a definição de obras de engenharia preventivas e de reabilitação e não exime a necessidade de investigação geológica-geotécnica de detalhe. A autora agradece a gentileza de comunicação de falhas ou omissões verificadas nas cartas.

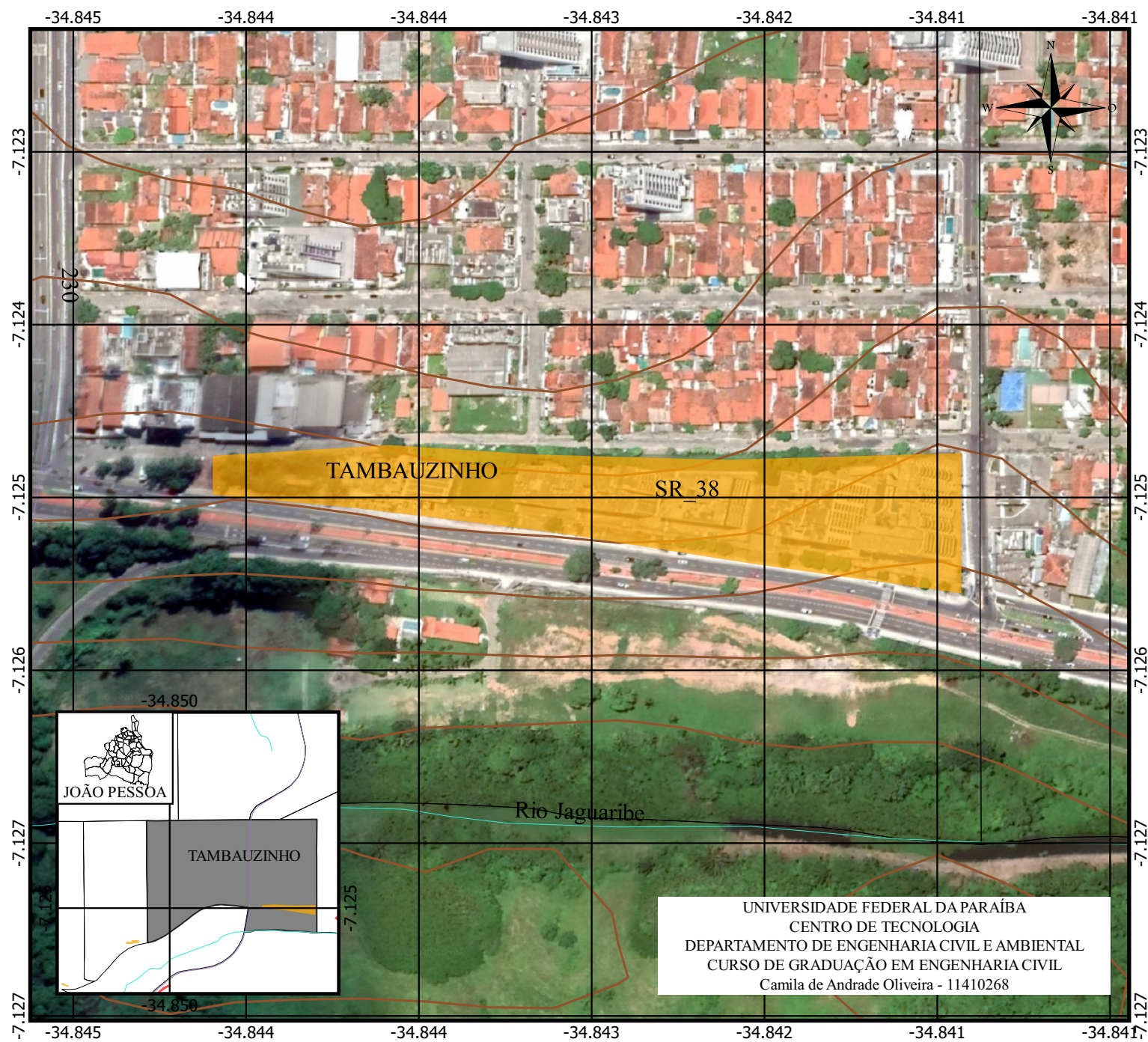
0 50 100 150 200 m

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE  
MERCATOR

Origem da Quilometragem UTM: Equador e Meridiano  
Central -45° W. Gr. acrescidas as constantes 10000 km e  
500 km respectivamente

Datum Horizontal: SIRGAS 2000 Fuso e Zona: 25 S





## CARTA DE RISCO A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA

SETOR 38 - BAIRRO TAMBAUZINHO

MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA - PB

MARÇO DE 2020

| SR | Processo     | Número de Edificações em Risco |
|----|--------------|--------------------------------|
| 38 | Deslizamento | 15                             |

### LEGENDA

- Localidades
- Infra\_transp
- Drenagem\_L
- Area\_urbana
- Curv\_nivel\_5
- Setor\_risco
- Alto
- Muito Alto

Nota: As Cartas de Risco estão localizadas no interior dos setores de perigo e qualificam o risco em quatro graus. Podem ser utilizados como apoio ao planejamento e ordenamento territorial urbano, criação de sistemas de alerta e evacuação e como instrumento preliminar na orientação para a definição de obras de engenharia preventivas e de reabilitação e não exime a necessidade de investigação geológica-geotécnica de detalhe. A autora agradece a gentileza de comunicação de falhas ou omissões verificadas nas cartas.

0 50 100 150 200 m

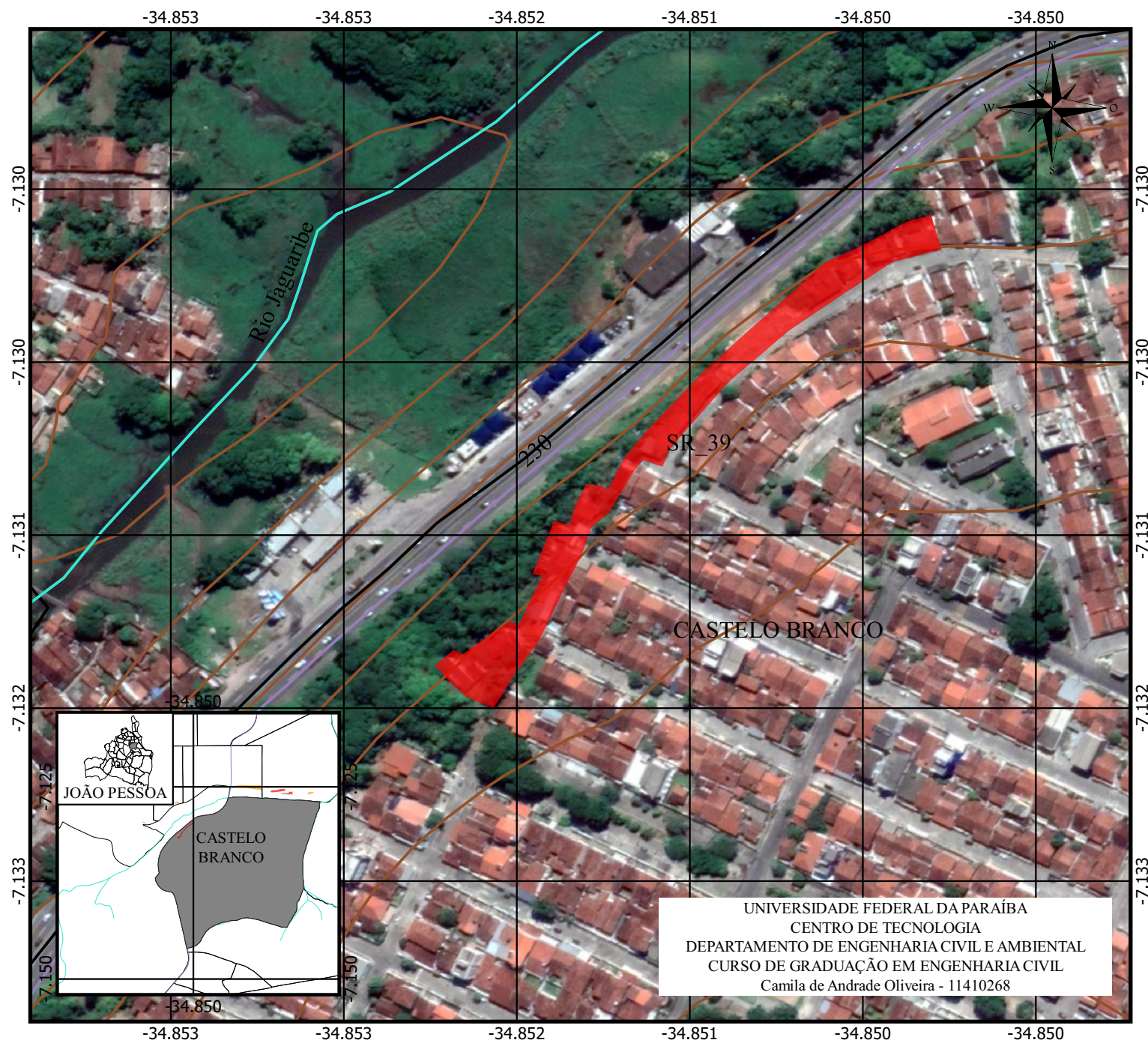
PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE  
MERCATOR

Origem da Quilometragem UTM: Equador e Meridiano  
Central -45° W. Gr. acrescidas as constantes 10000 km e  
500 km respectivamente

Datum Horizontal: SIRGAS 2000 Fuso e Zona: 25 S

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL  
Camila de Andrade Oliveira - 11410268





## CARTA DE RISCO A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA

SETOR 39 - BAIRRO CASTELO BRANCO

MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA - PB

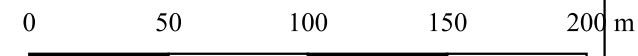
MARÇO DE 2020

| SR | Processo     | Número de Edificações em Risco |
|----|--------------|--------------------------------|
| 39 | Deslizamento | 30                             |

### LEGENDA

- Localidades
- Infra\_transp
- Drenagem\_L
- Area\_urbana
- Curv\_nivel\_5
- Setor\_risco
- Alto
- Muito Alto

Nota: As Cartas de Risco estão localizadas no interior dos setores de perigo e qualificam o risco em quatro graus. Podem ser utilizados como apoio ao planejamento e ordenamento territorial urbano, criação de sistemas de alerta e evacuação e como instrumento preliminar na orientação para a definição de obras de engenharia preventivas e de reabilitação e não exime a necessidade de investigação geológica-geotécnica de detalhe. A autora agradece a gentileza de comunicação de falhas ou omissões verificadas nas cartas.



PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR

Origem da Quilometragem UTM: Equador e Meridiano Central -45° W. Gr. acrescidas as constantes 10000 km e 500 km respectivamente

Datum Horizontal: SIRGAS 2000 Fuso e Zona: 25 S

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL  
Camila de Andrade Oliveira - 11410268





## CARTA DE RISCO A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA

SETOR 40 - BAIRRO EXPEDICIONÁRIOS

MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA - PB

MARÇO DE 2020

| SR | Processo     | Número de Edificações em Risco |
|----|--------------|--------------------------------|
| 40 | Deslizamento | 5                              |

### LEGENDA

- Localidades
- Infra\_transp
- Drenagem\_L
- Area\_urbana
- Curv\_nivel\_5
- Setor\_risco
- Alto
- Muito Alto

Nota: As Cartas de Risco estão localizadas no interior dos setores de perigo e qualificam o risco em quatro graus. Podem ser utilizados como apoio ao planejamento e ordenamento territorial urbano, criação de sistemas de alerta e evacuação e como instrumento preliminar na orientação para a definição de obras de engenharia preventivas e de reabilitação e não exime a necessidade de investigação geológica-geotécnica de detalhe. A autora agradece a gentileza de comunicação de falhas ou omissões verificadas nas cartas.

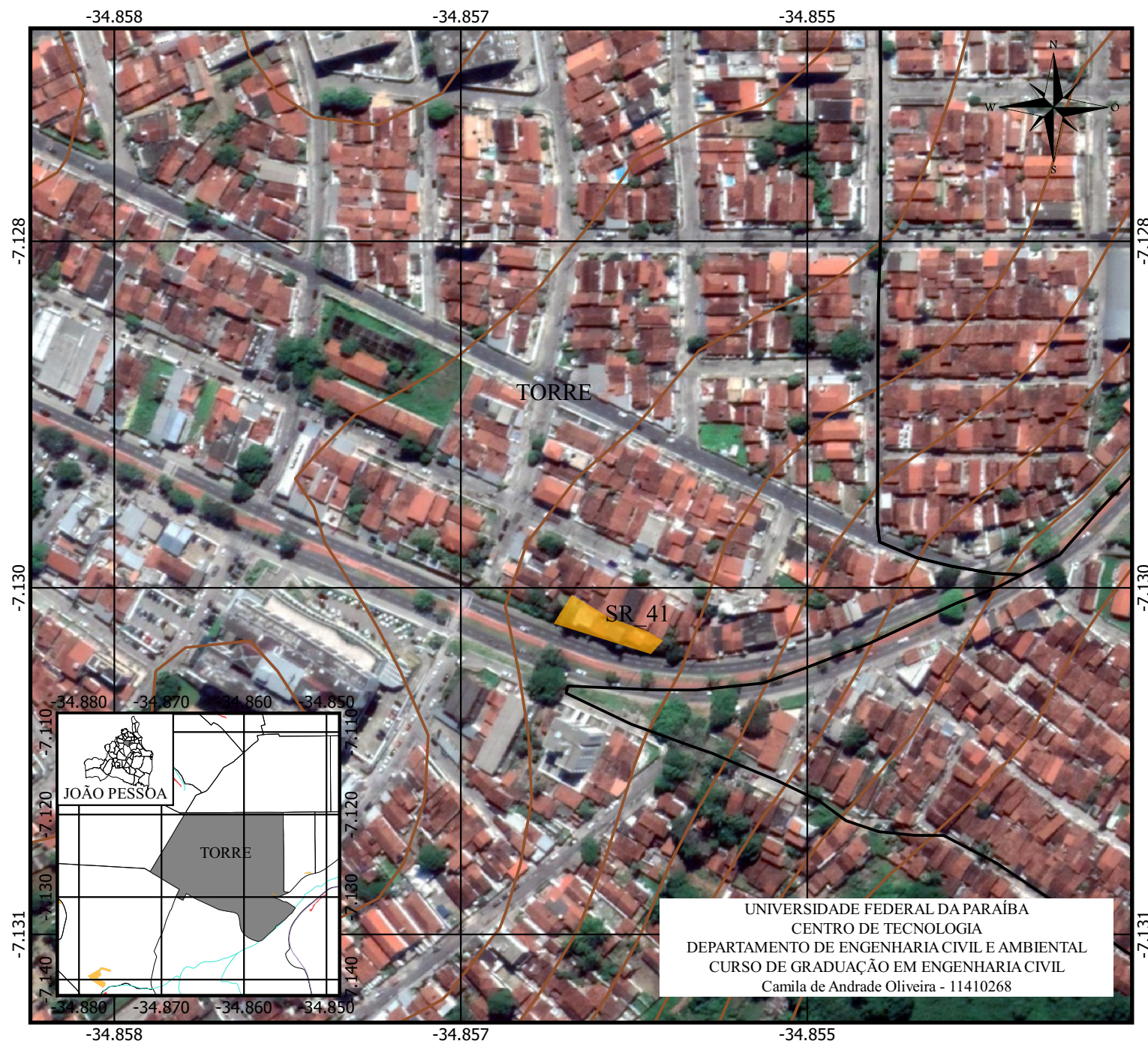
0 50 100 150 200 m

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE  
MERCATOR

Origem da Quilometragem UTM: Equador e Meridiano Central -45° W. Gr. acrescidas as constantes 10000 km e 500 km respectivamente

Datum Horizontal: SIRGAS 2000 Fuso e Zona: 25 S





## CARTA DE RISCO A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA

SETOR 41 - BAIRRO TORRE

MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA - PB

MARÇO DE 2020

| SR | Processo     | Número de Edificações em Risco |
|----|--------------|--------------------------------|
| 41 | Deslizamento | 5                              |

### LEGENDA

- Localidades
- Infra\_transp
- Drenagem\_L
- Area\_urbana
- Curv\_nivel\_5
- Setor\_risco
  - Alto
  - Muito Alto

Nota: As Cartas de Risco estão localizadas no interior dos setores de perigo e qualificam o risco em quatro graus. Podem ser utilizados como apoio ao planejamento e ordenamento territorial urbano, criação de sistemas de alerta e evacuação e como instrumento preliminar na orientação para a definição de obras de engenharia preventivas e de reabilitação e não exime a necessidade de investigação geológica-geotécnica de detalhe. A autora agradece a gentileza de comunicação de falhas ou omissões verificadas nas cartas.

0 50 100 150 200 m

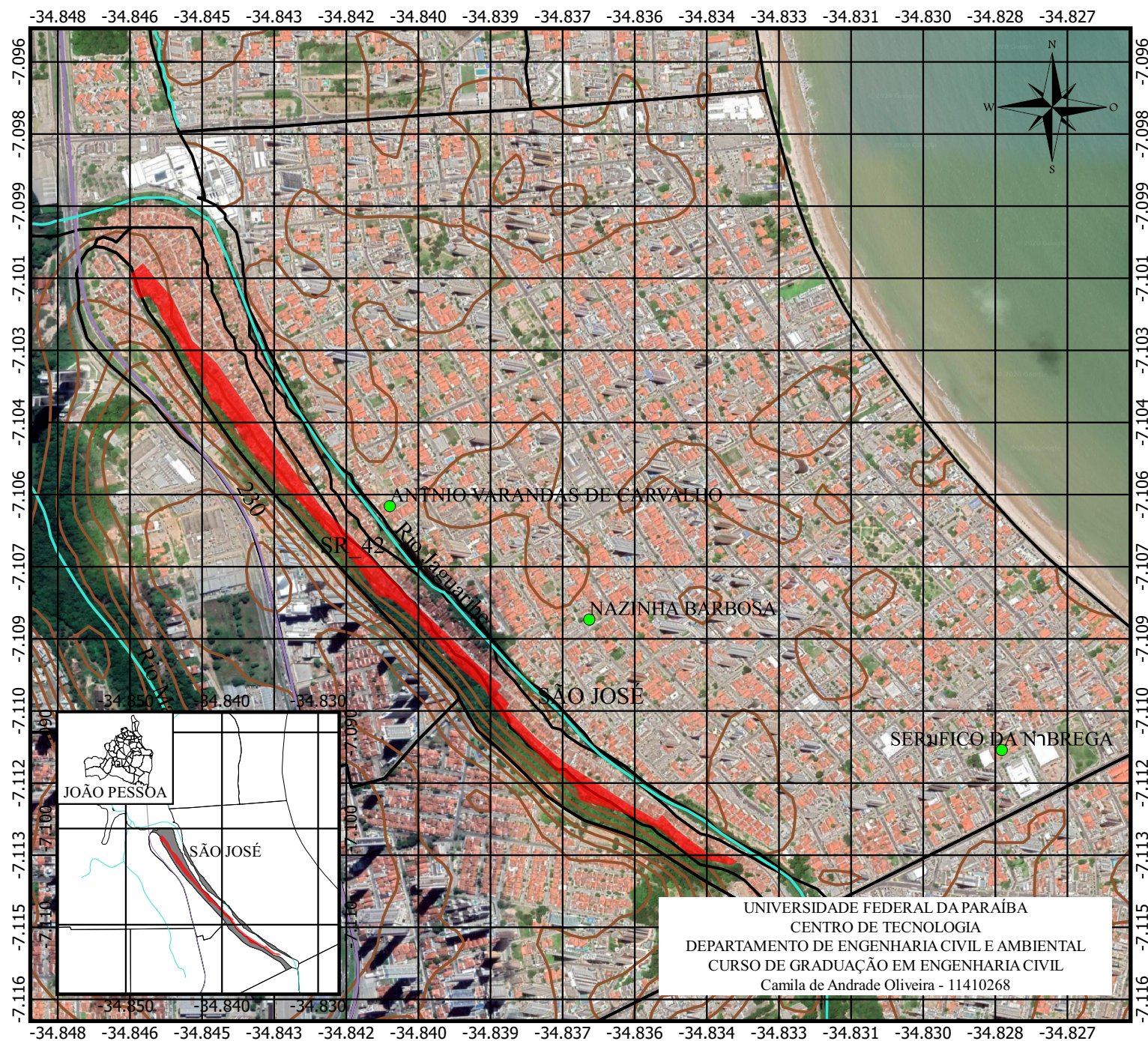
PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE  
MERCATOR

Origem da Quilometragem UTM: Equador e Meridiano  
Central -45° W. Gr. acrescidas as constantes 10000 km e  
500 km respectivamente

Datum Horizontal: SIRGAS 2000 Fuso e Zona: 25 S

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL  
Camila de Andrade Oliveira - 11410268





## CARTA DE RISCO A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA

SETOR 42 - BAIRRO SÃO JOSÉ

MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA - PB

MARÇO DE 2020

| SR | Processo     | Número de Edificações em Risco |
|----|--------------|--------------------------------|
| 42 | Deslizamento | 622                            |

### LEGENDA

- Localidades
- Infra\_transp
- Drenagem\_L
- Area\_urbana
- Curv\_nivel\_5
- Setor\_risco
  - Alto
  - Muito Alto

Nota: As Cartas de Risco estão localizadas no interior dos setores de perigo e qualificam o risco em quatro graus. Podem ser utilizados como apoio ao planejamento e ordenamento territorial urbano, criação de sistemas de alerta e evacuação e como instrumento preliminar na orientação para a definição de obras de engenharia preventivas e de reabilitação e não exime a necessidade de investigação geológica-geotécnica de detalhe. A autora agradece a gentileza de comunicação de falhas ou omissões verificadas nas cartas.

0 200 400 600 800 m

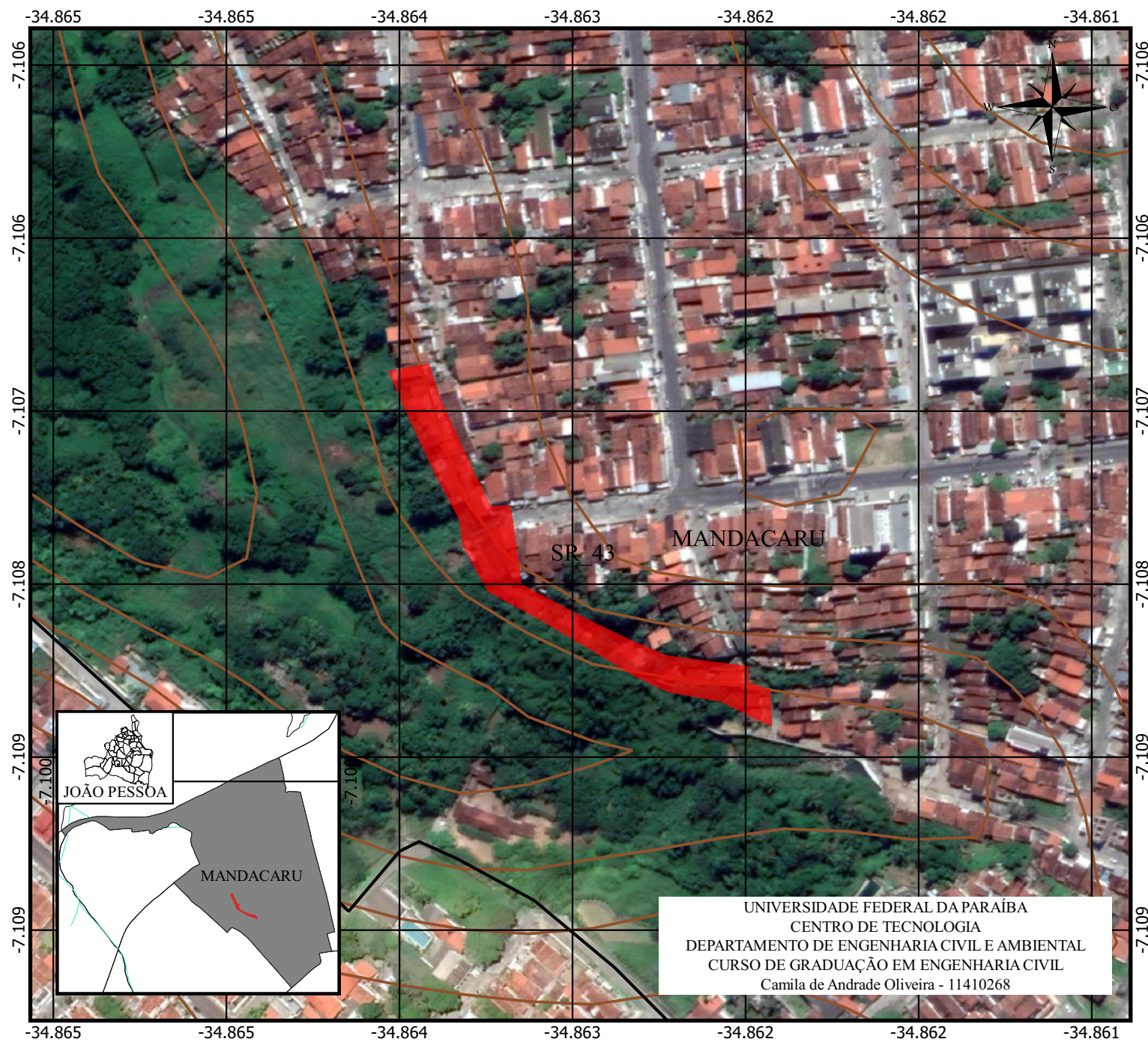
PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE  
MERCATOR

Origem da Quilometragem UTM: Equador e Meridiano Central -45° W. Gr. acrescidas as constantes 10000 km e 500 km respectivamente

Datum Horizontal: SIRGAS 2000 Fuso e Zona: 25 S

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL  
Camila de Andrade Oliveira - 11410268





## CARTA DE RISCO A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA

SETOR 43 - BAIRRO MANDACARU

MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA - PB

MARÇO DE 2020

| SR | Processo     | Número de Edificações em Risco |
|----|--------------|--------------------------------|
| 43 | Deslizamento | 40                             |

### LEGENDA

- Localidades
- Infra\_transp
- Drenagem\_L
- Area\_urbana
- Curv\_nivel\_5
- Setor\_risco
- Alto
- Muito Alto

Nota: As Cartas de Risco estão localizadas no interior dos setores de perigo e qualificam o risco em quatro graus. Podem ser utilizados como apoio ao planejamento e ordenamento territorial urbano, criação de sistemas de alerta e evacuação e como instrumento preliminar na orientação para a definição de obras de engenharia preventivas e de reabilitação e não exime a necessidade de investigação geológica-geotécnica de detalhe. A autora agradece a gentileza de comunicação de falhas ou omissões verificadas nas cartas.

0 50 100 150 200 m

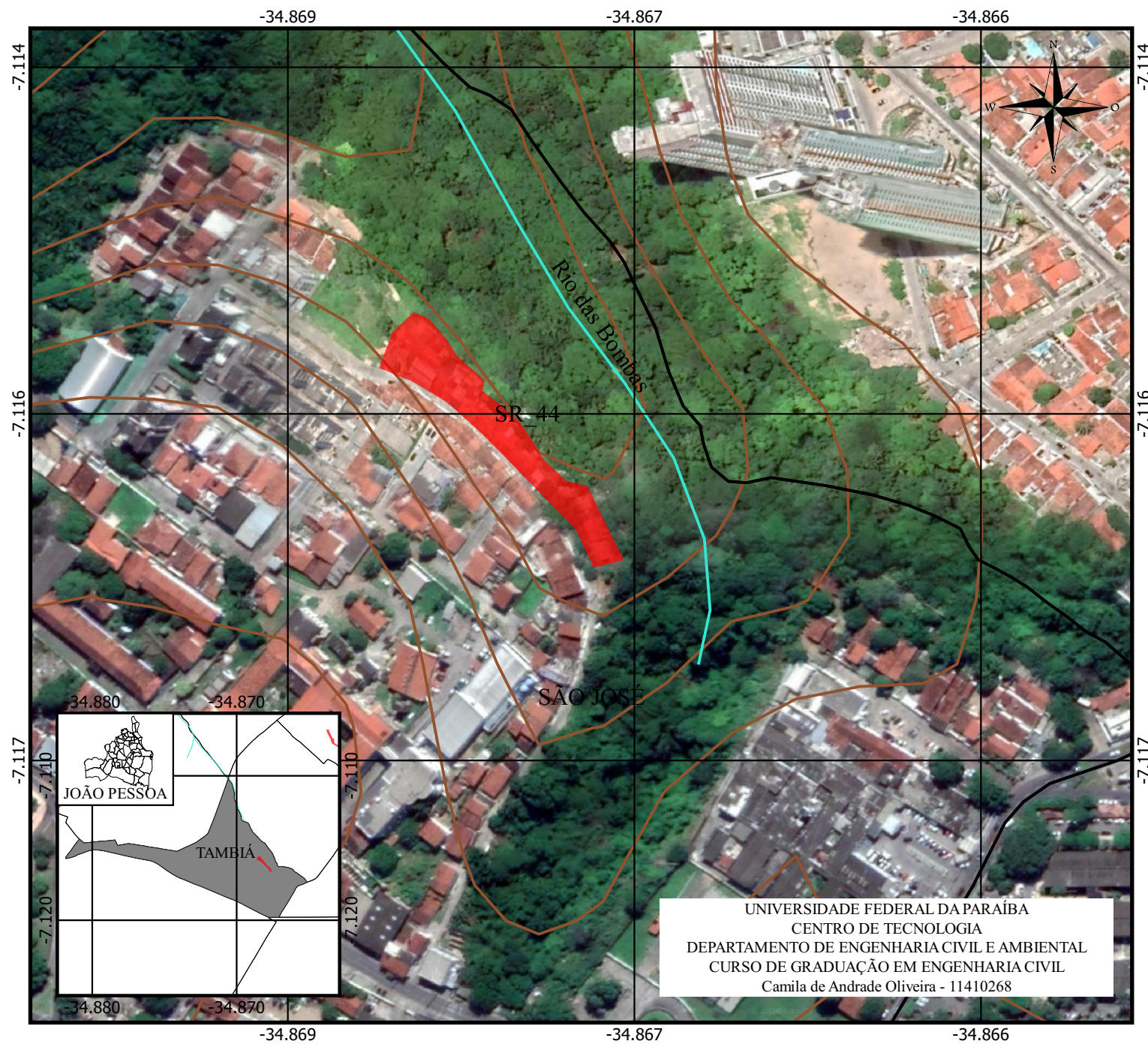
PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE  
MERCATOR

Origem da Quilometragem UTM: Equador e Meridiano  
Central -45° W. Gr. acrescidas as constantes 10000 km e  
500 km respectivamente

Datum Horizontal: SIRGAS 2000 Fuso e Zona: 25 S

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL  
Camila de Andrade Oliveira - 11410268





## CARTA DE RISCO A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA

SETOR 44 - BAIRRO TAMBIA

MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA - PB

MARÇO DE 2020

| SR | Processo     | Número de Edificações em Risco |
|----|--------------|--------------------------------|
| 44 | Deslizamento | 25                             |

### LEGENDA

- Localidades
- Infra\_transp
- Drenagem\_L
- Area\_urbana
- Curv\_nivel\_5
- Setor\_risco
- Alto
- Muito Alto

Nota: As Cartas de Risco estão localizadas no interior dos setores de perigo e qualificam o risco em quatro graus. Podem ser utilizados como apoio ao planejamento e ordenamento territorial urbano, criação de sistemas de alerta e evacuação e como instrumento preliminar na orientação para a definição de obras de engenharia preventivas e de reabilitação e não exime a necessidade de investigação geológica-geotécnica de detalhe. A autora agradece a gentileza de comunicação de falhas ou omissões verificadas nas cartas.

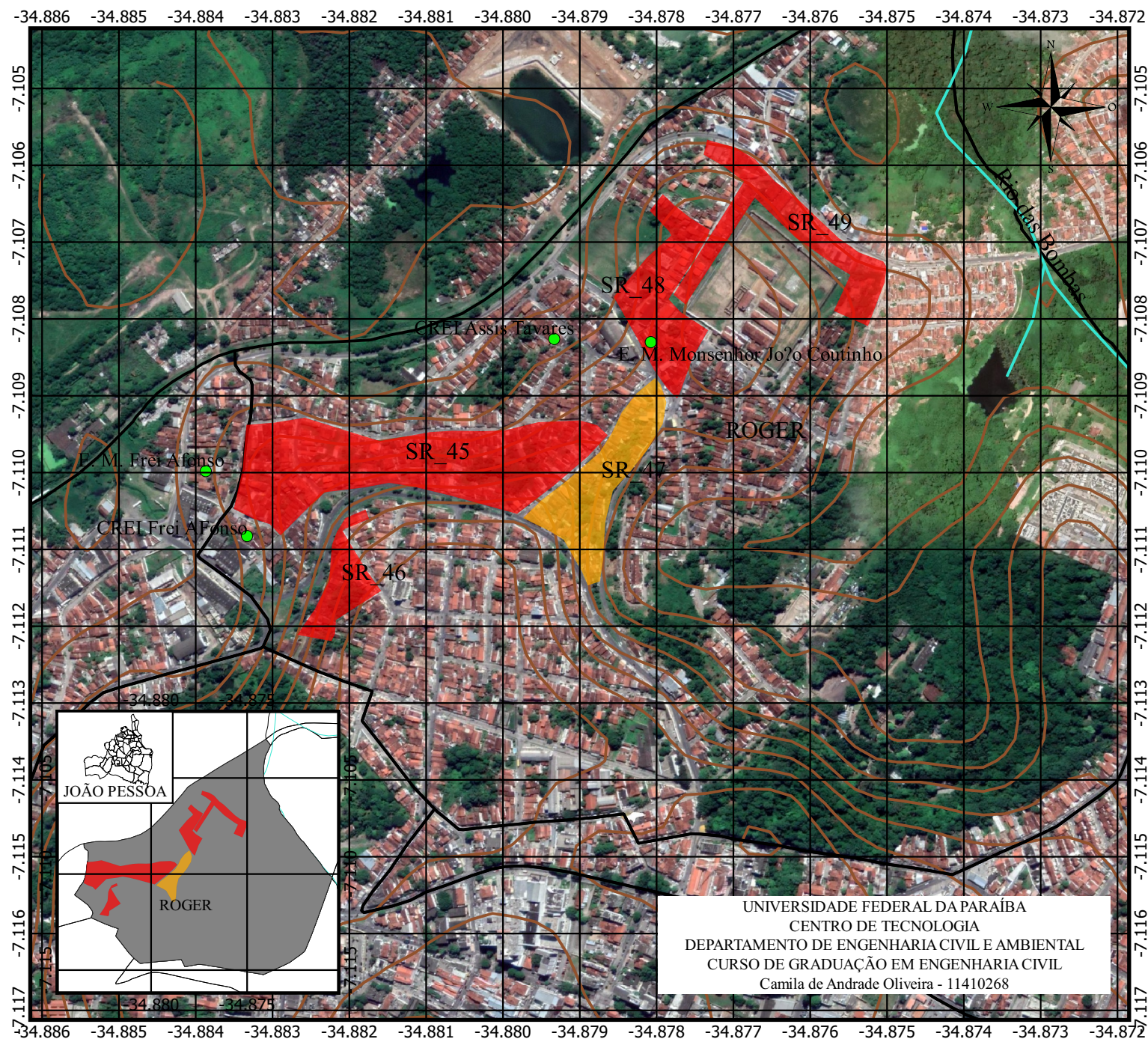
0 50 100 150 200 m

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE  
MERCATOR

Origem da Quilometragem UTM: Equador e Meridiano Central -45° W. Gr. acrescidas as constantes 10000 km e 500 km respectivamente

Datum Horizontal: SIRGAS 2000 Fuso e Zona: 25 S





## CARTA DE RISCO A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA

SETOR 45 A 49 - BAIRRO ROGER

MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA - PB

MARÇO DE 2020

| SR | Processo     | Número de Edificações em Risco |
|----|--------------|--------------------------------|
| 45 | Deslizamento | 404                            |
| 46 | Deslizamento | 75                             |
| 47 | Deslizamento | 161                            |
| 48 | Deslizamento | 80                             |
| 49 | Deslizamento | 50                             |

### LEGENDA

- Localidades
- Infra\_transp
- Drenagem\_L
- Area\_urbana
- Curv\_nivel\_5
- Setor\_risco
  - Alto
  - Muito Alto

Nota: As Cartas de Risco estão localizadas no interior dos setores de perigo e qualificam o risco em quatro graus. Podem ser utilizados como apoio ao planejamento e ordenamento territorial urbano, criação de sistemas de alerta e evacuação e como instrumento preliminar na orientação para a definição de obras de engenharia preventivas e de reabilitação e não exime a necessidade de investigação geológica-geotécnica de detalhe. A autora agradece a gentileza de comunicação de falhas ou omissões verificadas nas cartas.

0 100 200 300 400 m

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE  
MERCATOR

Origem da Quilometragem UTM: Equador e Meridiano  
Central -45° W. Gr. acrescidas as constantes 10000 km e  
500 km respectivamente

Datum Horizontal: SIRGAS 2000 Fuso e Zona: 25 S

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL  
Camila de Andrade Oliveira - 11410268