



**uff** Universidade  
Federal  
Fluminense



UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DEFESA E SEGURANÇA CIVIL  
MESTRADO PROFISSIONAL EM DEFESA E SEGURANÇA CIVIL

ANTÔNIO MARCOS MARQUES DO NASCIMENTO

**ANÁLISE DE DADOS PLUVIOMÉTRICOS PARA A PREVENÇÃO DE RISCOS DE  
INSTABILIDADE DE ENCOSTAS NO MUNICÍPIO DE NITERÓI**

Niterói

2021

ANTÔNIO MARCOS MARQUES DO NASCIMENTO

**ANÁLISE DE DADOS PLUVIOMÉTRICOS PARA A PREVENÇÃO DE RISCOS DE  
INSTABILIDADE DE ENCOSTAS NO MUNICÍPIO DE NITERÓI**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu*, em Defesa e Segurança Civil da Universidade Federal Fluminense, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Defesa e Segurança Civil. Área de Concentração: Planejamento e Gestão de Eventos Críticos, Linha de Pesquisa: Ameaças de Riscos e Desastres.

Orientador: Prof. Elson Antonio do Nascimento, D.Sc.

Niterói

2021

ANTÔNIO MARCOS MARQUES DO NASCIMENTO

**ANÁLISE DE DADOS PLUVIOMÉTRICOS PARA A PREVENÇÃO DE RISCOS DE  
INSTABILIDADE DE ENCOSTAS NO MUNICÍPIO DE NITERÓI**

Relatório final, apresentado à Universidade Federal Fluminense, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre.

BANCA EXAMINADORA:



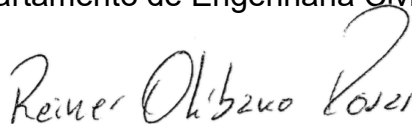
---

Prof. Elson Antônio do Nascimento, D.Sc. (Orientador)  
Departamento de Engenharia Civil - UFF



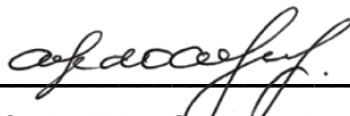
---

Prof. Paulo Luiz da Fonseca, D. Sc.  
Departamento de Engenharia Civil - UFF



---

Prof. Reiner Olibano Rosas, D.Sc.  
Instituto de Geociências - UFF



---

Prof. Alfredo Akira Onuma Junior, D.Sc.  
Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ.

Niterói

2021

NASCIMENTO, ANTÔNIO

ANALISE DE DADOS PLUVIOMÉTRICOS PARA A PREVENÇÃO DE RISCOS DE INSTABILIDADE DE ENCOSTAS NO MUNICÍPIO DE NITERÓI / ANTÔNIO MARCOS MARQUES DO NASCIMENTO; ORIENTADOR, ELSON ANTÔNIO DO NASCIMENTO, 2021.

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO (MESTRADO).  
UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE, MESTRADO PROFISSIONAL EM DEFESA E SEGURANÇA CIVIL, NITERÓI, 2021.

INCLUI REFERÊNCIAS

## DEDICATÓRIA

A Deus,

Ao meu pai (*In memoriam*).

A minha mãe.

*“É o silêncio, e não o barulho, que deveria inquietar a humanidade! Ele é o precedente de todas as catástrofes naturais e humanas que o mundo já registrou”.*

(Valéria de Almeida)

## RESUMO

A ocorrência de chuvas intensas, notadamente, nos meses de verão, tem provocado inúmeros transtornos em grandes centros urbanos no Brasil. Desastres resultantes de inundações e deslizamentos de terra em encostas tornam-se cada vez mais frequentes. Ações do poder público e da sociedade civil se tem mostrado necessárias para fazer frente a estes desafios. A correlação entre intensidade de chuva e ocorrência de movimento de massa tem despertado o interesse de órgãos da Defesa Civil e da sociedade para auxiliar nas medidas de prevenção e redução dos riscos de deslizamentos de terra em áreas de interesse social, geralmente as mais afetadas. A presente pesquisa tem por objetivo analisar os dados pluviométricos da rede de medidores de chuva instalada na cidade de Niterói com a finalidade de orientar a Defesa Civil e a população nas ações de redução dos riscos de deslizamentos de encostas. O estudo baseou-se nos dados dos pluviômetros de Niterói e informações obtidas no Plano Municipal de Redução de Riscos de Inundação e Instabilidade de Encostas desenvolvidas por uma equipe de pesquisadores da UFF. Foram estudados os registros pluviométricos no período de 2014 a 2019. Constatou-se que durante o referido período não foi registrada intensidade superior a observada em 2010, quando ocorreu o desastre do morro do Bumba, no bairro Viçoso Jardim, periferia de Niterói. A maioria das precipitações máximas medidas situou-se abaixo de 41 mm no período de 24 h, limite considerado crítico para a cidade de Niterói. O tempo de retorno calculado para as maiores precipitações registradas apresentou valores inferiores a oito anos, indicando a não ocorrência de eventos extremos, no período analisado. Alguns intervalos sem registro nos pluviômetros e a ocorrência de valores exorbitantes nas planilhas sugerem a necessidade de manutenção dos equipamentos ou do sistema de transmissão de dados, para maior confiabilidade do sistema. O quantitativo e a distribuição dos dezesseis pluviômetros mostram-se adequados para as condições de Niterói.

**Palavras-chave:** Chuvas Intensas, Pluviômetros, Niterói.

## **ABSTRACT**

The occurrence of intense rains, especially in the summer months, has caused numerous disturbances in large urban centers in Brazil. Disasters resulting from flooding and landslides on slopes are becoming more and more frequent. Actions by the government and civil society have been shown to be necessary to face these challenges. The correlation between rainfall intensity and the occurrence of mass movement has aroused the interest of Civil Defense agencies and society to assist in measures to prevent and reduce the risks of landslides in areas of social interest, generally the most affected. This research aims to analyze the rainfall data from the network of rain gauges installed in the city of Niterói in order to guide the Civil Defense and the population in actions to reduce the risk of landslides on slopes. The study was based on data from rain gauges in Niterói and information obtained from the Municipal Plan for Reducing Flood Risks and Slope Instability developed by a team of researchers from UFF. Rainfall records from 2014 to 2019 were studied. It was found that during that period there was no intensity higher than that observed in 2010, when the disaster of Morro do Bumba, in the Viçoso Jardim neighborhood, on the outskirts of Niterói. Most of the maximum rainfall measured was below 41 mm in the 24-hour period, a limit considered critical for the city of Niterói. The return time calculated for the highest rainfall recorded showed values below eight years, indicating the absence of extreme events in the period analyzed. Some intervals without recording in the rain gauges and the occurrence of exorbitant values in the spreadsheets suggest the need for maintenance of the equipment or data transmission system, for greater system reliability. The quantity and distribution of the sixteen pluviometers are adequate for the conditions of Niterói.

**Keyword:** Heavy Rain, Rain Gauge, Niteroi



## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Pluviômetros e Comunidades Adjacentes.....	22
<b>Tabela 2</b> - Altura máxima e duração da chuva - Piratininga.....	24
<b>Tabela 3</b> - Altura e intensidade das precipitações máximas.....	26
<b>Tabela 4</b> - Alturas inconsistentes de chuvas.....	28
<b>Tabela 5</b> - Precipitação com duração indefinida -P.J. Caetano.....	28
<b>Tabela 6</b> - Coeficientes de Equação IDF de Niterói.....	29
<b>Tabela 7</b> - Tempo de retorno das intensidades calculadas.....	30
<b>Tabela 8</b> - Alturas máximas de precipitação – Badu.....	31
<b>Tabela 9</b> - Alturas máximas de precipitação – Barreto.....	31
<b>Tabela 10</b> - Alturas máximas de precipitação – Charitas.....	32
<b>Tabela 11</b> - Alturas máximas de precipitação – Fonseca.....	32
<b>Tabela 12</b> - Alturas máximas de precipitação – Itaipu.....	33
<b>Tabela 13</b> - Alturas máximas de precipitação – Jurujuba.....	33
<b>Tabela 14</b> - Alturas máximas de precipitação - L. Batalha.....	34
<b>Tabela 15</b> - Alturas máximas de precipitação – Maria Paula.....	34
<b>Tabela 16</b> - Alturas máximas de precipitação - M. do Castro.....	35
<b>Tabela 17</b> - Alturas máximas de precipitação – Piratininga.....	35
<b>Tabela 18</b> - Alturas máximas de precipitação - Piratininga 1.....	36
<b>Tabela 19</b> - Alturas máximas de precipitação - Piratininga 2.....	36
<b>Tabela 20</b> - Alturas máximas de precipitação - P.J.Caetano.....	37
<b>Tabela 21</b> - Alturas máximas de precipitação - S. Bárbara.....	37
<b>Tabela 22</b> - Alturas máximas de precipitação - V. Itaboraí.....	38
<b>Tabela 23</b> - Alturas máximas de precipitação – Várzea das Moças.....	38
<b>Tabela 24</b> - Alturas máximas das precipitações de 2014 a 2019.....	39
<b>Tabela 25</b> - Classificação dos riscos de instabilidade.....	45
<b>Tabela 26</b> - Comunidades situadas na Região Norte-Niterói.....	48
<b>Tabela 27</b> - Comunidades situadas na Região de Pendotiba-Niterói.....	49

<b>Tabela 28</b> - Comunidades situadas na Região Leste-Niterói.....	50
<b>Tabela 29</b> - Comunidades situadas na Região Oceânica-Niterói .....	51
<b>Tabela 30</b> - Comunidades situadas na Região Praias da Baía-Niterói.....	53

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Deslizamento no Morro do Bumba, 2010.....	18
<b>Figura 2</b> - Comunidades e Pluviômetros - Niterói.....	23
<b>Figura 3</b> - Polígono de Thyssen – Pluviômetros Niterói/RJ.....	40
<b>Figura 4</b> - Regiões Administrativas - Niterói.....	46
<b>Figura 5</b> - Graus de risco de deslizamentos.....	47
<b>Figura 6</b> - Áreas de risco na Região Norte - Niterói.....	47
<b>Figura 7</b> - Áreas de risco na Região Pendotiba - Niterói.....	49
<b>Figura 8</b> - Áreas de risco na Região Leste - Niterói.....	50
<b>Figura 9</b> - Áreas de risco na Região Oceânica - Niterói.....	51
<b>Figura 10</b> - Áreas de risco na Região Praias da Baía - Niterói.....	52

## LISTA DE ABREVIATURAS

CEMADEN	Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais
CPTEC	Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos
DHN	Diretoria de Hidrografia e Navegação
EIRD	Estratégia Internacional de Redução de Desastres
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
ONU	Organização das Nações Unidas
PMRR	Plano Municipal de Redução de Riscos
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
SAA	Sistema de Alerta Antecipado

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
1.1 OBJETIVO GERAL .....	15
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	15
<b>2 METODOLOGIA.....</b>	<b>16</b>
<b>3 FUNDAMENTAÇÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>17</b>
<b>4 ANÁLISE DE DADOS PLUVIOMÉTRICOS.....</b>	<b>19</b>
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA .....	19
4.2 DETERMINAÇÃO DA INTENSIDADE DE CHUVA.....	23
4.3 PRECIPITAÇÕES COM DADOS INCONSISTENTES.....	26
4.4 TEMPO DE RETORNO DAS PRECIPITAÇÕES ANALISADAS.....	29
4.5 ANÁLISE PLUVIOMÉTRICA DA PLANILHA DO CEMADEN-NITERÓI..	30
4.6 RISCOS DE INSTABILIDADE DE ENCOSTAS EM NITERÓI/RJ.....	42
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>55</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>56</b>
<b>ANEXOS</b>	

## 1 INTRODUÇÃO

Precipitações pluviométricas de alta intensidade são eventos climáticos comuns em países de clima tropical, principalmente nos meses de verão, que geram grandes transtornos para a população local, devido a desastres resultantes de deslizamentos e inundações.

Chuvas intensas, também chamadas de chuvas extremas, são aquelas que apresentam grandes lâminas precipitadas em pequenos intervalos de tempo (ARAÚJO et al., 2008; SILVA et al., 2003). Segundo Cecílio et al. (2009), por causar grandes escoamentos superficiais, as chuvas intensas são capazes de provocar prejuízos tanto em áreas urbanas quanto em áreas agrícolas, como inundação de terras cultivadas, erosão do solo, perdas de nutrientes e assoreamento de corpos da água, dentre outros. Dessa forma, a sua quantificação, bem como o conhecimento da forma como se distribui temporal e espacialmente são de extrema importância em estudos relacionados aos dimensionamentos de projetos hidráulicos, como de irrigação, disponibilidade de água para abastecimento doméstico e industrial, obras de controle de inundação e erosão do solo (CECÍLIO et al., 2009; RODRIGUES et al., 2008; SANTOS; GRIEBELER; OLIVEIRA, 2010). Nesse sentido, a quantificação dessas chuvas pode ser realizada por meio do emprego de equações de chuvas intensas, também denominadas de curvas intensidade-duração-frequência - IDF, que relacionam a duração, intensidade e frequência de ocorrência de um evento em determinado período de retorno (DAMÉ; TEIXEIRA; TERRA, 2008).

Marques *et al.* (2011) expuseram um levantamento de casos de chuvas extremas no período 1981 a 1996 e suas consequências para a população da cidade do Rio de Janeiro, abrangendo também a citada pesquisa outros municípios como a cidade de Niterói. O referido trabalho desenvolveu-se a partir do acompanhamento das notícias publicadas em jornais da época, resgatando os principais eventos de chuvas extremas e diante isso, avaliar a utilidade da informação meteorológica no sentido de alertar a população a respeito dos possíveis desastres deflagrados pelas chuvas intensas.

A partir de 1996, o Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, que havia sido

inaugurado em 1994, passou a disponibilizar suas previsões de tempo, com base em índices de precipitação ou intensidades de chuva. Além disso, também em 1996, a partir do recém-criado Sistema de Alerta Rio da Prefeitura do Rio de Janeiro, iniciou-se uma nova fase para os serviços de previsão de tempo na cidade, inclusive contando com a instalação de uma rede de 30 pluviômetros (PRISTO, 2009). Dessa forma, a pesquisa e o levantamento de eventos climáticos extremos relacionados à precipitação pluviométrica tornaram-se mais acessíveis a partir do ano de 1996.

Podem ser considerados como marco da mudança de paradigma das ações de prevenção contra deslizamentos de encostas no Brasil dois eventos que ocorreram no Estado do Rio de Janeiro, em abril de 2010 e em janeiro de 2011. O primeiro foi o deslizamento de massa ocorrido no Morro do Bumba em Niterói na noite de 07 de abril de 2010 e o segundo, também com deslizamentos de massa, ocorreu na Região Serrana do Rio de Janeiro no dia 12 de janeiro de 2011, ambos causando um grande número de vítimas fatais (DERECZYNSKI et al., 2017).

Esses dois eventos deixaram evidente a vulnerabilidade brasileira frente a desastres de grandes proporções, principalmente aqueles resultantes de chuvas intensas. Uma importante reação foi a promulgação da Lei Federal 12.608 de 10 de abril de 2012, que institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC e a criação do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais - CEMADEN, tendo a missão de desenvolver, testar e implementar um sistema de previsão de ocorrência de desastres naturais em áreas suscetíveis de todo Brasil e emitir alertas, em colaboração direta com o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil.

A despeito destas iniciativas, as informações disponíveis sobre precipitações pluviométricas para fins de auxílio nas medidas de prevenção ainda necessitam de análise crítica quanto à confiabilidade dos dados e condições de acesso as essas informações pelas comunidades envolvidas e pela população como um todo. A presente pesquisa tomou por base os registros dos dados do CEMADEN e as recomendações do Plano Municipal de Redução de Riscos e Instabilidade de Encostas e Inundação, do município de Niterói - PMRR, visando contribuir para a melhoria da qualidade das informações pluviométricas disponíveis para os agentes públicos e para a população.

## 1.1 OBJETIVO GERAL

Analisar dados pluviométricos, visando a aumentar a confiabilidade destas informações para auxiliar no desenvolvimento de medidas estruturais e não estruturais na redução dos riscos de instabilidade de encostas e inundação no município de Niterói.

## 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- a) Consolidar dados pluviométricos a partir dos registros dos pluviômetros do CEMADEN, em Niterói, visando à avaliação da consistência das informações disponíveis, no período de 2014 a 2019.
- b) Identificar as áreas de abrangência de cada um dos pluviômetros, visando definir a representatividade dos dados para cada uma das regiões e comunidades.



## 2 METODOLOGIA

No presente estudo, foi realizada uma pesquisa quantitativa com o objetivo de analisar as estações pluviométricas da cidade de Niterói, no que tange à prevenção de riscos de instabilidades das encostas e antecipação de situações de calamidades e perigo de natureza hidrológica em decorrência de chuvas torrenciais.

Tomou-se como base os dados do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais – CEMADEN, órgão vinculado ao Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (CEMADEN, 2020).

A partir desses dados, foram selecionadas as maiores alturas de chuvas em 10 minutos dos meses correspondentes ao intervalo de 2014 a 2019. Esta avaliação foi feita para cada uma das 16 estações pluviométricas do município de Niterói.

Dessa forma, as amostras foram organizadas de forma cronológica, as quais foram utilizadas no estudo – separadas por ano, por mês e por intensidade de chuva.

As informações contidas no Plano Municipal de Redução de Riscos - PMRR de Niterói foram compatibilizadas com a utilização da malha de Thyssen sobre o mapa de Niterói para identificação das áreas de abrangência de cada pluviômetro, utilizando imagem de satélite.

### 3 FUNDAMENTAÇÃO BIBLIOGRÁFICA

Para Santos *et al.* (2010) as evidências sobre mudanças climáticas têm atraído o setor público, a comunidade científica e a população em geral, desde a década de 1980, representando um desafio para os gestores públicos.

Ao conceituar deslizamento, com opiniões extraídas da literatura, pode-se dizer, em tese, que é um fenômeno provocado pelo escorregamento de materiais sólidos, como solos, rochas, vegetação e/ou material de construção ao longo de terrenos inclinados, denominados de encostas.

Na ocorrência de deslizamentos, consideram-se três fatores de influência: o tipo de solo (sua constituição, granulometria e o nível de coesão); a declividade da encosta e a água das chuvas (que contribuem para aumentar o peso específico das camadas; reduzem o nível de coesão e o atrito, responsáveis também pela consistência do solo, e lubrificam as superfícies de deslizamento).

Se o deslizamento ocorrer com presença de chuva, em locais íngremes com transporte de fragmentos de rocha e solo identificáveis, pode ocorrer um “escorregamento” de terra. Já se o deslizamento ocorrer com presença intensa de água a ponto de não se poder identificar a distinção entre as fases líquida e sólida, afirma-se que ocorreu uma “corrida de massa” ou simplesmente “corrida” ou “fluxo”. A massa de detritos escorre por vários quilômetros com velocidade variável dependendo da inclinação, altitude do local e quantidade de água, mas se a velocidade for muito alta e envolver uma grande quantidade de detritos, dizemos que houve uma “avalanche” (SILVA, 2017).

Esses fenômenos naturais e/ou antrópicos, causam problemas imediatos para a população, independentemente de sua condição social, e para o meio ambiente. É notório que os escorregamentos em encostas e morros urbanos vêm ocorrendo com frequência, devido ao crescimento desordenado das cidades, com a ocupação de novas áreas de risco, principalmente pela população mais carente.

A época de ocorrência dos deslizamentos coincide com o período das chuvas, intensas e prolongadas, visto que, as águas escoadas e infiltradas vão desestabilizando as encostas. Este período normalmente ocorre no verão.

As chuvas intensas somadas à retirada da vegetação ou cortes irregulares no terreno ampliam a vulnerabilidade da população a esse tipo de risco. Tais eventos são responsáveis por inúmeras vítimas fatais e por grandes prejuízos materiais, como no caso do acontecimento do Morro do Bumba, em Niterói, na noite de 07 de abril de 2010, episódio esse que causou dezenas de mortes (SILVA, 2017).

**Figura1** - Deslizamento no Morro do Bumba, 2010



Fonte: FOLETTTO, 2010

Para se entender os indícios que se manifestam, devem ser considerados como um sinal: o aparecimento de fendas, depressões no terreno, rachaduras nas paredes das casas, inclinação de troncos de árvores, de postes, entre outros aspectos e invariavelmente o surgimento de minas d'água. Mediante estes sinais de que a qualquer momento podem ocorrer deslizamentos de terra, é recomendado que a Defesa Civil seja imediatamente avisada, visando uma correta evacuação da área e no mesmo momento elaborar o Laudo da situação, por profissionais qualificados e habilitados.

## 4 ANÁLISE DE DADOS PLUVIOMÉTRICOS

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

Niterói possui uma população de 515.317 habitantes (IBGE, 2020) e uma geografia privilegiada com área de 129.375 quilômetros quadrados localizada entre a Baía da Guanabara a Oeste, Oceano Atlântico ao Sul, Maricá a Leste e São Gonçalo ao Norte.

A Região Oceânica é o grande ponto de belezas naturais, pois conta com as melhores praias: Praia de Fora e Praia do Imbuí, com seus valores históricos; Praia de Piratininga, Praia de Camboinhas, Praia de Itaipu e Praia de Itacoatiara, e as mais famosas e visitadas, Praia do Sossego, Praia Adão e Eva e Prainha, locais calmos e paradisíacos; além, da Lagoa de Piratininga e a Lagoa de Itaipu.

O relevo do Município de Niterói caracteriza-se pela conjugação de extensas faixas de planícies, notadamente junto ao litoral, que são interrompidas por conjuntos alongados de morros.

Niterói tornou-se a primeira cidade da Região Metropolitana do Estado do Rio de Janeiro, além da capital, a possuir rede pluviométrica autônoma, operada 100% pela Defesa Civil Municipal (PREFEITURA DE NITERÓI, 2020).

No novo formato, o órgão gera todos os dados pluviométricos do município, sem depender do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais. O primeiro pluviômetro automático de Niterói foi adquirido pelo laboratório Hidrouff da Universidade Federal Fluminense e foi instalado no telhado da Escola de Engenharia, em São Domingos. Este medidor serve para avaliar o impacto das chuvas com os seus riscos eventuais, tanto de enchentes quanto de instabilidade de encostas, com cobertura nos bairros do Ingá, São Domingos, Icaraí e Vital Brasil. O pluviômetro em questão é de grande importância, pois na sua região de cobertura estão situados os morros do Estado, do Cavalão, do Palácio e a região do museu de Arte Contemporânea (NASCIMENTO, 2012).

Além da quantidade de chuva, os equipamentos, que operam com energia solar, também medem o índice de radiação solar e a temperatura. Os pluviômetros foram instalados em locais mapeados pela Defesa Civil do Município, de forma a permitir uma melhor cobertura das regiões com características climáticas específicas

e com proximidade de áreas com encostas e de vulnerabilidade a deslizamentos e inundações.

O objetivo da Prefeitura de Niterói, em relação aos pluviômetros, é de permitir uma maior capacidade de gerenciar riscos e antecipar situações de crise devido às chuvas. Estes equipamentos são fundamentais para a estratégia do sistema de sirenes dos núcleos de Defesa Civil na cidade. O sistema de alerta por meio de sirenes é acionado de acordo com um protocolo específico, referente ao volume de chuvas imediato e acumulado, sob o monitoramento ininterrupto da seção de meteorologia da Secretaria municipal de Defesa Civil. Quando as sirenes são acionadas, as pessoas que residem em áreas de risco devem se dirigir para os pontos de apoio pelas rotas seguras previamente sinalizadas em suas comunidades.

Ressalta-se que ao longo do ano de 2020, o sistema foi ampliado em 16% de sua capacidade. Antes havia 32 sirenes. A cidade conta com 37 equipamentos em funcionamento nas seguintes localidades: Alarico de Souza (Zulu), Bairro de Fátima, Beltrão, Biquinha, Boa Vista, Bonfim, Coronel Leôncio, Grota, Iara, Igrejinha, José Leomil, Maceió, Martins Torres, Morro da Penha, Morro do Bumba, Morro do Castro, Morro do Cavalão, Morro do Estado, Morro do Palácio, Pé Pequeno, Peixe Galo/Salinas, Preventório, Retiro Saudoso, Santa Bárbara, São José, Teixeira de Freitas, Viradouro, Caramujo, Caniçal, Boa Esperança e em Jurujuba.

Além das sirenes e alarmes, a Secretaria também possui aparelhos que permitem o monitoramento em tempo real do volume de chuva que incide em cada região, possibilitando a tomada de ações de avaliação de risco e de eventuais evacuações de área. A cidade tem em funcionamento pluviômetros automáticos, que cobrem toda a área do município, com prioridade nas áreas de maior risco, onde estão localizadas as sirenes. Assim, com esses equipamentos automatizados obtém-se através da tecnologia uma ajuda qualitativa em prol do gerenciamento de emergências.

A condição indispensável para uma cidade ser monitorada pelo CEMADEN é possuir um mapeamento de suas áreas de risco de deslizamento em encostas, de alagamentos e de enxurradas, além de estimativa da extensão dos prováveis danos decorrentes de um desastre natural.

A implantação de um sistema de alerta de chuvas fortes consiste na combinação de informações para identificar a cada período de chuvas, os momentos de iminência de perigo de deslizamento e interromper o ciclo de calamidades que atinge principalmente as encostas, onde habita grande parte da população menos favorecida.

Os pluviômetros da cidade de Niterói totalizam 16 unidades, como: Várzea das Moças, Praia João Caetano, Santa Barbara, Maria Paula, Fonseca, Charitas, Morro do Castro, Piratininga, Piratininga 1, Piratininga 2, Barreto, Jurujuba, Largo da Batalha, Visconde de Itaboraá, Badu e Itaipu. Entretanto, existe, um pluviômetro instalado na Diretoria de Hidrografia e Navegação - DHN localizado em Niterói, mas por ser uma Organização Militar da Marinha do Brasil, responsável pela navegação e projetos relacionados à área marítima e fluvial brasileira, decidiu-se apenas citar, mas relata-se que este equipamento não foi mensurado neste trabalho.

As áreas de maior preocupação da Defesa Civil são as comunidades suscetíveis a calamidades, com grandes quantidades populacionais e situadas em Morros na cidade de Niterói: Morro do Bumba, Ititioca, Morro do Cavalão, Morro do Céu, Morro do Estado, Morro do Preventório, Morro do Palácio, Travessa Herdy, Caramujo, Morro do Santo Cristo, Morro de São Lourenço, Atalaia, Abacaxi, Beltrão Viradouro e Juca Branco.

Utilizou-se o Método de Thyssen e o PMRR de Niterói para determinar as áreas e comunidades abrangidas por cada pluviômetro (Tabela 1). Foi utilizada imagem de satélite através de ferramentas disponíveis na internet e feita a superposição da malha de Thyssen sobre o mapa de Niterói para identificação das áreas de influências de cada estação pluviométrica. Essas informações foram compatibilizadas com os dados do PMRR de Niterói/RJ (NASCIMENTO et al., 2006).

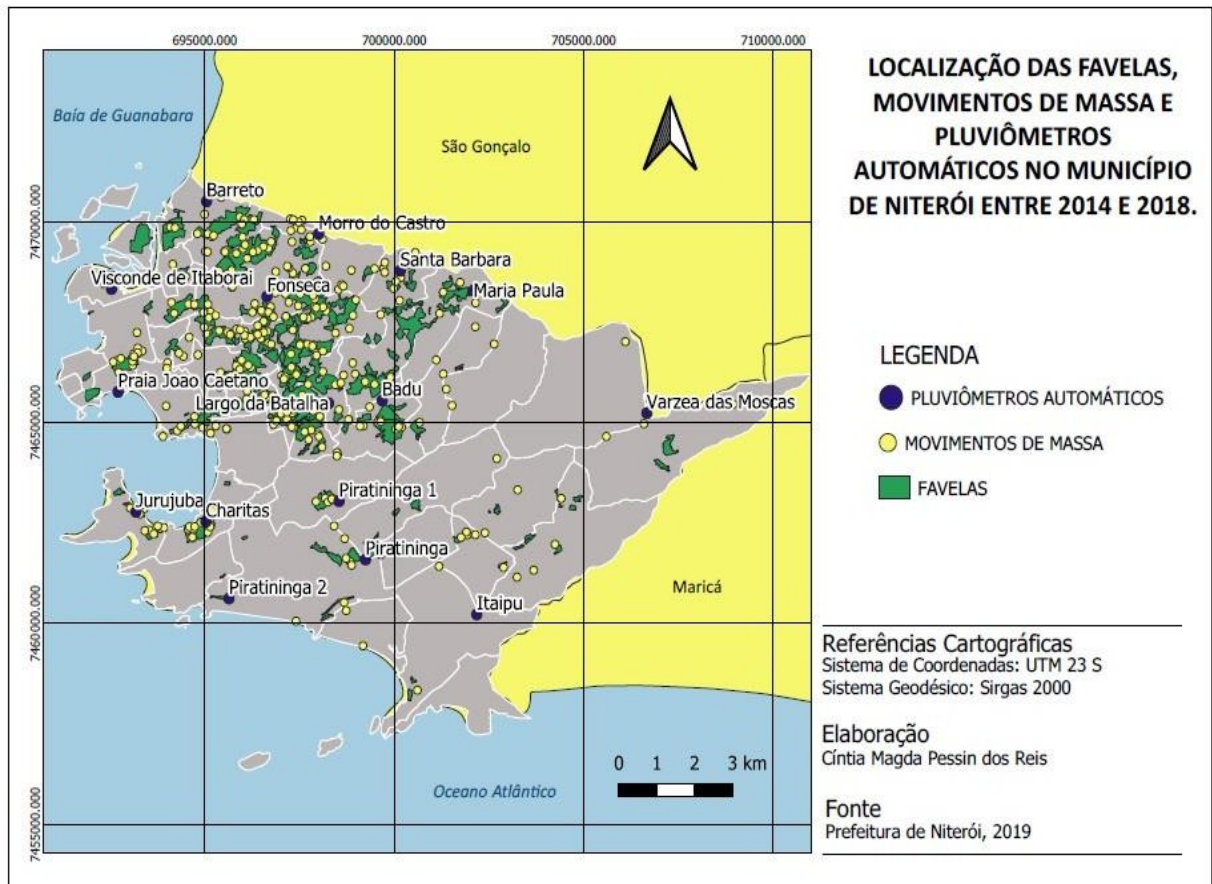
**Tabela 1 - Pluviômetros e Comunidades Adjacentes.**

Pluviômetro	Latitude	Longitude	Comunidades
BARRETO	- 22.86520	-43.09891	Engenhoca, Venda da Cruz, Tenente Jardim, Largo das Barradas e Neves.
BADU	-22.90504	-43.05267	Estrada Caetano Monteiro, Matapaca e Vila do Progresso.
CHARITAS	-22.93217	-43.09756	São Francisco, Morro do Preventório.
FONSECA	-22.88093	-43.08743	Morro do Bumba, Ititioca, Alameda São Boaventura, Av. Vinte e dois de Novembro, Rua São Januário, Estrada do Santo Cristo, Comunidade Vila Ipiranga, Estrada da Cova da Onça, Ladeira Lopes da Cunha, Ladeira do Castro, Atalaia, Viradouro, Beltrão, Morro do Juca Branco, Viçoso Jardim e Cubango.
ITAIPIU	-22.95599	-43.03041	Estrada Francisco da Cruz Nunes, Piratininga, Jacaré, Serra Grande, Maravista, Itaipu e Camboinhas.
JURUJUBA	-22.93189	-43.11579	Morro do Preventório.
LARGO DA BATALHA	-22.90586	-43.06972	Sape, Maceió, Atalaia, Pendotiba, Viradouro, Cachoeira, Beltrão, Martins Torres, Souza Soares, São José e Alarico de Souza.
MARIA PAULA	-22.88142	-43.03088	Matapaca, Parque São Sebastião, Muriqui, Vila Progresso, Arrastão, Arsenal e Novo México.
M. DO CASTRO	-22.86494	-43.06867	Tenente Jardim, Alameda Estada Unidos, Rua Lauro Muller, Praça do Morro do Castro, Estrada do Jenipapo, Buraco do Pato e Baldeador.
PIRATININGA	-22.95344	-43.08068	Camboinhas, Jardim Terra Nova, Santo Antonio.
PIRATININGA 1	-22.95282	-43.08252	Cafubá e Maralegre.
PIRATININGA 2	-22.95472	-43.08777	Jardim Imbuí, Marazul, Jacaré e Cantagalo.
PRAIA JOAO CAETANO	-22.90468	-43.12269	Ingá, Boa Viagem, Icaraí, Cavalão, Cotia, Vital Brasil, São Domingos, Gragoatá, Morro do Estado, Morro do Palácio, Fátima e Pé Pequeno.
S. BARBARA	-22.87697	-43.04716	Novo México, Figueira e Tribobó.
V. DAS MOÇAS	-22.91377	-43.98398	Rio do Ouro, Arsenal, Engenho do Roçado e Ipiipa.
VISCONDE DE ITABORAÍ	-22.88687	-43.12268	Ponta da Areia, Santana, Largo do Barradas, São Lourenço, Centro, Ilha da Conceição, Rua Barão de Amazonas, Rua Marechal Deodoro e Rua Feliciano Sodré.

**Fonte:** adaptado de NASCIMENTO et al., 2006

A Prefeitura Municipal de Niterói, antecipou e se preveniu, arquitetando a instalação de algumas estações pluviométricas cobrindo praticamente toda a cidade (Figura 2), no entorno da cidade, com o intento de precaver todas as regiões e as localidades em que se encontram estas estações pluviométricas.

**Figura 2 - Comunidades e Pluviômetros - Niterói.**



**Fonte:** adaptado de REIS, 2020

#### 4.2 DETERMINAÇÃO DA INTENSIDADE DE CHUVA

A intensidade é a precipitação por unidade de tempo, obtida pela relação  $i=P/t$ . Expressa-se normalmente em milímetros por hora ou milímetros por minuto. A intensidade de uma precipitação apresenta variabilidade temporal, sendo que para análise dos processos hidrológicos, geralmente são definidos intervalos de tempo nos quais é considerada constante (TUCCI, 2004).

Para exemplificar o procedimento de cálculo de intensidade de chuva desenvolvido na presente pesquisa tomou-se por base a precipitação e a duração total da precipitação que registrou a maior altura de chuva em 10 minutos no pluviômetro de Piratininga, correspondente a 23,16 mm. Ressalta-se, que o sistema de registro e de transmissão dos dados é efetuado em intervalos de 10 minutos,



exigindo que seja realizado o somatório dos valores para obtenção da precipitação total do período, assim como a correspondente duração da chuva. Considerou-se o início da chuva no momento em que houve o primeiro registro de 0,2 mm, no dia 20 de junho às 21h20min e o final da chuva no mesmo dia às 22h50min (Tabela 2).

**Tabela 2 –** Altura máxima e duração da chuva – Piratininga

DATA / HORÁRIO	ALTURA DE CHUVA (mm)
2017-06-20 21:10:00.0	0
2017-06-20 21:20:00.0	0,2
2017-06-20 21:30:00.0	12,2
2017-06-20 21:40:00.0	<b>23,16</b>
2017-06-20 21:50:00.0	13,21
2017-06-20 22:00:00.0	4,14
2017-06-20 22:10:00.0	1,57
2017-06-20 22:20:00.0	0,98
2017-06-20 22:30:00.0	0,79
2017-06-20 22:40:00.0	0,39
2017-06-20 22:50:00.0	0,2
2017-06-20 23:00:00.0	0

Fonte: adaptado de CEMADEN, 2019

Para a intensidade de precipitação calculada para o hidrômetro de Piratininga correspondente a chuva ocorrida no dia 26 de junho de 2017, obteve-se o valor de 34,04 mm/h, correspondente a altura total de 56,84 mm e duração de 01h40min ou 100 minutos (Equação 1).

$$i = \frac{P}{t}$$

Onde,

$i$  = intensidade (mm/h)

$P$  = precipitação (mm)

$t$  = duração (h)

$$i = \frac{(0,2+12,2+23,16+13,21+4,14+1,57+0,98+0,79+0,39+0,2)}{(10+10+10+10+10+10+10+10+10+10)}$$

Logo,

$$P = 56,84 \text{ mm}$$

$$t = 100 \text{ min ou } 1,67 \text{ h}$$

$$i = 34,04 \text{ mm/h}$$

O procedimento de cálculo de intensidade de chuva descrito anteriormente foi adotado para 11 dos 16 pluviômetros instalados em de Niterói. Para chuvas com durações inferiores a 1 hora adotou-se para o cálculo da intensidade o somatório dos valores registrados no período, evitando-se superestimar os volumes de chuva efetivamente precipitados em função do quociente da fórmula ser inferior a unidade. Os pluviômetros do Largo da Batalha, Maria Paula, Jurujuba, Fonseca e Morro do Castro, evidenciaram inconsistência de dados, sendo suas análises desenvolvidas em tópico específico.

Intensidades de chuva capazes de provocar volumes de precipitação superiores a 41 mm em 24 h são consideradas críticas para Niterói, ou seja, podem causar deslizamento em todas as áreas classificadas pelo PMRR do Município como de risco Alto (GOMES, 2014). Na estação pluviométrica Visconde de Itaboraí, a intensidade de chuva calculada foi de 42,75 mm/h. Entretanto, a área de abrangência deste pluviômetro é predominantemente de topografia suave ou plana, não sendo classificada como de alto risco. Isto pode explicar o fato de não ter sido registrada ocorrência de deslizamentos nesta região na referida data a despeito do índice elevado de precipitação.

**Tabela 3 - Altura e Intensidade das precipitações máximas (2014-2019)**

Pluviômetro	Altura máxima (mm)	Data do Evento	Duração (h)	Intensidade (mm/h)
Visconde de Itaboraí	21,67	Março 2019	1,50	42,75
Badu	23,17	Abril 2017	2,50	29,76
Piratininga 1	21,44	Abril 2017	1,67	39,90
Santa Bárbara	33,57	Março 2017	1,00	33,57
Itaipu	24,24	Junho 2017	1,50	36,80
Piratininga	23,16	Junho 2017	1,67	34,04
Várzea das Moças	22,58	Junho 2017	1,83	26,57
Barreto	12,6	Março 2016	3,83	15,15
Charitas	15,35	Setembro 2016	3,00	19,22
Piratininga 2	27,2	Março 2016	3,33	35,58
Praia João Caetano	27,27	Outubro 2016	1,00	27,27

Fonte: adaptado de CEMADEN, 2019

No período de 2014 a 2019 não foi registrado nos pluviômetros de Niterói precipitação com altura semelhante a que pode ter ocorrido em 07 de abril de 2010, que causou o deslizamento no morro do Bumba entre vários outros acidentes devidos a deslizamentos no Município. Ressalta-se, que na data de 06/04/2010, na cidade do Rio de Janeiro, foi registrado pelo Sistema Alerta Rio uma precipitação de 360,2 mm em 24h na estação pluviométrica do Sumaré. Pela proximidade e semelhança das bacias hidrográficas que se situam no entorno da Baía de Guanabara é razoável considerar que precipitações com valores de mesma magnitude podem ter ocorrido também em Niterói, na referida data.

#### 4.3 PRECIPITAÇÕES COM DADOS INCONSISTENTES

A inconsistência de dados refere-se a eventuais imprecisões nas informações divulgadas. Isso sugere que podem ter ocorrido falhas no sistema de

transmissão dos dados ou falta de manutenção nos equipamentos, exigindo, portanto uma análise mais crítica dos dados coletados.

Alguns postos apresentaram valores de precipitação muito elevados para um intervalo de 10 min., mostrando-se irrealistas, como as de 64,2 mm no pluviômetro do Largo da Batalha, 66,93 mm no Maria Paula, 77 mm na Jurujuba, 99,86 mm no Fonseca e 105,53 mm no Morro do Castro (Tabela 4).

Ressalta-se que na maioria dos postos de Niterói e também em observações em registros do Alerta Rio, não foram observadas alturas de precipitações com valores tão elevados no referido intervalo de tempo.

Nas estações Badu e Piratininga 1, localizadas próximas da estação do Largo da Batalha, não houve registro de chuva na data 03/ 04/ 2019, período de ocorrência da citada precipitação muito elevada na estação Largo da Batalha. Ressalta-se que no pluviômetro de Badu, houve registro da chuva do dia 01/ 04/ 2019 no valor de 0,2 mm e na estação de Piratininga 1 houve registro de chuva somente no dia 08/ 04/ 2019 no valor de 0,59 mm. Na estação Fonseca, próxima também às estações Badu e Piratininga1, registrou na data da ocorrência da maior chuva, 03/ 04/ 2019, um valor de precipitação igual a 0,2 mm.

Nas estações Santa Bárbara e Várzea das Moças, próximas à estação Maria Paula, foi constatado que nessas estações não houve registro de chuva na data 04/ 04/ 2019, período de ocorrência da maior precipitação na estação Maria Paula. Nessas estações, Santa Bárbara e Várzea das Moças, não houve registros de precipitações em data alguma.

Na estação Badu, localizada próxima à estação Maria Paula, houve registro de chuva na data 01/ 04/ 2019 no valor de 0,2 mm.

Na estação Charitas, próxima à estação Jurujuba, foi constatado que nessa estação houve registro de chuva na data 21/ 06/ 2017, no valor de 0,79 mm, período de ocorrência da maior precipitação na estação Jurujuba.

Na estação Morro do Castro, próxima à estação Fonseca, foi constatado que nessa estação houve registro de chuva na data 16/ 01/ 2016, no valor de 0,79 mm, período de ocorrência da maior precipitação na estação Fonseca.

Nas estações Fonseca, Santa Bárbara e Barreto, próximas a estação Morro do Castro, não houve registros de precipitações na data 26/ 02/ 2019, período de ocorrência da maior precipitação na estação Morro do Castro.

No pluviômetro Fonseca, mais próximo à estação do Morro do Castro, houve registro até o dia 25/ 02/ 2019 no valor de 0,2 mm. Enquanto, que nas estações Santa Bárbara e Barreto, não houve registro de precipitações em data alguma.

Os postos vizinhos àqueles que registraram valores muito elevados de chuvas, apresentaram valores muito baixos ou ausência de chuvas, aumentando a chance de inconsistência dos referidos dados. Entretanto, ressalta-se que em algumas situações a ocorrência de chuvas orográficas pode justificar divergências destacadas (Tabela 4).

**Tabela 4 – Alturas inconsistentes de chuvas**

<b>Pluviômetro</b>	<b>Altura máxima (mm/10 min.)</b>	<b>Data do Evento</b>	<b>Postos próximos (mm)</b>
Morro do Castro	105,53	Fevereiro 2019	sem registros
Largo da Batalha	64,2	Abril 2019	0,2 (Fonseca)
Maria Paula	66,93	Abril 2019	Sem registros
Jurujuba	77	Junho 2017	0,79 (Charitas)
Fonseca	99,86	Janeiro 2016	sem registros

**Fonte:** adaptado de CEMADEN, 2019

Outro aspecto que merece destaque é o registro sobre a duração das chuvas, onde as alturas das mesmas apresentadas foram nulas mesmo próximas a alturas elevadas. Como por exemplo, a de 27,27 mm na estação Praia João Caetano (Tabela 5).

**Tabela 5 – Precipitação com duração indefinida - Praia João Caetano**

<b>DATA/HORÁRIO</b>	<b>ALTURA DE CHUVA (mm)</b>
2016-10-02 21:00:00.0	0
2016-10-02 22:00:00.0	0
2016-10-02 23:00:00.0	0
2016-10-03 00:00:00.0	0
2016-10-03 01:00:00.0	0
2016-10-05 04:50:00.0	<b>27,27</b>
2016-10-05 05:00:00.0	0
2016-10-05 06:00:00.0	0
2016-10-05 07:00:00.0	0
2016-10-05 08:00:00.0	0
2016-10-05 09:00:00.0	0

**Fonte:** adaptado de CEMADEN, 2019

#### 4.4 TEMPO DE RETORNO DAS PRECIPITAÇÕES ANALISADAS

Em caráter complementar, foi desenvolvido no presente estudo o cálculo do tempo de retorno das principais intensidades de chuvas registradas nos pluviômetros de Niterói. Para cálculo do tempo de retorno foi aplicada a equação de chuvas intensas conhecidas como Equações IDF – Intensidade Duração e Frequencia (Equação 2).

$$i = \frac{a \cdot Tr^b}{(t+c)^d}$$

onde:

i = intensidade da chuva (mm/h).

Tr = tempo de recorrência (anos).

t = período de duração da precipitação (min).

a, b, c e d, coeficientes em conformidade com a Tabela 6.

Foram adotados os coeficientes característicos da Equação IDF de Niterói (Tabela 6).

**Tabela 6** – Coeficientes da Equação IDF de Niterói

Cidade	a	b	c	d	R <sup>2</sup>
Niterói (RJ)	1051,078	0,177	11	0,772	0,99897

Fonte: TUCCI e COLLISCHONN, 2004

Para o pluviômetro de Visconde de Itaboraí, que registrou a maior intensidade no período estudado, ou seja, 42,75 mm/h, o tempo de retorno calculado foi de 8 anos. Para os demais pluviômetros analisados, os tempos de retorno calculados foram de 8 anos, 3 anos e 1 ano (Tabela 7). Não foi considerado o cálculo de tempo de retorno para os pluviômetros que apresentaram intensidades de precipitação com indícios de inconsistência.

**Tabela 7 - Tempo de retorno das intensidades calculadas**

Pluviômetro	Intensidade (mm/h)	Duração (minutos)	Coeficientes da Equação IDF				Data Evento	Tempo de Retorno (anos)
	<b>I</b>	<b>t</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>c</b>	<b>d</b>	<b>Ano</b>	<b>Tr</b>
Visconde de Itaboraí	42,75	90	1051,08	0,177	11	0,772	2019	8
Badu	29,76	150	1051,08	0,177	11	0,772	2017	8
Piratininga 1	39,9	100,2	1051,08	0,177	11	0,772	2017	8
Santa Barbara	33,57	60	1051,08	0,177	11	0,772	2017	1
Itaipu	36,8	90	1051,08	0,177	11	0,772	2017	3
Piratiniga	34,04	100,2	1051,08	0,177	11	0,772	2017	3
Varzea das Moças	26,57	109,8	1051,08	0,177	11	0,772	2017	1
Barreto	15,15	229,8	1051,08	0,177	11	0,772	2016	1
Charitas	19,22	180	1051,08	0,177	11	0,772	2016	1
Praia João Caetano	27,27	60	1051,08	0,177	11	0,772	2016	1

**Fonte:** Desenvolvido pelo autor

#### 4.5 ANÁLISE PLUVIOMÉTRICA DA PLANILHA DO CEMADEN – NITERÓI

A análise considerou as precipitações máximas dentro das 24h dos dias de cada mês dos anos de 2014 a 2019 para cada estação pluviométrica.

Para a aplicação dos métodos, utilizou-se o período investigado, o qual foi pesquisado no CEMADEN os registros de precipitações contidos nas estações pluviométricas instaladas no município. Para validar a análise, foram elaboradas tabelas abaixo, para conseguir uma melhor percepção e demonstrar clareza aos leitores, os pluviômetros, a quantidade de chuvas e os períodos onde ocorreram as maiores precipitações. Os dados incluídos nas tabelas estão dispostos exatamente conforme apresentados nas planilhas do CEMADEN.

Na estação Badu, observa-se que a altura máxima de precipitação no período de 2014 a 2019 ocorreu em Abril de 2017 no valor de 23,17 mm. Verifica-se que alguns registros não foram apresentados, sugerindo falta de manutenção nos equipamentos e no sistema de transmissão de dados (Tabela 8).

**Tabela 8 – Alturas máximas de precipitação - Badu**

ANO	PLUVIÔMETRO BADU (mm) – 2014 a 2019											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2019	8,32	10,90	1,37	1,18	0,59	0,59	0,59	0,59	0,39	0,59		
2018	8,34	7,51	8,39	10,57	4,53	6,73	8,53		4,72	8,52	5,12	4,92
2017	0,98	0,39	0,59	<b>23,17</b>	1,57	10,98	1,58	1,77	0,20	0,59	2,16	4,33
2016	2,36	0,79	0,79		0,39	1,77	0,20	1,37	1,37	0,79		0,59
2015								1,38	0,98	0,39	0,79	0,98
2014		0,79										

Fonte: CEMADEN, 2019

No Pluviômetro do Barreto, nota-se que a altura máxima de precipitação no período de 2014 a 2019 aconteceu em março de 2016 no valor de 12,6 mm. Alguns registros de precipitação não foram apresentados, sugerindo falta de manutenção nos equipamentos e no sistema de transmissão de dados (Tabela 9).

**Tabela 9 - Alturas máximas de precipitação - Barreto**

ANO	PLUVIÔMETRO BARRETO (mm) – 2014 a 2019											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2019												
2018	0,79	1,96	0,39	0,63	0,59	1,18	3,55	2,16	0,98	0,79	0,2	0,39
2017	4,14	2,17	4,73	2,56	1,18	5,12	2,16	3,15	0,39	1,96	3,35	0,39
2016			<b>12,6</b>		4,73	7,7	0,79	3,35	4,33	2,95		1,37
2015								0,2				
2014	5,13	1,77				3,54	4,53	0,79		4,13		

Fonte: CEMADEN, 2019

Na estação Charitas, a altura máxima de precipitação do período de 2014 a 2019 deu-se em setembro de 2016 no valor de 15,35 mm. Registros de precipitação não foram apresentados, sugerindo falta de manutenção nos equipamentos e no sistema de transmissão de dados (Tabela 10).



**Tabela 10 - Alturas máximas de precipitação – Charitas**

ANO	PLUVIÔMETRO CHARITAS (mm) – 2014 a 2019											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2019	12,19	3,15			0,2					0,2		
2018	9,21	13,43	2,56	1,18	6,5	4,14	3,55	2,56	3,74	3,55	14,7	5,71
2017	0,59	0,59	12,81	4,53	1,37	0,79	6,3	2,95	0,98	3,55	3,55	10,98
2016	0,39	0,79	0,39		0,2	0,39	0,2	3,15	<b>15,35</b>	1,97		
2015								1,18	0,79	0,2	0,59	0,79
2014	6,3	2,17				6,9	10,21	0,98	1,77	1,57		

Fonte: CEMADEN, 2019

No pluviômetro do Fonseca, observa-se que a altura máxima de precipitação do período de 2014 a 2019 ocorreu em janeiro de 2016 no valor de 99,86 mm. Alguns registros de precipitação não foram apresentados, sugerindo falta de manutenção nos equipamentos e no sistema de transmissão de dados (Tabela 11).

**Tabela 11 - Alturas máximas de precipitação – Fonseca**

ANO	PLUVIÔMETRO FONSECA (mm) – 2014 a 2019											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2019	2,56	0,39	0,2	3,15	2,56	0,59	0,79	0,98	1,18	1,18		
2018	2,95	0,59	0,42	0,2	0,79	0,39	0,59	0,2	0,39	0,98	9,96	1,37
2017				3,55	1,37	4,72	0,42	0,42	0,42	0,2	2,56	3,35
2016	<b>99,86</b>											
2015								0,39	0,79	0,39	1,37	2,36
2014	6,69	2,36				14	4,13	2,16	2,36	1,57		

Fonte: CEMADEN, 2019

Na estação Itaipu, verifica-se que a altura máxima de precipitação do período de 2014 a 2019 deu-se em junho de 2017 no valor de 24,24 mm. Nota-se que alguns registros de precipitação não foram apresentados, sugerindo falta de manutenção nos equipamentos e no sistema de transmissão de dados (Tabela 12).

**Tabela 12 - Alturas máximas de precipitação – Itaipu**

	PLUVIÔMETRO ITAIPU (mm) – 2014 a 2019											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2019												
2018	9,97	0,39	0,2	0,59	0,2	0,2	1,77	1,37	9,25	3,74	0,59	1,38
2017	3,34	0,98	13,01	5,71	1,57	<b>24,24</b>	2,95	2,56	0,59	2,76	2,36	5,9
2016	6,69	19,97	13,63		3,74	10,38	0,79	5,71	11,79	2,36		
2015								1,18	3,74	1,77	7,1	8,12
2014						4,33	3,55	0,59	2,36	1,18		

Fonte: CEMADEN, 2019

No Pluviômetro do Jurujuba, a altura máxima de precipitação do período de 2014 a 2019 ocorreu em junho de 2017 no valor de 77 mm. Observa-se que alguns registros de precipitação não foram apresentados, sugerindo falta de manutenção nos equipamentos e no sistema de transmissão de dados (Tabela 13).

**Tabela 13 - Alturas máximas de precipitação – Jurujuba**

ANO	PLUVIÔMETRO JURUJUBA (mm) – 2014 a 2019											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2019												
2018		0,59				0,59						
2017				3,74	1,37	<b>77</b>			0,2		0,39	0,2
2016	5,59	13,21	21,25		6,49	1,18	0,39	0,98	0,79	0,2		0,39
2015								4,64	3,94	2,36	8,93	7,91
2014		0,79				4,92	14,3	1,37	2,16	1,57		

Fonte: CEMADEN, 2019

Na estação Largo da Batalha, nota-se que a altura máxima de precipitação do período de 2014 a 2019 aconteceu em abril de 2019 no valor de 64,2 mm. Podemos verificar que alguns registros de precipitação não foram apresentados, sugerindo falta de manutenção nos equipamentos e no sistema de transmissão de dados (Tabela 14).

**Tabela 14- Alturas máximas de precipitação - L. Batalha**

ANO	PLUVIÔMETRO LARGO DA BATALHA (mm) – 2014 a 2019											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2019	9,86	57,07	16,08	<b>64,2</b>	2,95	2,36	0,81					
2018	41,75		19,44					9,6	3,76	14,37	20,66	9,1
2017	0,39			0,2	1,18	1,77	0,79	0,98	0,39	1,18	1,57	7,61
2016	6,1	16,66	0,98		0,59	0,2	0,2	0,98	0,59	0,39		0,98
2015								2,95	2,36	0,98	12,8	9,55
2014	11,58	1,57								1,18		

Fonte: CEMADEN, 2019

No pluviômetro da Maria Paula, verifica-se que a altura máxima de precipitação do período de 2014 a 2019 ocorreu em abril de 2019 no valor de 66,93 mm. Observa-se que alguns registros de precipitação não foram apresentados, sugerindo falta de manutenção nos equipamentos e no sistema de transmissão de dados (Tabela 15).

**Tabela 15 - Alturas máximas de precipitação – Maria Paula**

ANO	PLUVIÔMETRO MARIA PAULA (mm) – 2014 a 2019											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2019	4,33	14,92	9,6	<b>66,93</b>	0,39							
2018	11,59	22,09	6,39	10,16	6,5	5,12	3,35	2,36	4,14	8,11	4,53	10,78
2017	0,39	0,2	0,39	3,15	2,56	7,50	1,77	2,95	0,59	3,35	6,94	5,19
2016	8,11	13,84	9,13		0,2	0,39	0,2	0,59	0,39	0,39		
2015								0,98	4,72	3,35	12,2	5,9
2014	3,35								0,2	1,77		

Fonte: CEMADEN, 2019

Na estação Morro do Castro, nota-se que a altura máxima de precipitação do período de 2014 a 2019 deu-se em fevereiro de 2019 no valor de 105,53 mm. Verifica-se que alguns registros de precipitação não foram apresentados, sugerindo falta de manutenção nos equipamentos e no sistema de transmissão de dados (Tabela 16).

**Tabela 16 - Alturas máximas de precipitação - M. do Castro**

ANO	PLUVIÔMETRO MORRO DO CASTRO (mm) – 2014 a 2019											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2019	0,2	<b>105,53</b>	33,78	88,33	26,22	0,2	2,56		0,2			
2018	12,61	1,77	0,98	0,59	0,39	0,2	2,76	0,2	2,36	1,37	7,09	0,2
2017	0,39	0,2	0,98	4,73	1,77	7,3	2,36	1,96	0,39	4,35	10,17	9,38
2016	1,77	0,39	1,77		0,59	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2		0,39
2015								1,57	6,5	1,77	12	4,92
2014	19,44	5,12				4,17	3,54			2,95		

Fonte: CEMADEN, 2019

No pluviômetro de Piratininga, a altura máxima de precipitação do período de 2014 a 2019 aconteceu em junho de 2017 no valor de 23,16 mm. Observa-se que alguns registros de precipitação não foram apresentados, sugerindo falta de manutenção nos equipamentos e no sistema de transmissão de dados (Tabela 17).

**Tabela 17 - Alturas máximas de precipitação – Piratininga**

ANO	PLUVIÔMETRO PIRATININGA (mm) – 2014 a 2019											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2019		0,2	0,39	0,2								
2018	9,97	12,6	14,48	2,76	7,5	4,13	3,74	7,51	4,53	0,2		
2017	1,37	0,79	1,96	18,93	1,37	<b>23,16</b>	1,38	9,55	0,79	3,35	1,77	8,12
2016	5,12	15,77	14,96		6,74	7,7	0,79	0,79	1,37	0,39		0,79
2015								3,54	11,18	2,95	7,71	6,3
2014	9,33	0,79				6,71	6,1	2,36	2,36	1,77		

Fonte: CEMADEN, 2019

Na estação Piratininga 1, nota-se que a altura máxima de precipitação do período de 2014 a 2019, ocorreu em abril de 2017 no valor de 21,44 mm. Alguns registros de precipitação não foram apresentados, sugerindo falta de manutenção nos equipamentos e no sistema de transmissão de dados (Tabela 18).

**Tabela 18 - Alturas máximas de precipitação - Piratininga 1**

ANO	PLUVIÔMETRO PIRATININGA 1 (mm) - 2014 a 2019											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2019	5,71	18,72	13,65	8,73	6,7	3,15	12,09	5,12	2,95	3,15		
2018	7,5	10,17	10,98	2,76	7,91	4,13	5,12	7,72	5,19	5,51	7,97	5,38
2017	5,51	0,98	1,18	<b>21,44</b>	1,18	19,34	1,96	2,75	0,59	1,97	4,33	9,14
2016	6,49	15,12	17,69		6,7	10,17	1,38	5,34	12,4	1,37		3,74
2015								6,56	6,3	2,36	7,91	9,75
2014												

Fonte: CEMADEN, 2019

No pluviômetro de Piratininga 2, a altura máxima de precipitação do período de 2014 a 2019 aconteceu em março de 2016 no valor de 27,2 mm. Nota-se que alguns registros de precipitação não foram apresentados, sugerindo falta de manutenção nos equipamentos e no sistema de transmissão de dados (Tabela 19).

**Tabela 19 - Alturas máximas de precipitação - Piratininga 2**

ANO	PLUVIÔMETRO PIRATININGA 2 (mm) - 2014 a 2019											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2019												
2018												
2017		0,79	7,12	3,55		21,45	2,36					
2016	6,49	17,48	<b>27,2</b>		3,94	6,13	0,39	3,94	9,14	1,57	0,2	6,7
2015								3,74	3,55	3,94	9,75	11,99
2014	9,11	0,79				7,53	7,93	2,16	12,19	1,57		

Fonte: CEMADEN, 2019

Na estação Praia João Caetano, observa-se que a altura máxima de precipitação do período de 2014 a 2019 deu-se em outubro de 2016 no valor de 27,27 mm. Alguns registros de precipitação não foram apresentados, sugerindo falta de manutenção nos equipamentos e no sistema de transmissão de dados (Tabela 20).

**Tabela 20 - Alturas máximas de precipitação - P. J. Caetano**

ANO	PLUVIÔMETRO PRAIA JOÃO CAETANO (mm) – 2014 a 2019											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2019	11,86	25,53	15,13	13,84	6,90	5,51	1,18	2,56	4,33	2,36		
2018	8,13	13,16	3,74	6,50	5,94	5,31	6,89	3,35	8,13	2,56	6,50	4,92
2017				5,90	1,37	5,31	1,77	2,76	0,79	2,95	5,12	6,91
2016	6,90	15,56	10,16		5,51	11,99	0,98	6,10	14,06	<b>27,27</b>		
2015								0,79	4,33	0,59	7,51	14,07
2014	5,12	1,18				4,72	7,74	2,36	2,36	1,38		

Fonte: CEMADEN, 2019

Na estação Santa Bárbara, a altura máxima de precipitação do período de 2014 a 2019 deu-se em março de 2017 no valor de 33,57 mm. Nota-se, também, que alguns registros de precipitação não foram apresentados, sugerindo falta de manutenção nos equipamentos e no sistema de transmissão de dados (Tabela 21).

**Tabela 21 - Alturas máximas de precipitação - S. Bárbara**

ANO	PLUVIÔMETRO SANTA BÁRBARA (mm) – 2014 a 2019											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2019												
2018	1,77	1,57										
2017	16,78	14,65	<b>33,57</b>	15,11	2,95	7,51	2,95	1,77	0,39	3,97	9,57	5,98
2016			17,69		4,92	5,51	0,2	3,54	3,54	0,79		5,18
2015								0,98	1,77			
2014		2,56				7,98	7,1	2,16	3,35	1,77		

Fonte: CEMADEN, 2019

No pluviômetro de Visconde de Itaboraí, observa-se que a altura máxima de precipitação do período de 2014 a 2019 ocorreu em março de 2019 no valor de 21,67 mm. Podemos observar que alguns registros de precipitação não foram apresentados, sugerindo falta de manutenção nos equipamentos e no sistema de transmissão de dados (Tabela 22)

**Tabela 22 - Alturas máximas de precipitação - V. Itaboraí**

ANO	PLUVIÔMETRO VISCONDE DE ITABORAÍ (mm) – 2014 a 2019											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2019	7,36	13,01	<b>21,67</b>	11,79	12,2	2,36	1,18	1,77	4,33			
2018	8,72	17,5	3,76	4,72	5,51	8,78	2,36	3,55	4,33	2,95	9,96	4,74
2017				3,55	0,98	4,92	2,38	2,36	0,59	3,94	10,16	9,75
2016	6,69	12,83	20,82		3,54	10,16	0,39	3,15	6,30	9,42		3,74
2015								0,79	3,15	0,79	10,17	17,48
2014		1,57				2,36	3,55	0,79	1,97	1,77		

Fonte: CEMADEN, 2019

Na estação Várzea das Moças, a altura máxima de precipitação do período de 2014 a 2019 deu-se em junho de 2017 no valor de 22,58 mm. Nota-se que alguns registros de precipitação não foram apresentados, sugerindo falta de manutenção nos equipamentos e no sistema de transmissão de dados (Tabela 23).

**Tabela 23 - Alturas máximas de precipitação – Várzea das Moças**

ANO	PLUVIÔMETRO VARZEA DAS MOÇAS (mm) – 2014 a 2019											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2019												
2018												
2017	2,56	0,79	1,77	2,95	1,18	<b>22,58</b>	2,77	1,97	0,79	4,13	0,39	5,9
2016	0,98	0,59	0,2		5,9	1,18	0,2	0,84	0,98	0,39		5,52
2015								0,79	1,18	0,59	0,39	1,57
2014										1,97		

Fonte: CEMADEN, 2019

Para considerar as informações históricas, da série selecionada entre 2014 e 2019, foi elaborada a tabela 22, de modo a se obter uma análise de todos os eventos, quanto à localidade, precipitação máxima diária mensal e mês de ocorrência.

**Tabela 24** - Alturas máximas das precipitações de 2014 a 2019

<b>Pluviômetros</b>	<b>Altura de chuva (mm)</b>	<b>Período</b>
Morro do Castro	105,53	Fevereiro 2019
Visconde de Itaboraí	21,67	Março 2019
Largo da Batalha	64,2	Abril 2019
Maria Paula	66,93	Abril 2019
Santa Bárbara	33,57	Março 2017
Barreto	12,6	Abril 2017
Piratininga 1	21,44	Abril 2017
Itaipu	24,24	Junho 2017
Jurujuba	77	Junho 2017
Piratininga	23,16	Junho 2017
Várzea das Moças	22,58	Junho 2017
Fonseca	99,86	Janeiro 2016
Badu	23,17	Março 2016
Piratininga 2	27,2	Março 2016
Charitas	15,35	Setembro 2016
Praia João Caetano	27,27	Outubro 2016

**Fonte:** Adaptado de CEMADEN, 2019

É importante mapear, para uma investigação mais conclusiva, os dados históricos das séries impactantes das longas chuvas em Niterói, já que quanto maior a série, mais confiável será o resultado da análise estatística, capturando as variações nas tendências de chuvas ao longo do tempo.

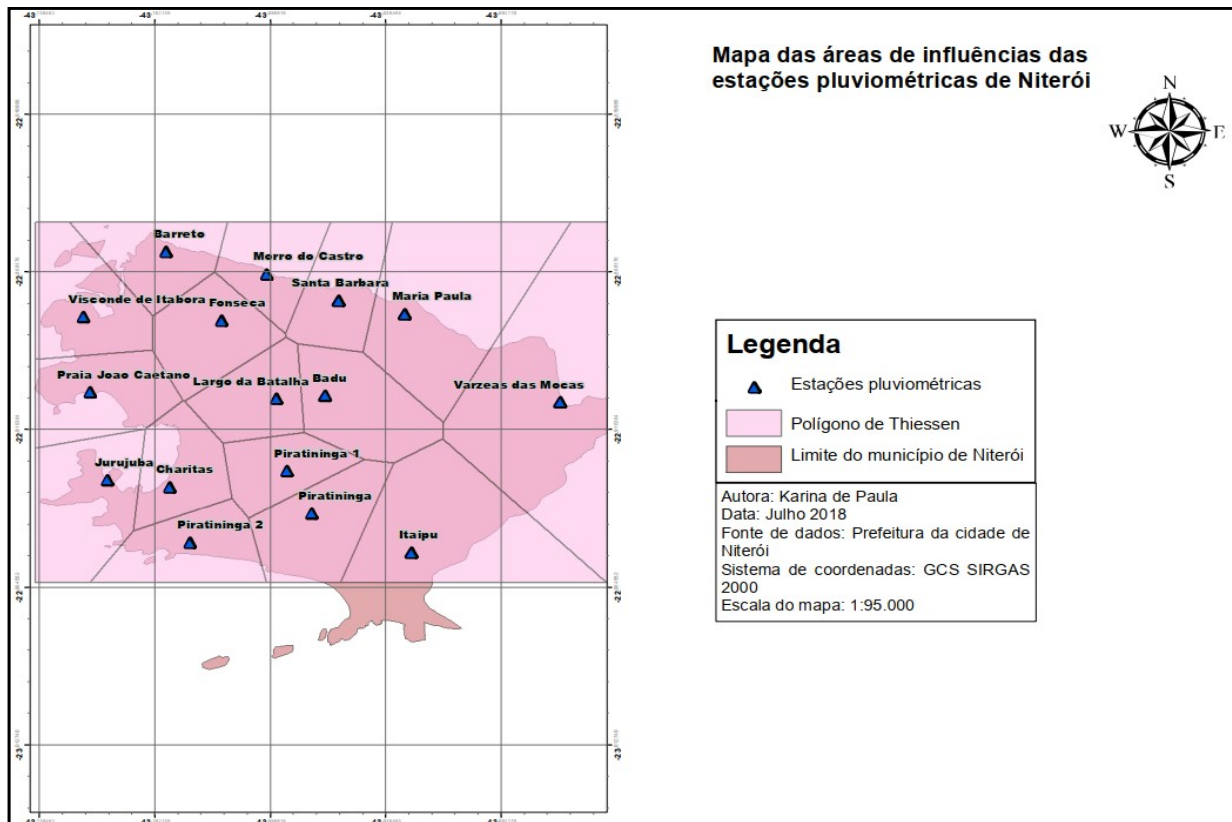
Mendonça, Sena e Santos (2015) destacam que para determinação da pluviosidade média, uma das estratégias a ser adotada é o Método de Thyssen.

Este método considera a variabilidade da distribuição espacial dos postos, mas não leva em conta o relevo da bacia. A metodologia consiste em conectar as estações por trechos retilíneos, traçando perpendiculares ao ponto médio às linhas que ligam as duas estações.



Para os autores mencionados acima, as linhas perpendiculares são prolongadas até encontrarem as outras. O polígono é formado pela intersecção das linhas, correspondendo à área de influência de cada estação. A partir do ponto de que cada estação é representativa da área em que a altura precipitada é tida como constante. Cada estação recebe um peso pela área que representa em relação à área total da bacia hidrográfica (Figura 3).

**Figura 3 – Polígono de Thiessen – Pluviômetros Niterói/RJ**



Fonte: Adaptado de NASCIMENTO, 2006.

Como exposto Niterói também assumiu a manutenção do sistema de sirenes de alerta nas comunidades. Em cada comunidade onde há sirene, as rotas de fuga foram sinalizadas para facilitar o acesso dos moradores a locais seguros. Em caso de acionamento das sirenes, a Defesa Civil conta com pontos de apoio, onde cada comunidade tem seu local específico, que pode ser uma escola, uma quadra etc.

Nesta perspectiva e considerando a necessidade de reduzir o risco de desastres provocados por chuvas intensas, cabe citar a importância do Plano Municipal de Redução de Risco de Inundação e Instabilidade de Encostas de Niterói

- PMRR, utilizado como embasamento teórico desta pesquisa, o qual desenvolveu o Mapa de Suscetibilidade da cidade e identificou os diferentes graus de risco nas diversas regiões deste município (PMRR, 2006).

Os ditames apregoados no sítio do CEMADEN em relação ao Projeto de Instalação dos Pluviômetros na cidade noticiam:

O projeto instalou pluviômetros automáticos em locais próximos a áreas de risco de desastres naturais, tendo sido estabelecido parcerias formais com Instituições e Entidades que abrigaram os equipamentos. As entidades responsáveis pela salvaguarda dos equipamentos formam uma importante rede nacional de colaboração para a redução de riscos de desastres, em conjunto com órgãos governamentais (MONTEIRO JUNIOR, 2016).

Portanto, os dados utilizados para a identificação de riscos de desastres naturais precisam ser confiáveis e com disponibilidade instantânea. Dessa forma, os pluviômetros automáticos se conectam aos servidores do CEMADEN e transmitem dados dos acumulados de chuva, em milímetros, a cada 10 minutos, sendo, então, processados e disponibilizados para a Sala de Situação do CEMADEN em plataforma especializada desenvolvida pelo Centro. Por outro lado, caso não esteja chovendo, o pluviômetro se conectará apenas uma vez a cada hora, enviando o acumulado de 0 milímetro dos últimos 60 minutos. O visor do pluviômetro mostra a chuva acumulada na última hora que passou, depois nas últimas 4 horas, nas últimas 24, 48, 72 e 96 horas.

Nem sempre se pode apontar as chuvas como causa e consequência de desastres naturais. Os deslizamentos de terra em encostas têm causas diversas que podem ser relacionadas ao material mobilizado, velocidade e mecanismo do movimento, o modo da deformação, a geometria da massa movimentada, o conteúdo de água, os usos e ocupações do local (GUIMARÃES et al., 2008).

Assim como já foi destacado em tantos outros estudos realizados sobre este evento extremo, não basta apenas atribuir as chuvas, é necessário averiguar e reavaliar o planejamento urbano.

A classificação das chuvas, as quais não são iguais, isso porque podem ter diversas origens e características distintas. Assim, podem ser classificadas em:

- **Orográficas:** ocorre no momento em que as massas de ar úmidas são impedidas de seguir seu trajeto pelos elementos do relevo, como uma montanha, então as nuvens ganham altitude e se agrupam provocando a precipitação.
- **Convecção:** desenvolve quando a temperatura está elevada e há uma grande evaporação, o vento vertical leva o vapor para as altitudes ocasionando o resfriamento, assim produz a precipitação ou chuva. Esse tipo de chuva é conhecido como torrenciais e têm características de serem rápidas e abundantes.
- **Frontais:** esse tipo de chuva tem sua origem a partir do encontro entre uma massa de ar fria e uma quente.

Por mais que seja comumente ignorada, o índice de chuva possui um grande impacto na cultura de um determinado local ou região, principalmente na agricultura, já que todas as plantas precisam de pouca água para sobreviver, por isto que a utilização de Pluviômetro é tão importante para exercer este controle de medição da chuva.

Gomes (2014) enfatiza que os registros pluviométricos e os deslizamentos de encostas estabelecem uma relação entre a intensidade de chuva e a frequência de escorregamentos, definindo como crítico o índice de 41 mm em 24 horas, para o município de Niterói. Os dados da precipitação são de fundamental importância para identificar os momentos de iminência de perigo de desmoronamentos, evitando a ocorrência de tragédias.

A cidade de Niterói totaliza 52 bairros. Os escorregamentos acontecem, geralmente, logo após ou durante períodos de chuvas intensas. A chuva age na superfície das encostas e as rupturas ocorrem em um curto espaço de tempo. Esse tipo de escorregamento é o mais comum e são frequentes nas encostas brasileiras (SILVA et al.,2017).

#### 4.6 RISCOS DE INSTABILIDADE DE ENCOSTAS EM NITERÓI/RJ

Ferrari *et al.* (2004) relatam que a ocorrência de morros isolados no Ingá, São Lourenço e Centro, inseridos na ampla área de planícies compreendido desde Icaraí ao Sul até a Ilha da Conceição, São Lourenço e Barreto ao Norte.

Ao analisar a suscetibilidade a deslizamentos de uma determinada área, um importante fator a ser considerado é a vegetação. A vegetação influencia diretamente os processos hidrológicos, reduzindo a quantidade, a velocidade e a energia da água que atinge o solo através da precipitação. Desta forma, o potencial erosivo das gotas da chuva sobre o solo diminui. A vegetação original do município é típica da Mata Atlântica, que hoje só está preservada em poucos locais, como, por exemplo, a Serra da Tiririca.

O Município também conta com campos inundáveis, mangue e restinga. Cabe ressaltar que a Mata Atlântica é uma floresta com características tropicais, ou seja, é perenifólia (não costuma perder suas folhas).

Quando ocorrem as precipitações, o solo absorve uma parcela da água, no entanto, outra parte se locomove em forma de enxurrada na superfície do terreno. A parte da água que se infiltra no solo se confronta com alguns tipos de rochas impermeáveis, no qual a água não encontra passagem e começa a acumular-se em um único local tornando, dessa forma, o solo saturado de umidade que não consegue suportar o peso e se rompe, desencadeando deslizamentos.

A tragédia no Morro do Bumba ocorreu no dia 7 de abril de 2010 no bairro Viçoso Jardim, periferia de Niterói/RJ. O desastre ocorrera pelo deslizamento de uma encosta em região que abrigara um antigo lixão da cidade. O desfecho trágico deveu-se à intensa ocupação da área atingida, com um elevado número de vítimas fatais e centenas de famílias desabrigadas. As causas da tragédia giram em torno do grande volume de chuvas do período e da fragilidade do solo, por conta de sua destinação no passado.

De acordo com Amorim, Quelhas e Motta (2014) a Defesa Civil do Estado do Rio de Janeiro elaborou um Plano de Ações onde uma das bases é a Estratégia Internacional de Redução de Desastres - EIRD da Organização das Nações Unidas - ONU. Este Plano visa minimizar os grandes impactos ocasionados pelos desastres.

No Rio de Janeiro as chuvas torrenciais que geralmente assolam o Estado no verão ocasionam grandes enchentes e deslizamentos. Este problema agregado às características do relevo e a ocupação desordenada da cidade afeta principalmente os moradores das áreas de risco. Este artigo baseia-se na revisão da literatura com foco no referencial teórico do Plano de Contingência da Cidade do Rio de Janeiro.

Nascimento *et al.* (2006) através do Relatório PMRR cita que a ocupação urbana altera as características originais dos terrenos, podendo potencializar instabilizações. Desmatamentos, cortes inadequados no solo, execução de aterros impróprios, deficiência de concepção ou ausência de sistema de drenagem, construção de moradias em calhas naturais, obstruindo talvegues, ausência de redes de esgotamento sanitário, tubulações de água e de esgoto com vazamento, lançamentos de lixo e entulho, constituem exemplos correntes típicos da inadequação na forma de ocupação.

Por esses fatores, é comum a ocorrência de acidentes frequentemente causadores de vítimas entre a parcela da população mais carente, sobretudo nos períodos chuvosos. Em época de chuvas intensas, encostas diversas são palcos de fenômenos de movimento de massa, constituindo deslizamentos de terra, corrida de lama e rolamentos de blocos de rocha.

Considerando-se a necessidade de reduzir o risco de desastres provocados por chuvas intensas, cabe citar a importância do Plano Municipal de Redução de Risco de Inundação e Instabilidade de Encostas de Niterói que desenvolveu o Mapa de Suscetibilidade da cidade e identificou os diferentes graus de risco nas diversas regiões deste município (PMRR, 2006). E entre outros estudos, o projeto elaborou um mapeamento dos setores de risco onde identificou os diferentes graus de probabilidade de escorregamento (Tabela 25).

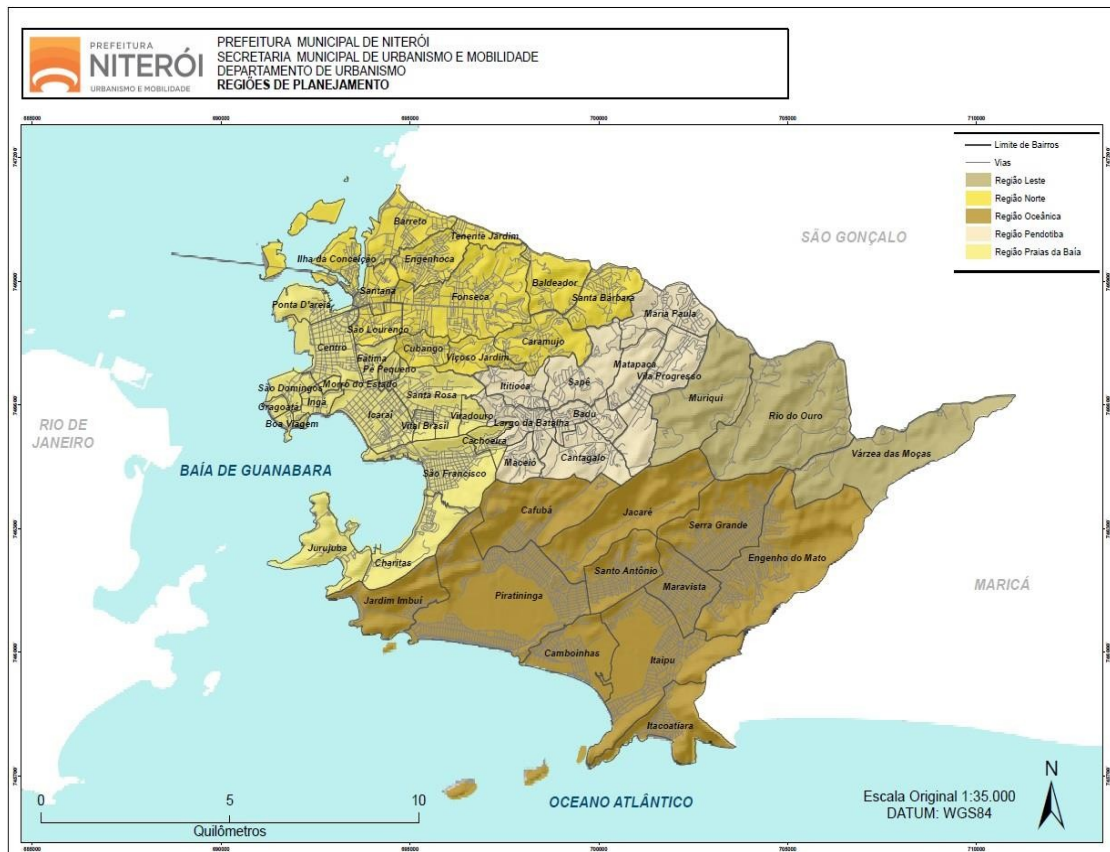
**Tabela 25 – Classificação dos Riscos de Instabilidade**

<b>Grau de probabilidade</b>	<b>Descrição</b>
R1 - Baixo	<p>Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (declividade, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de baixa potencialidade para o desenvolvimento de escorregamentos e solapamentos.</p> <p>Não há indícios de desenvolvimento de processos de instabilização de encostas e de margens de drenagens.</p> <p>È condição menos crítica.</p> <p>Mantidas as condições existentes, não se espera a ocorrência de eventos destrutivos no período de um ciclo chuvoso.</p>
R2 - Médio	<p>Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (declividade, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de baixa potencialidade para o desenvolvimento de escorregamentos e solapamentos.</p> <p>Observa-se a presença de alguma(s) evidencia(s) de instabilidade (encostas e margens de drenagens) porém incipiente(s).</p> <p>Mantidas as condições existentes, é reduzida a possibilidade de ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período de m ciclo chuvoso.</p>
R3 - Alto	<p>Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (declividade, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de alta potencialidade para o desenvolvimento de escorregamentos e solapamentos.</p> <p>Observa-se a presença de significativa(s) evidencia(s) de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, etc.)</p> <p>Mantidas as condições existentes, é perfeitamente possível a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período de um ciclo chuvoso.</p>
R4 – Muito Alto	<p>Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (declividade, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de alta potencialidade para o desenvolvimento de escorregamentos e solapamentos.</p> <p>As evidências de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, trincas em moradias ou em muros de contenção, árvores ou postes inclinados, cicatrizes de escorregamento, feições erosivas, proximidade da moradia em relação ao córrego, etc. são expressivas e estão presentes em grande número e/ou magnitude).</p> <p>È a condição mais crítica.</p> <p>Mantidas as condições existentes, é muito provável a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período de um ciclo chuvoso.</p>

**Fonte:** CARVALHO e GALVÃO, 2006

Em função da metodologia adotada no estudo do PMRR de Niterói (2006), o município foi subdividido em 5 regiões administrativas por onde as comunidades estão distribuídas, a saber: RN-Região Norte, RP-Região de Pendotiba, RL-Região Leste, RO-Região Oceânica e RPB-Região Praias da Baía (Figura 4).

**Figura 4 - Regiões Administrativas – Niterói.**



**Fonte:** PREFEITURA MUNICIPAL DE NITERÓI, 2014

A fim de viabilizar a abrangência de todo o município, no PMRR de Niterói, selecionou-se alguns pontos representativos de risco, sendo estes distribuídos por bacia ou sub-bacia hidrográfica, servindo como modelo para outros pontos de risco na cidade. E entre outros estudos, o projeto elaborou um mapeamento dos setores de risco onde identificou os diferentes graus de probabilidade de escorregamento (Figura 5).

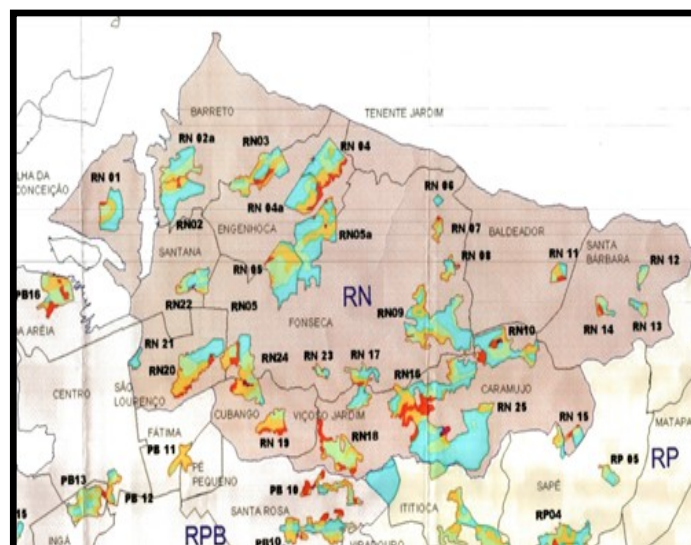
**Figura 5 – Graus de risco de deslizamentos**



Fonte: NASCIMENTO et al, 2006

Podemos visualizar no mapa da Figura 6, a Região Norte (RN) e verificar a localização dos diferentes graus de risco que apresentam os bairros da Ilha da Conceição, Barreto, Santana, Engenhoça, Tenente Jardim, Fonseca, São Lourenço, Cubango, Viçoso Jardim, Caramujo, Baldeador e Santa Bárbara.

**Figura 6 - Áreas de risco na Região Norte-Niterói**



Fonte: NASCIMENTO et al, 2006



As legendas que constam no mapeamento da Região Norte se referem às comunidades que nela se localizam (Tabela 26).

**Tabela 26** - Comunidades situadas na Região Norte

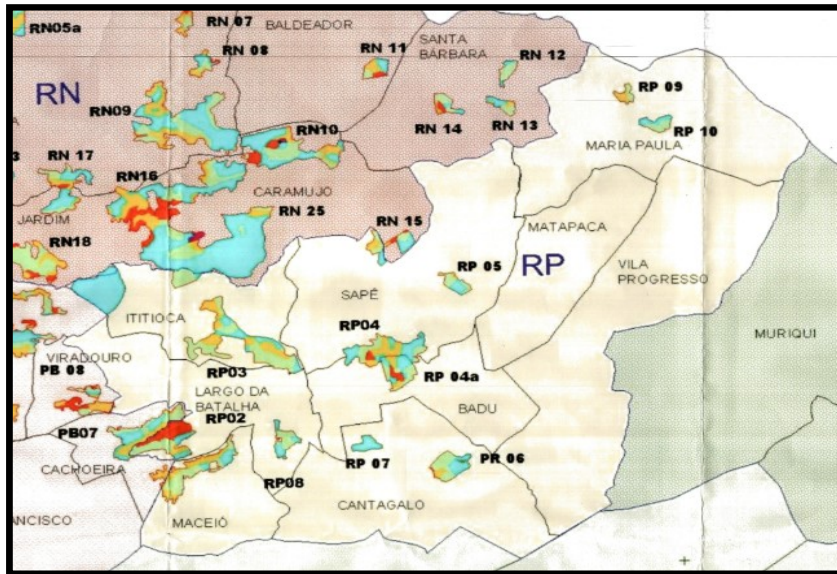
<b>LEGENDA</b>	<b>COMUNIDADE</b>
RN01	Morro da Ilha da Conceição
RN02	Pátio Leopoldina
RN03	Morro dos Marítimos
RN04	Nova Brasília
RN04a	Travessa Irani
RN05	Vila Ipiranga
RN05a	Palmeiras/Coréia
RN06	Travessa Antônio Flôr
RN07	Morro do Castro
RN08	Travessa Figueiras
RN09	Morro do Santo Cristo
RN10	Lagoinha
RN11	Cova da Onça
RN12	Morro do Sapê
RN13	Travessa Regina
RN14	Sabino Theodoro
RN15	Morro da Bela Vista
RN16	Morro do São José
RN17	Morro do Saraiva
RN18	Morro do Bumba
RN19	Serrinha
RN20	Boa Vista
RN21	Morro do Sabão
RN22	Morro do Holofote
RN23	Jerônimo Afonso
RN24	Morro da Igrejinha
RN25	Morro do Céu
RN26	Sem Informação
RN27	Rádio Relógio Federal

**Fonte:** NASCIMENTO et al, 2006

Observa-se no mapa da Figura 7 a Região de Pendotiba (RP) e podemos observar a localização dos diferentes graus de risco que apresentam os bairros

Maria Paula, Matacapa, Sapê, Ititioca, Maceió, Largo da Batalha, Cantagalo, Badu e Vila Progresso.

**Figura 7 - Áreas de risco na Região Pendotiba – Niterói**



Fonte: NASCIMENTO et al, 2006

As legendas que constam no mapeamento da Região de Pendotiba se referem às comunidades que nela se localizam (Tabela 27).

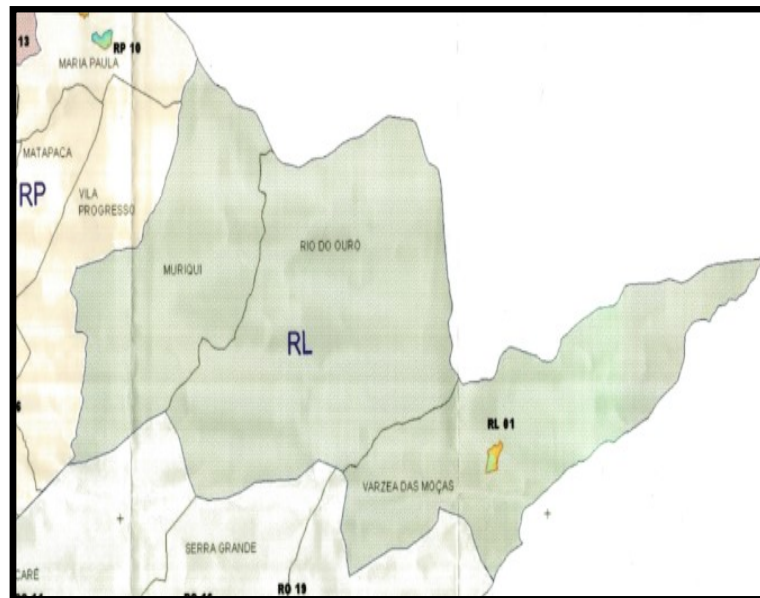
**Tabela 27 - Comunidades situadas na Região de Pendotiba - Niterói**

LEGENDA	COMUNIDADE
RP01	Morro do Maceió
RP02	Grota do Surucucu
RP03	Morro do Atalaia
RP04	Badu
RP04a	Morro de Cocota
RP05	Fazendinha
RP06	Morro do Canta Galo
RP07	Morro Pequeno
RP08	Morro do Carangueijo
RP09	Rua Polônia
RP10	Comunidade Badu
RP11	Capim Melado

Fonte: NASCIMENTO et al, 2006

A Região Leste (RL) é visualizada no mapa da Figura 8 e nela se verifica a localização dos diferentes graus de risco que oferecem os bairros Muriqui, Rio do Ouro e Várzea das Moças.

**Figura 8 - Áreas de risco na Região Leste– Niterói.**



Fonte: NASCIMENTO et al, 2006

As legendas que constam no mapeamento da Região Leste se referem às comunidades que nela se localizam (Tabela 28).

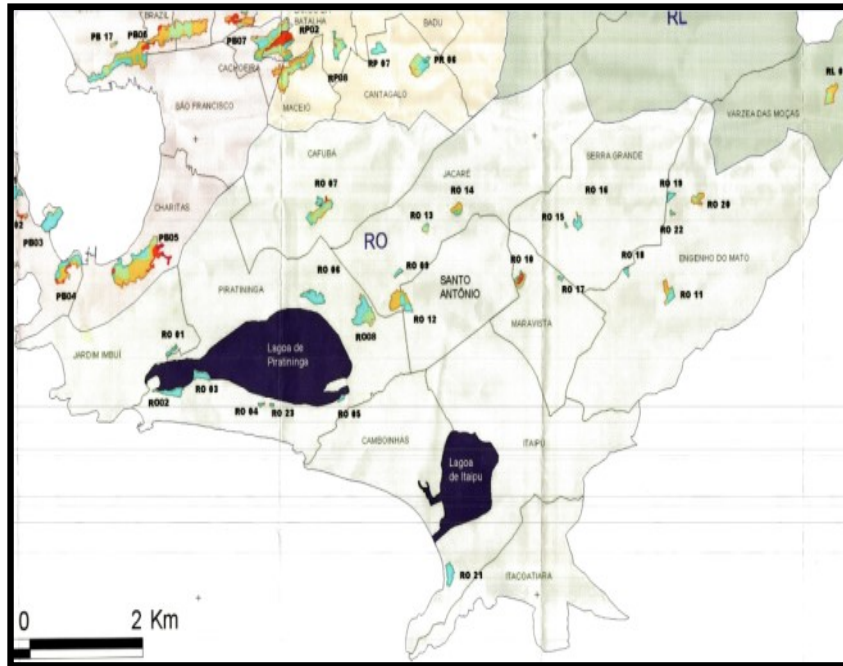
**Tabela 28 – Comunidades situadas na Região Leste - Niterói**

LEGENDA	COMUNIDADE
RL01	Rua do Brito

Fonte: GOMES, 2014

A Região Oceânica (RO) é visualizada no mapa da Figura 9 e nela se verifica a localização dos diferentes graus de risco que oferecem os bairros Cafubá, Piratininga, Jardim Imbuí, Jacaré, Santo Antonio, Serra Grande, Engenho do Mato, Maravista, Itaipu e Itaquiatiara.

**Figura 9** - Áreas de risco na Região Oceânica – Niterói.



Fonte: NASCIMENTO et al, 2006

As legendas que constam no mapeamento da Região Oceânica se referem às comunidades que nela se localizam (Tabela 29).

**Tabela 29** – comunidades situadas na Região Oceânica - Niterói

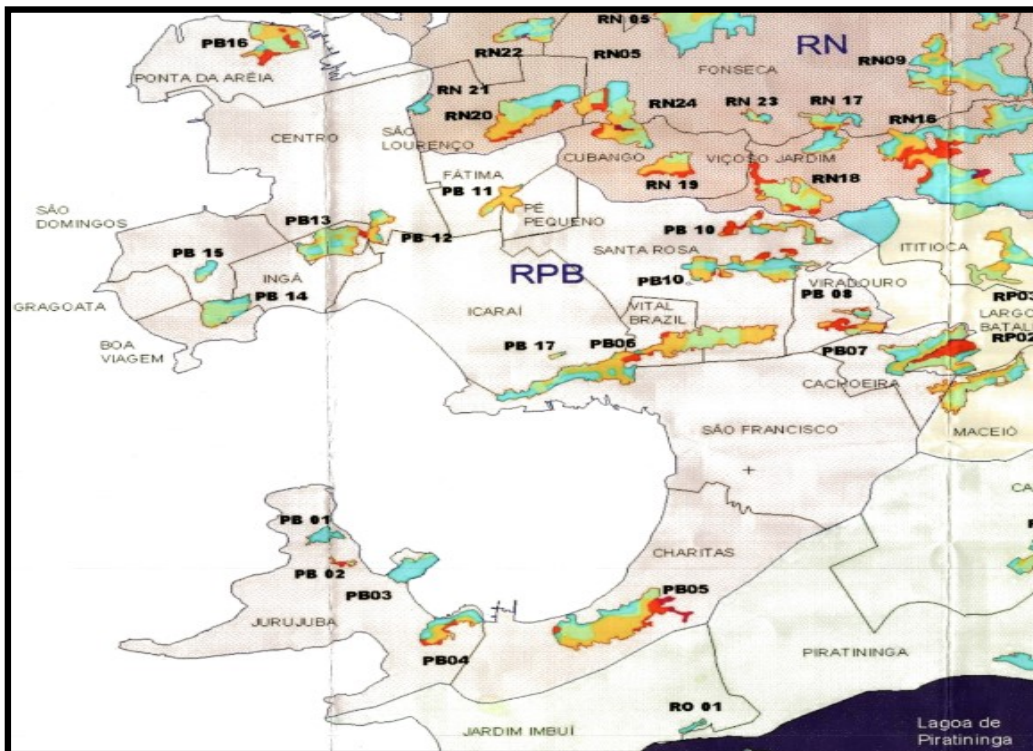
LEGENDA	COMUNIDADE
RO01	Tibau
RO02	Avenida Aécio Torres
RO03	Iate Clube Piratininga
RO04	Beira da Lagoa
RO05	Palmeiras
RO06	Fazenda do Cafubá
RO07	Morro do Cafubá
RO08	Morro do Bom Sucesso
RO09	Jacaré I
RO10	Morro da Luz
RO11	Engenho do Mato
RO12	Saibreira
RO13	Jacaré II
RO14	Vila Verde
RO15	Argeu Fazendinha I
RO16	Argeu Fazendinha II

RO17	Goibão
RO18	Rua 76
RO19	Parada do triângulo
RO20	Mangueirão
RO21	Colônia de Pescadores
RO22	Cacilda Ouro
RO23	Beira da Lagoa II

Fonte: NASCIMENTO et al, 2006

A Região Praias da Baía (PB) é visualizada no mapa da Figura 10 e nela se verifica a localização dos diferentes graus de risco que oferecem os bairros Ponta da Areia, Centro, São Domingos, Ingá, Gragoatá, Boa Viagem, Icaraí, Fátima, Pé Pequeno, Santa Rosa, Vital Brasil, Viradouro, Cachoeira, São Francisco, Charictas e Jurujuba.

**Figura 10** - Áreas de risco na Região Praias da Baía - Niterói.



Fonte: NASCIMENTO et al, 2006

As legendas que constam no mapeamento da Região Praias da Baía se referem às comunidades que nela se localizam (Tabela 30).

**Tabela 30** – Comunidades situadas na Região Praias da Baía-Niterói

<b>LEGENDA</b>	<b>COMUNIDADE</b>
PB01	Morro do Pau Ferro
PB02	Morro do Morcego
PB03	Morro do lazareto
PB04	Morro Salina e Peixe Galo
PB05	Morro do Peventório
PB06	Morro do Cavalão
PB07	Morro do Souza Soares
PB08	Morro do Viradouro
PB09	Morro Alarico de Souza
PB10	Morro Inácio Menezes
PB11	Morro de Fátima
PB12	Morro do Arroz
PB13	Morro do Estado
PB14	Morro do Palácio
PB15	Lara Vilela
PB16	Morro da Penha
PB17	Morro da Cotia

**Fonte:** NASCIMENTO et al, 2006

Considerando os dados pluviométricos da Estação Hidrouff, que foi adquirida e instalada no mês de Janeiro do ano de 2012 no edifício da Escola de Engenharia da Universidade Federal Fluminense - UFF com o objetivo de se analisar os índices das precipitações no Município de Niterói, constatou-se por meio deste estudo que o índice de chuva acumulada em 24 horas de 41,0 mm é crítico para esta cidade. Esta afirmação baseia-se no fato de que durante os meses observados, de dezembro a maio dos anos de 2012 a 2014, ocorreram eventos de deslizamentos em Niterói em todas as ocasiões em que foram registradas precipitações iguais ou acima de tal intensidade (GOMES, 2014).

O estudo de caso de Niterói permite que se estabeleça um nível de alerta para precipitações acumuladas em 24 horas, considerando-se, sobretudo, que atualmente, além da previsão de ocorrência de chuva, os serviços meteorológicos divulgam também os índices de intensidade de chuva previstos.

Desta forma, ações devem ser tomadas como parte de uma estratégia global, para dar início aos procedimentos de mobilização das equipes responsáveis e alerta

à população de possíveis riscos, visando à redução de desastres em áreas de encostas suscetíveis aos escorregamentos causados por deslizamentos em períodos chuvosos no Município de Niterói.

## 5 CONCLUSÃO

- a) Recomenda-se a verificação periódica dos dados apresentados através de instalação de testemunhos e análise freqüente dos dados pluviométricos.
- b) A distribuição espacial e o número de pluviômetros instalados mostram-se adequados para o município de Niterói. Entretanto, evidenciou-se a necessidade de garantia da qualidade dos valores de quantidade de chuva medidos e transmitidos.
- c) As alturas máximas de precipitações registradas nas estações do Largo da Batalha, Maria Paula, Jurujuba, Fonseca e Morro do Castro mostram-se inconsistentes. Entretanto, ressalta-se que alguns destes índices poderiam ser justificados pela ocorrência de chuvas orográficas.
- d) Para o cálculo da intensidade de chuva cuja duração é inferior à uma hora, recomenda-se adotar o somatório das alturas de chuvas acumuladas nesse período de tempo. A aplicação do quociente correspondente ao total precipitado pelo tempo poderia resultar em um valor muito superior ao volume de chuva efetivamente precipitado.
- e) O tempo de retorno calculado para as maiores intensidades de chuvas registradas nos pluviômetros de Niterói no período de 2014 a 2019, apresentou valores baixos, situando-se em torno de 8 anos, 3 anos e 1 ano. Por outro lado, ressalta-se que chuvas consideradas intensas e com alta capacidade de causar danos, geralmente, estão associadas a Tempo de Retorno elevado.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGENDA 21. **Programa de Suporte Técnico à Gestão de Recursos Hídricos**, In: Encontro Nacional: Recursos hídricos e Desenvolvimento Sustentável, ABEAS, Brasília – DF, CAP.18, p29-36, 2006.

AMORIM, M. F.; QUELHAS, O. L. G.; MOTTA, A. L. S. **A resiliência das cidades frente a chuvas torrenciais: estudo de caso do plano de contingência da cidade do Rio de Janeiro**. Sociedade & Natureza. vol.26 no.3 Sept./Dec. 2014. Disponível em: <[https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1982-451320140003](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1982-451320140003)>. Acesso em: 10 ago. 2020.

ARAÚJO, L. E. **Análise estatística de chuvas intensas da bacia hidrográfica do Rio Paraíba**. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 23, n. 2, p. 162-169, 2008.

BUSCH, A.; AMORIM, S. **A tragédia da região serrana do Rio de Janeiro em 2011: procurando respostas**. Casoteca de Gestão Pública, ENAP, 2011.

CARVALHO, C. S.; GALVÃO, T. (Org.). **Prevenção de riscos de deslizamento em encostas: guia para elaboração de políticas municipais**. Brasília: MCidades; Cities Alliance, 2006

CECÍLIO, R. A. **Avaliação de interpoladores para os parâmetros das equações de chuvas intensa no Espírito Santo**. Ambi-Água, v. 4, n. 3, p. 82-92, 2009.

CEMADEN, **Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais**, Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: [www.cemaden.gov.br](http://www.cemaden.gov.br)

DAMÉ, R. C. F.; TEIXEIRA, C. F. A; TERRA, V. S. S. **Comparação de diferentes metodologias para estimativa de curvas intensidade-duração-frequência para pelotas - RS**. Revista Engenharia Agrícola, v. 28, n. 2, p. 245-255, 2008.

DERECZYNSKI, C. P.; CALADO, R. N.; BARROS, A. B. **Chuvas Extremas no Município do Rio de Janeiro: Histórico a partir do Século XIX**, 2017.

DOMINGUES, I. P.; DERECZYNSKI, C. P. **Estudo de Caso de Chuva no Rio de Janeiro por efeito de circulação marítima**. In: CONGRESO ARGENTINO DE METEOROLOGIA, 9, Buenos Aires, 2005. Anais... Buenos Aires: Centro Argentino de Meteorológicos, 2005.

DRM-RJ. **Serviço Geológico do Estado do Rio de Janeiro. Correlação de Chuvas x Escorregamentos no Estado do Rio de Janeiro no mês de março de 2013**. Relatório Técnico. Rio de Janeiro, 2013.

FOLETTTO, M. **Oito anos depois de tragédia no Bumba, Niterói ainda tem casas em áreas de risco**. EXTRA, Rio de Janeiro, 06/04/2018 - Foto. Disponível em: <<https://extra.globo.com/noticias/rio/oito-anos-depois-de-tragedia-no-bumba-niteroi-ainda-tem-casas-em-areas-de-risco-22562698.html>> Acesso em: 04 fev. 2021.

FERRARI, A. L.; SILVA, A. **Projeto avaliação das encostas de Niterói com vistas aos fenômenos de deslizamentos – Setor 1 (Zonas Centro, Norte e Sul)**. Instituto de Geociências da Universidade Federal Fluminense e Secretaria Municipal de meio Ambiente e Recursos Hídricos da Prefeitura de Niterói. Niterói, 2004.

FLUMINENSE – INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS, **“Projeto Avaliação da Encostas de Niterói com Vista aos Fenômenos de Deslizamentos – Setor 1 (Zonas Centro, Norte e Sul)”** – Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Prefeitura Municipal de Niterói, 2004.

FREITAS, M. A. V. e SANTOS. A. H. M. **Perspectivas de Gestão e da Informação de Recursos Hídricos**. In: O Estado das Águas no Brasil, ANEEL –, Brasília – DF, Parte 1, 2000.

GOMES, P. L. **Análise de Dados Pluviométricos para a Prevenção de Riscos de Instabilidade de Encostas no Município de Niterói**. Tese (Doutorado em engenharia civil). Rio de Janeiro: Universidade Federal Fluminense, UFF, 2014.

GUIMARÃES, R. F.; CARVALHO JUNIOR, O. A.; GOMES, R. A. T.; FERNANDES, N. F. **Movimentos de Massa**. In: FLORENZANO, T. G. (Org.): **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

JUSTI DA SILVA, M. G. A. **A Freqüência de Fenômenos Meteorológicos na América do Sul: Climatologia e Previsibilidade**. Tese (Doutorado em engenharia mecânica) - Coordenação dos Programas de Pós Graduação em Engenharia. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2003.

MARQUES, J. J. G. S. M. **Erosividade das chuvas na Região de Sete Lagoas, MG**. *Pesq. Agropec. Bras.* 33:761-768, 1998

MELLO, C. R.; SILVA, A. M.; LIMA, J. M.; OLIVEIRA, M. S. **Krigagem e Inverso da Distância para Interpolação dos Parâmetros da Equação de Chuvas Intensas**. In: *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, V27, N° 5, Viçosa – MG, p925-933, 2003.

MENDONÇA, M. C. S.; SENA, I. M. N.; SANTOS, M. R. A. **Comparação dos métodos da média aritmética e de Thiessen para determinação da pluviosidade média da sub-bacia do Rio Siriri**. In: *Anais eletrônicos 2 Congresso Internacional "Gestão da água e Monitoramento Ambiental: desafios e soluções locais e nacionais"* Aracajú: RESAG, 2015.

MONTEIRO JUNIOR, E. **Unidade Pluviométrica do CEMADEN**. Disponível em: <<http://jardimbotanico.pocosdecaldas.mg.gov.br>>. Acesso em: 20 dez. 2020.

NASCIMENTO, A. E.; BIENENSTEIN, R.; SILVA, L. F. M. **PMRR - Plano Municipal de Redução de Riscos e Instabilidade de Encostas e Inundação, do município de Niterói**. Prefeitura Municipal de Niterói. Universidade Federal Fluminense, UFF, 2006.

NASCIMENTO, A. E. **UFF instala primeiro medidor de chuvas de Niterói**. *Extra*, Rio de Janeiro, 10/01/12. Disponível em: <<http://extra.globo.com/noticias/rio/uff-instala-primeiro-medidor-de-chuva-de-niteroi-3629400.html>>. Acesso em: 28 out. 2021.

OLIVEIRA, J. N. e CHAUDRHY, F. H. **Uso de Métodos Geoestatísticos na Determinação de Isoietas a partir de Dados Pluviométricos**. In: *XI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, ABRH, São Paulo – SP, p091 – 097, 2005.

PAIVA, E. M. C. D. **Rede de Monitoramento Hidrológico**. In: PAIVA, J. B. D. & E. M. C. D. Orgs. **Hidrologia Aplicada à Gestão de Pequenas Bacias Hidrográficas**. USP, ABRH, Porto Alegre – RS, Cap.17, p493-506, 2001.

PINTO, F. R. L. **Equações de intensidade-duração-frequência da precipitação para os estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo: estimativa e espacialização.** (Dissertação Mestrado em Engenharia Agrícola) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010.

PREFEITURA MUNICIPAL DE NITERÓI. **Regiões de Planejamento.** 2014. Disponível em: [http://www.urbanismo.niteroi.rj.gov.br/wp-outent/uploads/2014/09/SMW\\_Mapas\\_Barros\\_2014.pdf](http://www.urbanismo.niteroi.rj.gov.br/wp-outent/uploads/2014/09/SMW_Mapas_Barros_2014.pdf). Acesso em: 04 out. 2021.

PREFEITURA MUNICIPAL DE NITERÓI. Disponível em: <http://www.niteroi.rj.gov.br/2020/12/22/defesa-civil--alerta-uso-de-sirenes-em-comunidades-pode-salvar-vidas/>. Acesso em: 08 out. 2021.

PRISTO, M V de J; DERECZYNSKI, C. P.; Souza, P. R. de; M., W. F. **Climatologia de Chuvas Intensas no Estado do Rio de Janeiro.** Rev. bras. meteorol. vol.24 no. 1 São Paulo, Mar. 2009.

REIS, C. M. P. **Estudo da relação entre ocorrências de movimentos de massa e pluviometria no município de Niterói (RJ) entre 2014 e 2018.** Dissertação (Mestrado em Defesa Civil). Rio de Janeiro: Universidade Federal Fluminense, UFF, 2020.

RODRIGUES, J. O. **Equações de intensidade-duração frequência de chuvas para as localidades de Fortaleza e Pentecoste,** Ceará. Scientia Agraria, v. 9, n. 4, p. 511-519, 2008.

SANTOS, D. G. **A Experiência Brasileira na Elaboração de Planos Diretores como Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos.** In: SILVA, D. D. & PRUSKI, F. F. Orgs. Gestão de Recursos Hídricos. UFV, ABRH, Brasília, DF, Cap.4, p413-434, 2018.

SANTOS, G. G.; GRIEBELER, N. P.; OLIVEIRA, L. F. C. **Chuvas Intensas Relacionadas à Erosão Hídrica.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 14, n. 2, p. 115-123, 2010.

SILVA, C. F. da. **Método da Eletrorresistividade Aplicado à Estabilidade de Taludes**. Niterói, Rio de Janeiro: Trabalho de Conclusão de Curso, Apresentado a Universidade Federal Fluminense, UFF, 2017.

SILVA, D. D. **Equações de Intensidade-Duração Freqüência da Precipitação Pluvial para o Estado de Tocantins**. Engenharia na Agricultura, v. 11, n. 4, p. 1-8, 2003.

TUCCI, C. E. M; COLLISCHONN, W. **Regionalização da Vazão Máxima Instantânea com Base na Precipitação de Projeto**. Revista Eletrônica de Recursos Hídricos, v.1, dezembro, 2004.

**ANEXOS**

### Intensidade da precipitação máxima- L.da Batalha

L. da Batalha	2019-04-03 11:00:00.0	0
L. da Batalha	2019-04-03 11:10:00.0	4,92
L. da Batalha	2019-04-03 11:20:00.0	18,72
L. da Batalha	2019-04-03 11:30:00.0	12,81
L. da Batalha	2019-04-03 11:40:00.0	26,78
L. da Batalha	2019-04-03 11:50:00.0	<b>64,20</b>
L. da Batalha	2019-04-03 12:00:00.0	6,59
L. da Batalha	2019-04-03 12:50:00.0	3,99
L. da Batalha	2019-04-03 13:00:00.0	1,97
L. da Batalha	2019-04-03 13:10:00.0	2,17
M. do Castro	2019-04-01 11:40:00.0	0

### Intensidade da precipitação máxima - Jurujuba

Jurujuba	2017-06-21 03:10:00.0	0
Jurujuba	2017-06-21 03:20:00.0	0
Jurujuba	2017-06-21 03:30:00.0	0
Jurujuba	2017-06-21 03:40:00.0	0
Jurujuba	2017-06-21 03:50:00.0	0
Jurujuba	2017-06-21 04:00:00.0	<b>77,00</b>
Jurujuba	2017-06-21 04:10:00.0	0
Jurujuba	2017-06-21 05:10:00.0	0
Jurujuba	2017-06-21 06:00:00.0	0
Jurujuba	2017-06-21 07:00:00.0	0

### precipitação máxima – V. de Itaboraí

Visconde de Itaboraí	2019-03-01 23:40:00.0	0
Visconde de Itaboraí	2019-03-02 00:10:00.0	14,98
Visconde de Itaboraí	2019-03-02 00:20:00.0	<b>21,67</b>
Visconde de Itaboraí	2019-03-02 00:30:00.0	6,49
Visconde de Itaboraí	2019-03-02 00:40:00.0	10,16
Visconde de Itaboraí	2019-03-02 00:50:00.0	3,35
Visconde de Itaboraí	2019-03-02 01:00:00.0	2,76
Visconde de Itaboraí	2019-03-02 01:10:00.0	2,76
Visconde de Itaboraí	2019-03-02 01:20:00.0	1,57
Visconde de Itaboraí	2019-03-02 01:30:00.0	0,39
Visconde de Itaboraí	2019-03-02 01:40:00.0	0
<b>Intensidade</b>		<b>42,75 mm/h</b>

## Intensidade da precipitação máxima – Badu

Badu	2017-04-08 05:30:00.0	0
Badu	2017-04-08 05:40:00.0	0,39
Badu	2017-04-08 05:50:00.0	0,2
Badu	2017-04-08 06:00:00.0	0,39
Badu	2017-04-08 06:10:00.0	0,2
Badu	2017-04-08 06:20:00.0	0,39
Badu	2017-04-08 06:30:00.0	0,59
Badu	2017-04-08 06:40:00.0	3,15
Badu	2017-04-08 06:50:00.0	5,31
Badu	2017-04-08 07:00:00.0	2,95
Badu	2017-04-08 07:10:00.0	7,5
Badu	2017-04-08 07:20:00.0	17,89
Badu	2017-04-08 07:30:00.0	<b>23,17</b>
Badu	2017-04-08 07:40:00.0	9,13
Badu	2017-04-08 07:50:00.0	1,77
Badu	2017-04-08 08:00:00.0	1,37
Badu	2017-04-08 08:10:00.0	0
<b>Intensidade</b>	<b>29,76 mm/h</b>	

## Intensidade da precipitação máxima - Piratininga 1

Piratininga 1	2017-04-08 06:40:00.0	0
Piratininga 1	2017-04-08 06:50:00.0	0,2
Piratininga 1	2017-04-08 07:00:00.0	9,35
Piratininga 1	2017-04-08 07:10:00.0	14,05
Piratininga 1	2017-04-08 07:20:00.0	<b>21,44</b>
Piratininga 1	2017-04-08 07:30:00.0	17,28
Piratininga 1	2017-04-08 07:40:00.0	1,57
Piratininga 1	2017-04-08 07:50:00.0	0,39
Piratininga 1	2017-04-08 08:00:00.0	1,18
Piratininga 1	2017-04-08 08:10:00.0	0,59
Piratininga 1	2017-04-08 08:20:00.0	0,59
Piratininga 1	2017-04-08 08:30:00.0	0
<b>Intensidade</b>	<b>39,90 mm/h</b>	

## Intensidade de precipitação máxima- Santa Bárbara

Barreto	2017-03-31 19:00:00.0	0
Barreto	2017-03-31 20:00:00.0	0
Barreto	2017-03-31 21:00:00.0	0
Barreto	2017-03-31 22:00:00.0	0
Barreto	2017-03-31 23:00:00.0	0
Santa Barbara	2017-03-08 13:00:00.0	33,57
Santa Barbara	2017-03-08 13:10:00.0	0
Santa Barbara	2017-03-08 13:20:00.0	0



Maria Paula	2017-03-01 00:00:00.0	0
Maria Paula	2017-03-01 01:00:00.0	0
Maria Paula	2017-03-01 02:00:00.0	0
<b>Intensidade</b>	<b>33,57 mm/h</b>	

#### Intensidade da precipitação máxima – Itaipu

Itaipu	2017-06-20 21:20:00.0	0
Itaipu	2017-06-20 21:30:00.0	13,7
Itaipu	2017-06-20 21:40:00.0	<b>24,24</b>
Itaipu	2017-06-20 21:50:00.0	10,57
Itaipu	2017-06-20 22:00:00.0	3,35
Itaipu	2017-06-20 22:10:00.0	1,18
Itaipu	2017-06-20 22:20:00.0	1,18
Itaipu	2017-06-20 22:30:00.0	0,39
Itaipu	2017-06-20 22:40:00.0	0,39
Itaipu	2017-06-20 22:50:00.0	0,2
Itaipu	2017-06-20 23:00:00.0	0
<b>Intensidade</b>	<b>36,80 mm/h</b>	

#### Intensidade da precipitação máxima – Piratininga

Piratininga	2017-06-20 21:10:00.0	0
Piratininga	2017-06-20 21:20:00.0	0,2
Piratininga	2017-06-20 21:30:00.0	12,2
Piratininga	2017-06-20 21:40:00.0	<b>23,16</b>
Piratininga	2017-06-20 21:50:00.0	13,21
Piratininga	2017-06-20 22:00:00.0	4,14
Piratininga	2017-06-20 22:10:00.0	1,57
Piratininga	2017-06-20 22:20:00.0	0,98
Piratininga	2017-06-20 22:30:00.0	0,79
Piratininga	2017-06-20 22:40:00.0	0,39
Piratininga	2017-06-20 22:50:00.0	0,2
Piratininga	2017-06-20 23:00:00.0	0
<b>Intensidade</b>	<b>34,04 mm/h</b>	

#### Intensidade da precipitação máxima – V.das Moscas

Varzea das Moscas	2017-06-20 21:40:00.0	0
Varzea das Moscas	2017-06-20 21:50:00.0	<b>22,58</b>
Varzea das Moscas	2017-06-20 22:00:00.0	5,9
Varzea das Moscas	2017-06-20 22:10:00.0	8,33
Varzea das Moscas	2017-06-20 22:20:00.0	2,95
Varzea das Moscas	2017-06-20 22:30:00.0	4,33
Varzea das Moscas	2017-06-20 22:40:00.0	1,77
Varzea das Moscas	2017-06-20 22:50:00.0	0,98
Varzea das Moscas	2017-06-20 23:00:00.0	0,79
Varzea das Moscas	2017-06-20 23:10:00.0	0,59

Varzea das Moscas	2017-06-20 23:20:00.0	0,2
Varzea das Moscas	2017-06-20 23:30:00.0	0,2
Varzea das Moscas	2017-06-20 23:40:00.0	0
<b>Intensidade</b>	<b>26,57 mm/h</b>	

Intensidade da precipitação máxima – Barreto

Barreto	2016-03-24 00:00:00.0	0
Barreto	2016-03-24 00:10:00.0	0,2
Barreto	2016-03-24 00:20:00.0	0,2
Barreto	2016-03-24 00:30:00.0	0,39
Barreto	2016-03-24 00:40:00.0	0,39
Barreto	2016-03-24 00:50:00.0	4,72
Barreto	2016-03-24 01:00:00.0	6,49
Barreto	2016-03-24 01:10:00.0	<b>12,60</b>
Barreto	2016-03-24 01:20:00.0	1,77
Barreto	2016-03-24 01:30:00.0	0,79
Barreto	2016-03-24 01:40:00.0	1,37
Barreto	2016-03-24 01:50:00.0	1,18
Barreto	2016-03-24 02:00:00.0	2,16
Barreto	2016-03-24 02:10:00.0	8,11
Barreto	2016-03-24 02:20:00.0	10,58
Barreto	2016-03-24 02:30:00.0	1,97
Barreto	2016-03-24 02:40:00.0	0,59
Barreto	2016-03-24 02:50:00.0	0,2
Barreto	2016-03-24 03:00:00.0	0,79
Barreto	2016-03-24 03:10:00.0	0,79
Barreto	2016-03-24 03:20:00.0	0,59
Barreto	2016-03-24 03:30:00.0	1,18
Barreto	2016-03-24 03:40:00.0	0,59
Barreto	2016-03-24 03:50:00.0	0,39
Barreto	2016-03-24 04:00:00.0	0
<b>Intensidade</b>	<b>15,15 mm/h</b>	

Intensidade da precipitação máxima- Charitas

Charitas	2016-09-20 03:40:00.0	0
Charitas	2016-09-20 03:50:00.0	0,79
Charitas	2016-09-20 04:00:00.0	3,74
Charitas	2016-09-20 04:10:00.0	2,76
Charitas	2016-09-20 04:20:00.0	0,39
Charitas	2016-09-20 04:30:00.0	0,59
Charitas	2016-09-20 04:40:00.0	5,71
Charitas	2016-09-20 04:50:00.0	<b>15,35</b>
Charitas	2016-09-20 05:00:00.0	4,92
Charitas	2016-09-20 05:10:00.0	1,18
Charitas	2016-09-20 05:20:00.0	2,17

Charitas	2016-09-20 05:30:00.0	0,98
Charitas	2016-09-20 05:40:00.0	1,57
Charitas	2016-09-20 05:50:00.0	4,14
Charitas	2016-09-20 06:00:00.0	6,49
Charitas	2016-09-20 06:10:00.0	2,95
Charitas	2016-09-20 06:20:00.0	1,38
Charitas	2016-09-20 06:30:00.0	1,77
Charitas	2016-09-20 06:40:00.0	0,79
Charitas	2016-09-20 06:50:00.0	0
<b>Intensidade</b>	<b>19,22 mm/h</b>	

#### Duração indefinida - Praia João Caetano

Praia João Caetano	2016-10-02 21:00:00.0	0
Praia João Caetano	2016-10-02 22:00:00.0	0
Praia João Caetano	2016-10-02 23:00:00.0	0
Praia João Caetano	2016-10-03 00:00:00.0	0
Praia João Caetano	2016-10-03 01:00:00.0	0
Praia João Caetano	2016-10-05 04:50:00.0	<b>27,27</b>
Praia João Caetano	2016-10-05 05:00:00.0	0
Praia João Caetano	2016-10-05 06:00:00.0	0
Praia João Caetano	2016-10-05 07:00:00.0	0
Praia João Caetano	2016-10-05 08:00:00.0	0
Praia João Caetano	2016-10-05 09:00:00.0	0

#### Intensidade da precipitação máxima - Piratininga 2

Piratininga2	2016-03-16 17:00:00.0	0
Piratininga2	2016-03-16 17:10:00.0	0,39
Piratininga2	2016-03-16 17:20:00.0	5,51
Piratininga2	2016-03-16 17:30:00.0	12,19
Piratininga2	2016-03-16 17:40:00.0	26,99
Piratininga2	2016-03-16 17:50:00.0	<b>27,20</b>
Piratininga2	2016-03-16 18:00:00.0	19,56
Piratininga2	2016-03-16 18:10:00.0	7,3
Piratininga2	2016-03-16 18:20:00.0	5,9
Piratininga2	2016-03-16 18:30:00.0	2,36
Piratininga2	2016-03-16 18:40:00.0	4,21
Piratininga2	2016-03-16 18:50:00.0	0,39
Piratininga2	2016-03-16 19:00:00.0	0,79
Piratininga2	2016-03-16 19:10:00.0	0,98
Piratininga2	2016-03-16 19:20:00.0	0,59
Piratininga2	2016-03-16 19:30:00.0	0,79
Piratininga2	2016-03-16 19:40:00.0	0,39
Piratininga2	2016-03-16 19:50:00.0	0,98
Piratininga2	2016-03-16 20:00:00.0	0,79
Piratininga2	2016-03-16 20:10:00.0	0,79

Piratininga2	2016-03-16 20:20:00.0	0,39
Piratininga2	2016-03-16 20:30:00.0	0
<b>Intensidade</b>	<b>35,58 mm/h</b>	

#### Intensidade da precipitação máxima - Morro do Castro

Morro do Castro	2019-02-07 19:00:00.0	0
Morro do Castro	2019-02-07 20:00:00.0	0
Morro do Castro	2019-02-07 21:00:00.0	0
Morro do Castro	2019-02-22 12:10:00.0	0
Morro do Castro	2019-02-23 12:00:00.0	0
Morro do Castro	2019-02-26 09:30:00.0	<b>105,53</b>
Morro do Castro	2019-02-27 10:20:00.0	0,2
Morro do Castro	2019-02-27 13:00:00.0	0
Morro do Castro	2019-02-27 14:00:00.0	0
Morro do Castro	2019-02-27 15:00:00.0	0
Morro do Castro	2019-02-27 16:00:00.0	0

#### Intensidade da precipitação máxima - Maria Paula

Morro do Castro	2019-04-22 18:00:00.0	0
Morro do Castro	2019-04-22 19:00:00.0	0
Morro do Castro	2019-04-22 20:00:00.0	0
Morro do Castro	2019-04-22 21:00:00.0	0
Morro do Castro	2019-04-22 22:00:00.0	0
Maria Paula	2019-04-04 11:50:00.0	<b>66,93</b>
Maria Paula	2019-04-04 17:20:00.0	0
Maria Paula	2019-04-04 18:20:00.0	0
Maria Paula	2019-04-04 19:20:00.0	0
Maria Paula	2019-04-05 14:50:00.0	0
Maria Paula	2019-04-05 15:20:00.0	0

#### Intensidade da precipitação máxima – Fonseca

Fonseca	2016-01-15 19:00:00.0	0
Fonseca	2016-01-15 19:10:00.0	1,77
Fonseca	2016-01-15 19:20:00.0	1,77
Fonseca	2016-01-15 19:30:00.0	1,37
Fonseca	2016-01-15 19:40:00.0	1,57
Fonseca	2016-01-15 19:50:00.0	1,57
Fonseca	2016-01-15 20:00:00.0	1,57
Fonseca	2016-01-15 20:10:00.0	1,37
Fonseca	2016-01-15 20:20:00.0	1,37
Fonseca	2016-01-15 20:30:00.0	1,37
Fonseca	2016-01-15 20:40:00.0	1,37
Fonseca	2016-01-15 20:50:00.0	1,37
Fonseca	2016-01-15 21:00:00.0	1,18

Fonseca	2016-01-15 21:10:00.0	1,18
Fonseca	2016-01-15 21:20:00.0	1,18
Fonseca	2016-01-15 21:30:00.0	1,18
Fonseca	2016-01-15 21:40:00.0	1,18
Fonseca	2016-01-15 21:50:00.0	1,18
Fonseca	2016-01-15 22:00:00.0	1,18
Fonseca	2016-01-15 22:10:00.0	0,98
Fonseca	2016-01-15 22:20:00.0	1,18
Fonseca	2016-01-15 22:30:00.0	0,98
Fonseca	2016-01-15 22:40:00.0	0,79
Fonseca	2016-01-15 22:50:00.0	0,79
Fonseca	2016-01-15 23:00:00.0	0,59
Fonseca	2016-01-15 23:10:00.0	0,59
Fonseca	2016-01-15 23:20:00.0	0,59
Fonseca	2016-01-15 23:30:00.0	0,39
Fonseca	2016-01-15 23:40:00.0	0,39
Fonseca	2016-01-15 23:50:00.0	0,39
Fonseca	2016-01-16 00:00:00.0	0,39
Fonseca	2016-01-16 00:10:00.0	0,39
Fonseca	2016-01-16 00:20:00.0	0,39
Fonseca	2016-01-16 00:30:00.0	0,39
Fonseca	2016-01-16 00:40:00.0	0,2
Fonseca	2016-01-16 00:50:00.0	0,39
Fonseca	2016-01-16 01:00:00.0	0,39
Fonseca	2016-01-16 01:10:00.0	0,59
Fonseca	2016-01-16 01:20:00.0	0,39
Fonseca	2016-01-16 01:30:00.0	0,59
Fonseca	2016-01-16 01:40:00.0	0,59
Fonseca	2016-01-16 01:50:00.0	0,79
Fonseca	2016-01-16 02:00:00.0	0,59
Fonseca	2016-01-16 02:10:00.0	0,79
Fonseca	2016-01-16 02:20:00.0	0,59
Fonseca	2016-01-16 02:30:00.0	0,79
Fonseca	2016-01-16 02:40:00.0	0,59
Fonseca	2016-01-16 02:50:00.0	0,59
Fonseca	2016-01-16 03:00:00.0	0,59
Fonseca	2016-01-16 03:10:00.0	0,59
Fonseca	2016-01-16 03:20:00.0	0,59
Fonseca	2016-01-16 03:30:00.0	0,39
Fonseca	2016-01-16 03:40:00.0	0,59
Fonseca	2016-01-16 03:50:00.0	0,59
Fonseca	2016-01-16 04:00:00.0	0,39
Fonseca	2016-01-16 04:10:00.0	0,39
Fonseca	2016-01-16 04:20:00.0	0,59
Fonseca	2016-01-16 04:30:00.0	0,39

Fonseca	2016-01-16 04:40:00.0	0,39
Fonseca	2016-01-16 04:50:00.0	0,59
Fonseca	2016-01-16 05:00:00.0	0,59
Fonseca	2016-01-16 05:10:00.0	0,79
Fonseca	2016-01-16 05:20:00.0	0,79
Fonseca	2016-01-16 05:30:00.0	0,98
Fonseca	2016-01-16 05:40:00.0	1,18
Fonseca	2016-01-16 05:50:00.0	1,18
Fonseca	2016-01-16 06:00:00.0	1,37
Fonseca	2016-01-16 06:10:00.0	1,37
Fonseca	2016-01-16 06:20:00.0	1,18
Fonseca	2016-01-16 06:30:00.0	1,37
Fonseca	2016-01-16 06:40:00.0	1,37
Fonseca	2016-01-16 06:50:00.0	1,57
Fonseca	2016-01-16 07:00:00.0	1,77
Fonseca	2016-01-16 07:10:00.0	1,96
Fonseca	2016-01-16 07:20:00.0	1,96
Fonseca	2016-01-16 07:30:00.0	1,96
Fonseca	2016-01-16 07:40:00.0	1,96
Fonseca	2016-01-16 07:50:00.0	1,77
Fonseca	2016-01-16 08:00:00.0	1,96
Fonseca	2016-01-16 08:10:00.0	1,77
Fonseca	2016-01-16 08:20:00.0	1,57
Fonseca	2016-01-16 08:30:00.0	1,57
Fonseca	2016-01-16 08:40:00.0	1,57
Fonseca	2016-01-16 08:50:00.0	1,37
Fonseca	2016-01-16 09:00:00.0	1,57
Fonseca	2016-01-16 09:10:00.0	1,37
Fonseca	2016-01-16 09:20:00.0	1,37
Fonseca	2016-01-16 09:30:00.0	1,37
Fonseca	2016-01-16 09:40:00.0	1,57
Fonseca	2016-01-16 09:50:00.0	1,77
Fonseca	2016-01-16 10:00:00.0	<b>99,86</b>