

**IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE MONITORAMENTO, ALERTA E EMERGÊNCIA A INUNDAÇÃO. O CASO DAS CIDADES RIBEIRINHAS DO RIO PINDARÉ.**

**IMPLEMENTATION OF A FLOOD MONITORING, ALERT AND EMERGENCY SYSTEM. THE CASE OF RIVER CITIES OF RIVER PINDARÉ.**

<sup>1</sup>Antonio Carlos da Silva Miranda

**Resumo**

O presente artigo investiga como o sistema de réguas milimétricas pode contribuir na implantação de um sistema de monitoramento, alerta e emergência a inundações nas cidades ribeirinhas do Rio Pindaré. O objetivo principal visa criar e implantar um sistema de monitoramento, alerta e emergência a inundações nas cidades ribeirinhas do Rio Pindaré. No primeiro momento buscamos identificar e/ou confeccionar as réguas milimétricas nas cidades ribeirinhas. No segundo treinar as Equipes das COMPDECs para a realização do monitoramento das oscilações do nível do rio para identificar o marco de alerta a inundações. No terceiro desenvolver o Sistema de: Monitoramento quando o evento de leito normal e ações preventivas; Alerta no evento de enchente com ações de preparação e; Emergência no evento de inundação com ações de resposta aos atingidos pelas inundações.

**Palavras-chave:** Defesa Civil. Sistemas de réguas milimétricas. Enchentes. Inundações. Sistema de monitoramento, alerta e emergência.

**Abstract**

*This paper investigates how the millimeter ruler system can contribute to the implementation of a flood monitoring, warning and emergency system in the riverside cities of the Pindaré River. The main objective is to create and implement a flood monitoring, warning and emergency system in the riverside cities of the Pindaré River. In the first moment we seek to identify and / or make the millimeter rulers in the riverside cities. In the second, train the COMPDEC Teams to perform monitoring of river level fluctuations to identify the flood warning framework. In the third develop the System: Monitoring when the normal bed event and preventive actions; Alert on flood event with preparatory actions and; Flood event emergency with flood response actions.*

**Keywords:** Civil defense. Millimeter ruler systems. Floods. Floods. Monitoring, alert and emergency system.

---

<sup>1</sup> Subtenente do Corpo de Bombeiros Militar do Maranhão - Eng<sup>o</sup> Agrônomo - UEMA – Especialista em Perícia, Auditoria e Gestão Ambiental - UFT e Mestre em Gestão de Riscos e Desastres Naturais da Amazônia – pela UFPA. [sgtbmiranda@gmail.com](mailto:sgtbmiranda@gmail.com).

## INTRODUÇÃO

Ao longo da história, muitas cidades surgiram e se desenvolveram acompanhando o curso dos rios. No Brasil, o inchaço da ocupação das áreas urbanas verticalmente e aliadas a especulação imobiliária, favoreceu a população carente a ocupar áreas periféricas e/ou ribeirinhas de risco a ocorrências de eventos naturais hidrológicos e desastres de inundação e alagamentos. Conforme destacado por Reis et al. (2012) que estas malhas urbanas ao longo dos leitos dos rios colocam em risco populações que periodicamente, em consequência de chuvas intensas e concentradas, sofrem problemas com as inundações. A alteração da paisagem natural do ambiente, através das ações antrópicas ligadas ao processo de urbanização desordenado das cidades, tem contribuído para amplificar os impactos decorrentes de eventos naturais, expondo as populações citadinas às situações de perigo e de risco a desastres naturais (TOMINAGA, 2009)

Portanto, na região central e norte do Maranhão, está localizada a Bacia Hidrográfica do Atlântico Nordeste Ocidental e inserida nela a Sub Bacia Hidrográfica Pindaré, percorrendo vários municípios com cidades e povoados ribeirinhos. Sendo que, durante o período chuvoso e decorrente das ocorrências com precipitações pluviométricas elevadas, intensas, frequentes, em curto espaço de tempo, e aliadas às ações antrópicas de ocupação desordenadas das áreas ribeirinhas com risco a desastre de inundação, tem e vem favorecendo as ocorrências desta modalidade de desastre ao longo do Rio Pindaré.

Diante do contexto apresentado, este trabalho pretende desenvolver ações através da implantação de um sistema de monitoramento e alerta a inundações nas cidades ribeirinhas do Rio Pindaré, que sofrem anualmente os efeitos inundações durante o período chuvoso. Portanto, para desenvolver este trabalho buscou-se investigar: Como os sistemas de réguas milimétricas podem contribuir para a implantação de um sistema de monitoramento e alerta a inundações nas cidades ribeirinhas do Rio Pindaré?

O objetivo principal constitui-se em criar e implantar um sistema de monitoramento, alerta e emergência a inundações nas cidades ribeirinhas do Rio Pindaré. Os objetivos secundários são: Identificar e/ou confeccionar as réguas milimétricas nas cidades ribeirinhas do Rio Pindaré; Preparar as Equipes das COMPDECs para a realização do monitoramento das oscilações do nível do rio; Identificar o marco de alerta a inundações nas suas cidades ribeirinhas, e assim, criar um sistema de monitoramento, alerta e emergência a inundações na Sub Bacia Pindaré.

## INUNDAÇÕES URBANAS

No ambiente urbano as ocorrências dos desastres de origem natural hidrológicas têm e vem provocando perdas e danos as comunidades ribeirinhas com o evento das <sup>2</sup>inundações nas áreas das <sup>3</sup>planície de inundações urbanas ocupadas. Para Amaral e Ribeiro (2009), a probabilidade para ocorrer esta ocorrência de inundação, necessita ser analisada a combinação entre os condicionantes naturais e antrópicos. Diante desta análise, Reis et al. (2012) descreve os condicionantes naturais como: a) formas do relevo; b) características da rede de drenagem da bacia hidrográfica; c) intensidade, quantidade, distribuição e frequência das chuvas; d) características do solo e o teor de umidade; e) presença ou ausência da cobertura vegetal. Estes autores ainda destacam que o estudo desses condicionantes naturais permite compreender a dinâmica do escoamento da água nas bacias hidrográficas (vazão), de acordo com o regime de chuvas conhecido.

Seguindo este mesmo raciocínio, onde Cristo (2002) destaca que muitas cidades desenvolveram suas malhas urbanas ao longo dos leitos dos rios colocando em risco populações que periodicamente, em consequência de chuvas intensas e concentradas, sofrem problemas com as inundações e/ou com acúmulo de águas pluviais nas vias urbanas. Sendo também destacado que existe a necessidade de que o estudo da probabilidade de ocorrência de enchentes e inundações deve ser analisado pela combinação entre os condicionantes naturais e antrópicos de uma bacia (REIS et al., 2012).

Considerando os eventos hidrológicos de enchente e inundações em áreas urbanas, Carvalho et al. (2007) descreve a **enchente** como um processo natural que ocorrem nos cursos de água, que consiste na elevação temporária do nível d'água em um canal de drenagem (rio, córrego, riacho, arroio, ribeirão) devido ao aumento da vazão ou descarga. Quanto ao fenômeno da **inundação**, descreve que ocorre quando a enchente atinge a cota acima do nível máximo da calha principal do rio e assim ocorre o extravasamento das águas do canal de drenagem para as áreas marginais - planície de inundação, várzea ou leito maior do rio.

Tucci e Bertoni (2003) definem dois tipos de inundações que podem ocorrer isoladamente ou de forma integrada em áreas urbanas:

---

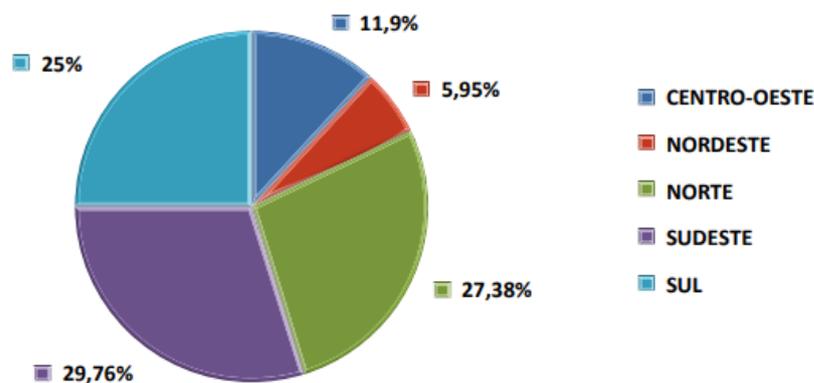
<sup>2</sup> Inundações e enchentes são fenômenos naturais que ocorrem com frequência nos cursos d'água, geralmente deflagrados por chuvas fortes e rápidas ou chuvas de longa duração.

<sup>3</sup> A planície de inundação, também denominada várzea, é uma área que periodicamente será atingida pelo transbordamento dos cursos d'água, constituindo, portanto, uma área inadequada à ocupação.

As **inundações ribeirinhas** são processos naturais e ocorrem em geral em bacias de grande e médio porte, onde a declividade é baixa e a seção de escoamento é pequena. Uma precipitação intensa que chega simultaneamente ao rio é superior à sua capacidade de drenagem que resulta em inundações nas áreas ribeirinhas. As **inundações devido à urbanização** são processos influenciados por diversas atividades humanas realizadas nas áreas urbanas, impermeabiliza o solo, o que acelera o escoamento, ou seja, aumenta a quantidade de água que passa nos condutos e canais ao mesmo tempo e chega ao sistema de drenagem.

Quando nos referimos às inundações ocorridas em nível de Brasil, o Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres - CENAD através do Atlas Brasileiro de Desastres Naturais, apresenta os registros das ocorrências de inundações classificadas como desastres naturais por inundações por regiões ocorridas no ano de 2013. Tendo a Região Sudeste com 29,76%, a Norte com 27,38%, a Sul com 25% e o Nordeste com 5,95% (Gráfico 01).

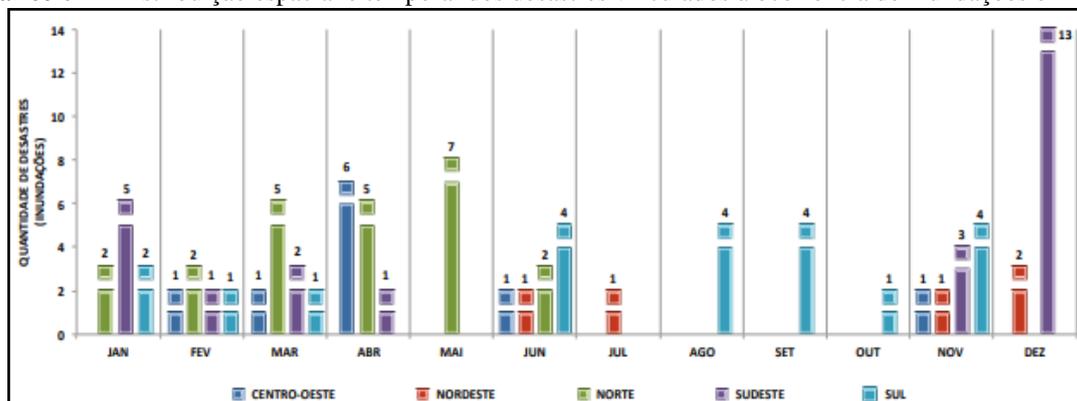
Gráfico 01: Distribuição macrorregional de ocorrências de inundações de 2013.



Fonte: CENAD (2014).

Já se consideramos a distribuição espacial e temporal de ocorrências de desastres por inundações por Regiões no ano de 2013, tendo o mês de dezembro nas Nordeste e Sudeste, em maio na Norte e em abril na Sul (Gráfico 02) (CENAD, 2014).

Gráfico 02 – Distribuição espacial e temporal dos desastres vinculados à ocorrência de inundações em 2013.



Fonte: CENAD (2014).

No entanto, quando considera-se a distribuição espacial e temporal de ocorrências de desastres por inundações e de estiagem na área dos municípios que compõem a Sub Bacia Pindaré ao longo dos anos conforme os dados do Sistema Integrado de Informações Sobre Desastres - S2ID (2019) observou-se que nos municípios banhados pelos Rio Pindaré, as ocorrências dos desastres de estiagem e inundações, aparecem simultaneamente no mesmo período de mês e ano (Tabela 01).

**Tabela 01** – Distribuição espacial e temporal dos desastres vinculados à ocorrência de inundações estiagem na Sub Bacia Pindaré.

| Cidades                | Inundação (mês e ano)           | Estiagem (mês e ano)     |
|------------------------|---------------------------------|--------------------------|
| Açailândia             |                                 | 03/1983-                 |
| Alto Alegre do Pindaré | 03/2008-04/2009-04/2019         |                          |
| Bom Jesus das Selvas   | 03/2008-                        | 03/1983-                 |
| Bom Jardim             |                                 | 03/1983-10/2010- 12/2013 |
| Monção                 | 04/1989-03/2008-04/2009-04/2019 | 03/1983-                 |
| Pindaré Mirim          | 04/1989-03/2008-04/2009-04/2019 | 03/1983-                 |
| Sana Inês              |                                 | 03/1983-                 |

Fonte: S2ID (2019).

Segundo Monteiro et al. (2016) para minimizar os problemas causados pelas inundações utiliza-se o controle de inundações que se refere a um conjunto de medidas estruturais e não estruturais que objetivam minimizar os riscos às populações. Também utiliza as medidas não-estruturais preventivas no objetivo de proporcionar uma convivência harmônica entre os rios e suas cheias naturais, como por exemplo, preservação ambiental da mata ciliar, manutenção de áreas permeáveis, disposição adequada do lixo doméstico e construção de mapas de inundação para o zoneamento urbano (MIGUEZ et al., 2016).

### **Sistema de Monitoramento e Alerta a Inundações**

Para que se tenha um sistema de alerta a inundações é necessário ter também um sistema de medição da oscilação do nível do rio, riacho, lago etc., para assim, dentro deste monitoramento possa identificar um marco para a emissão de alerta a inundação no propósito de utilizar os mecanismos com ações não estruturais (preventivo, mitigação e preparação) antecipadamente ao evento do desastre. Dentro deste contexto, Consoni (2018) descreve que:

O sistema de monitoramento, previsão, elaboração e de transmissão de alertas e alarmes forma um dos principais eixos de ações não-estruturais para prevenção e redução do risco de desastres, o qual visa potencializar as ações antecipadas de mitigação, preparo e de resposta por parte dos tomadores de decisão municipais e da população das áreas em risco. Ainda é reforçado, que é necessário que os parâmetros monitorados possibilitem a preparação e a efetivação da resposta à emergência, para que as atividades de monitoramento, previsão e alerta (federal ou estadual) e as atividades de evacuação (municipal ou estadual) sejam integradas e eficazes.

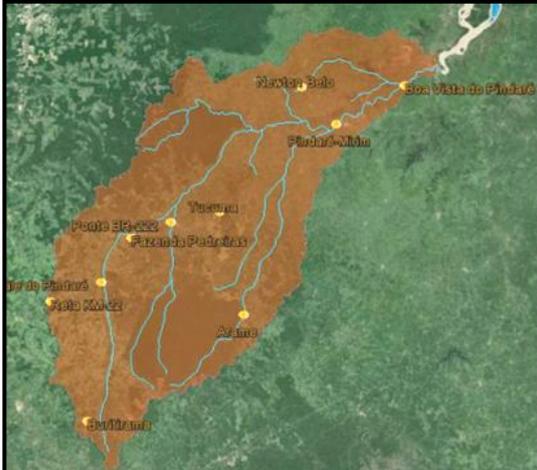
Para que possa desenvolver o sistema de monitoramento, alerta e emergência a inundações de áreas urbanas ribeirinhas. Primeiro as ações deve iniciar partindo do poder público local (COMPDEC), para posteriormente no envolver a comunidade ribeirinha na percepção do risco nas áreas de risco a inundações. Para Consoni (2018) as populações mais vulneráveis devem possuir conhecimentos e informações que permitam uma melhor compreensão da situação de risco para si, seus entes, seu patrimônio, equipamentos e estruturas inseridos na área de risco, e indiretamente as atividades econômicas. Dentro deste raciocínio, existe a importância da capacitação dos agentes municipais e das comunidades ribeirinhas vulneráveis, objetivando a construção de comunidades resilientes as ameaças do desastre de inundação.

### Postos de Observações Hidrológicas

Os dados hidrológicos são importantes para acompanhar o histórico das ocorrências hidrológicas ocorridas dentro das áreas das bacias hidrográficas, no propósito de realizar o planejamento para a agricultura, pecuárias, construção civil. Bem como, para auxiliar nas construções de trabalhos preventivos a inundações nas cidades e vilas ribeirinhas. Para isso são instaladas nas áreas das bacias hidrográficas, as estações pluviométricas para medir o volume de chuvas e as estações telemétricas para acompanhas as oscilações dos rios.

A Agência Nacional de Águas – ANA, através da CPRM realiza a coleta de dados dos fenômenos hidrológicos na região da Sub Bacia Pindaré, através dessas estações (Quadro 01). Também utilizando essa ferramenta, os dados coletados das estações foram importante para o desenvolvimento desta pesquisa de planejamento estratégico e preventivo a inundações nas cidades ribeirinhas localizadas na Sub Bacia Pindaré.

**Quadro 01:** Localização das estações de coleta de dados hidrológicas da ANA/CPRM- Sub Bacia Pindaré.



| CÓDIGO | ESTAÇÃO              | LATITUDE | LONGITUDE | RESPONSÁVEL / OPERADORA | ÁREA (km <sup>2</sup> ) | OPERAÇÃO |     |
|--------|----------------------|----------|-----------|-------------------------|-------------------------|----------|-----|
|        |                      |          |           |                         |                         | INÍCIO   | FIM |
| 345006 | Pindaré-Mirim        | 3:39:30  | 45:26:35  | ANA / CPRM              |                         | 1972     | -   |
| 345012 | Boa Vista do Pindaré | 3:24:10  | 45:00:38  | ANA / CPRM              |                         | 1983     | -   |
| 345013 | Newton Belo          | 3:25:28  | 45:40:10  | ANA / CPRM              |                         | 1984     | -   |
| 346002 | Tucuma               | 4:13:53  | 46:10:44  | ANA / CPRM              |                         | 1984     | -   |
| 445008 | Arame                | 4:53:11  | 46:00:41  | ANA / CPRM              |                         | 1983     | -   |
| 446000 | Ponte BR-222         | 4:18:15  | 46:29:37  | ANA / CPRM              |                         | 1982     | -   |
| 446001 | Fazenda Pedreiras    | 4:24:33  | 46:44:51  | ANA / CPRM              |                         | 1984     | -   |
| 446002 | Vale do Pindaré      | 4:41:53  | 46:56:21  | ANA / CPRM              |                         | 1984     | -   |
| 447002 | Reta KM-32           | 4:50:29  | 47:16:26  | ANA / CPRM              |                         | 1984     | -   |
| 547005 | Buritama             | 5:35:40  | 47:01:09  | ANA / CPRM              |                         | 1982     | -   |

Fonte: Estudos Hidrológicos da Bacia do Rio Pindaré.

## METODOLOGIA

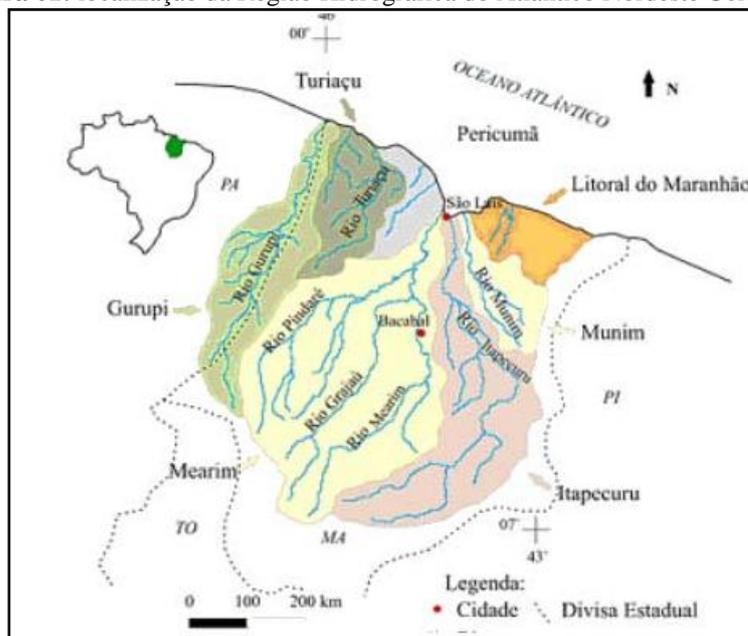
### Área de Estudo

O estudo foi realizado nas cidades ribeirinhas da Sub Bacia do Rio Pindaré que está localizada dentro da Bacia Hidrográfica do Atlântico Nordeste Ocidental e Sub Bacia Hidrográfica do Rio Mearim.

### Região Hidrográfica do Atlântico Nordeste Ocidental

Apresenta aproximadamente uma área de 268.897 km<sup>2</sup>, onde 244.696,27 km<sup>2</sup> encontra-se no Estado do Maranhão e os 24.200,73 km<sup>2</sup> no Estado do Pará (Figura 01). É composta pelas bacias hidrográficas dos rios: Itapecuru, Mearim, Munim, Gurupi, Pericumã e Turiaçu, e região do Litoral do Maranhão e do Litoral do Pará. Acolhendo uma população de 5.490.100 habitantes e compreendendo aos 263 Municípios dos Estados do Maranhão (214) e Pará (49) (MMA.GOV.BR, 2006).

**Figura 01:** localização da Região Hidrográfica do Atlântico Nordeste Ocidental.



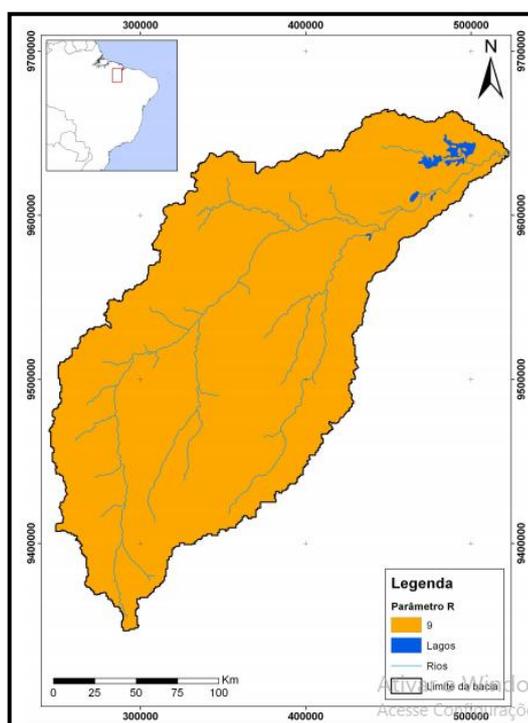
Fonte: Projeto Brasil das águas (2011).

### Sub Bacia Hidrográfica do Rio Pindaré

O Rio Pindaré é genuinamente maranhense, nascendo na Serra do Gurupi localizada na área Indígena Krikati no município de Montes Altos-MA. Seu percurso banha vários municípios e cidades, povoados rurais, fazendas agropecuárias e reservas indígenas que se desenvolveram nas suas áreas ribeirinhas (Figura 02). Quanto a sua localização Abreu

(2013) descreve que sua bacia está situada entre os paralelos 3°11' e 5°51' Sul e os meridianos 45°38' e 46°26' Oeste e estende-se na direção sul - sudoeste a norte-nordeste, limitando-se a oeste com a bacia do rio Gurupi e a leste com a bacia do rio Grajaú e desaguando no lado direito do Rio Mearim. Quanto à sua área o MESC/UEMA (2002) descreve que a área da bacia tem 40.400 km<sup>2</sup>, correspondendo a 12.383% do território maranhense e percorre aproximadamente 558 km até desaguar no lado direito do Rio Mearim a 20 km da baía de São Marcos.

**Figura 02:** Bacia Hidrográfica do Rio Pindaré.



Fonte: Pereira et. al. (2012).

## **Materiais e métodos**

Durante o desenvolvimento do trabalho foram utilizados alguns materiais e métodos conforme apresentado a seguir.

Materiais: Cartas Cartográficas da Região da Bacia Hidrográfica do Atlântico Nordeste Ocidental, Dados de tempo e/ou períodos de recorrências de eventos hidrológicos; Softwares Google Earth, GPS, máquina fotográfica FUJIFILM, trenas e dados lançados no Sistema Integrado de Informação Sobre Desastres - S2ID.

Os métodos de pesquisa foram: 1) pesquisa bibliográfica na qual a pesquisa foi realizada em livros, artigos científicos, estudos de casos, teses de doutorado, pesquisas na internet, com o objetivo de mostrar estudos de inundações nas áreas ribeirinhas do Rio Pindaré; 2) pesquisa de campo; e 3) análise dos dados coletados em campo.

Na realização da pesquisa e análise de dados coletados em campo, a pesquisa foi desenvolvida em três momentos: O primeiro realizou os levantamentos de dados do histórico das ocorrências de desastre natural hidrológico de inundação utilizando os registros do S2ID. O segundo momento ocorreu a partir dos trabalhos de campo, com visitas “*in loco*” nas cidades ribeirinhas, no propósito de localizar as réguas milimétricas da ANA/CPRM, como não existia, foram confeccionadas, além de serem preparadas as equipes das COMPDECs para monitorarem as oscilações do nível do rio realizando as leituras e diagnosticando as áreas de riscos preliminares a inundações. No terceiro momento ocorreu às criações das cotas de nível: normal, crítica a seca, alerta e emergência a inundação.

## RESULTADOS

Durante o desenvolvimento dos trabalhos na área da bacia em referência, e as áreas de atuação das Unidades do Corpo de Bombeiros do Maranhão – CBMMA, a extensão do rio foi dividida em três partes: Alta, Média e Baixa, conforme descrito abaixo:

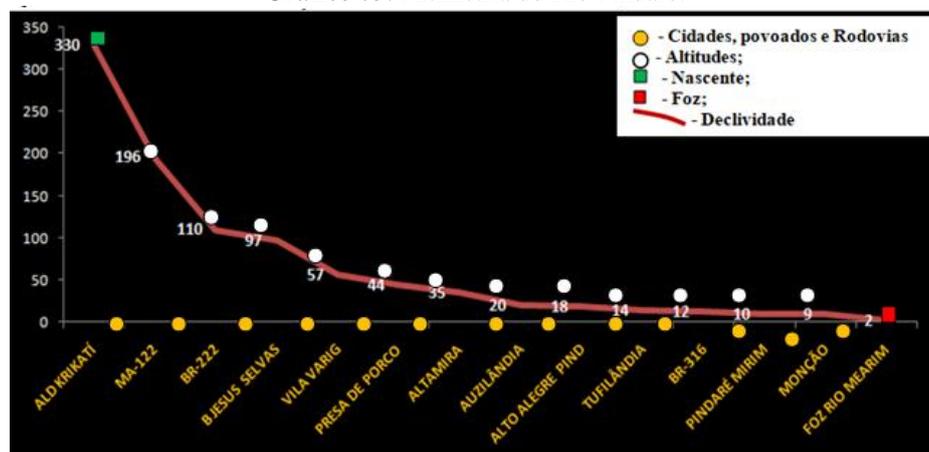
■ A área **Alta** apresenta em média 138 km de extensão, da sua nascente na Serra do Gurupi (Aldeia Indígena Krikati) no município de Montes Altos-MA, com altitude média de 320m e estende-se até a Rodovia BR-222 Açailândia (Gráfico 03); O relevo característico de planalto e pouca presença de povoamento (povoados em área rural); Neste percurso o rio percorre os municípios de Montes Altos, Buritirana, Amarante do MA, Senador La Rocque e João Lisboa, jurisdição de atendimento do 3º Batalhão de Bombeiros Militar – 3º BBM, com sede na cidade de Imperatriz.

■ A área **Média** tem sua extensão de 202 km, da Rodovia BR-222 com altitude média de 97m até o município de Buriticupu (Gráfico 03); A partir do município de Bom Jesus das Selvas inicia a presença das vilas rurais ribeirinhas; Relevo característico de planície extensa e plana com desnível suave. O rio percorre os municípios de: Açailândia, Bom Jesus das Selvas e Buriticupu; jurisdição de atendimento do 12º Batalhão de Bombeiros Militar – 12º BBM – com sede na cidade de Açailândia.

■ Já a área **Baixa**, apresenta a extensão média de 371 km, do município de Alto Alegre do Pindaré até a sua foz no Rio Mearim; A primeira cidade ribeirinha (Alto Alegre do Pindaré) com apenas a 18m de altitude, relevo característico de planície extensa, plana e desnível bem suave: Sua foz ocorre do lado direito do Rio Mearim e a 20 km da Baía de São Marcos com altitude média de 5 a 2m (Gráfico 03); Neste percurso o rio percorre os municípios de: São João do Caru, Altamira MA, Alto Alegre do Pindaré, Tufilândia, Bom

Jardim, Pindaré Mirim, Monção, Cajari, Viana e Arari. Portanto, nesta área é onde ocorrem às maiores incidências de ocorrências de inundações urbanas nas cidades de: Alto Alegre do Pindaré, Pindaré Mirim e Monção. Todos dentro da jurisdição de atendimento da 9ª Companhia Independente de Bombeiros Militar – 9ª CIBM, em de Santa Inês-MA.

**Gráfico 03:** Altimetria do Rio Pindaré.



Fonte: Adaptado do Google Earth (2018).

### Implantação do Sistema de Monitoramento, Alerta e Emergência a Inundações nas Cidades Ribeirinhas do Rio Pindaré

É de grande importância o funcionamento de um “Sistema de Alerta a Inundações nas áreas ribeirinhas do Rio Pindaré” utilizando as régua milimétricas para medir as oscilações do nível do rio no período seco e chuvoso. Portanto este sistema irá nortear as ações preventivas a serem executadas pelas equipes das COMPDECs para o uso de medidas não estrutural, pré-evento na prevenção, mitigação e preparação e durante o evento na resposta às comunidades ribeirinhas afetadas por inundações nas cidades, bairros e vilas rurais ribeirinhas do Pindaré. Dentro desse contexto, este pretensioso trabalho foi desenvolvido no propósito de atender as diretrizes da Lei 12.608 de 10 de abril de 2012, onde:

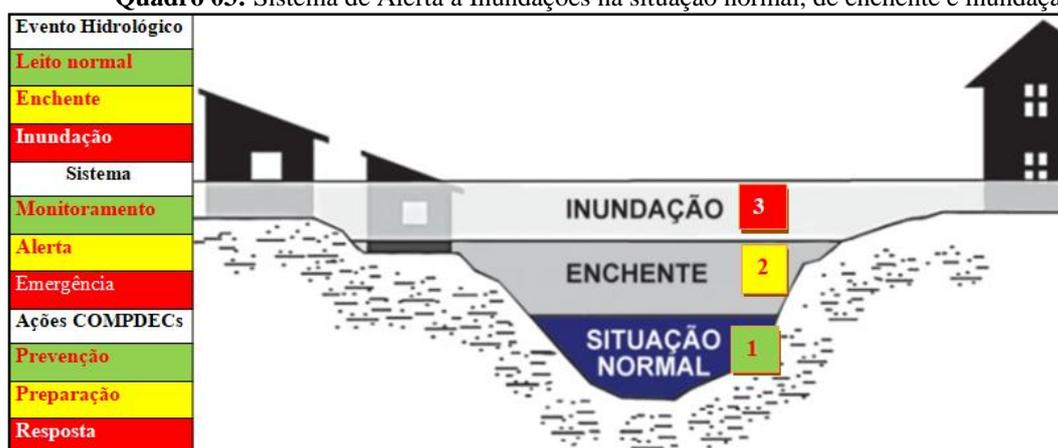
No Capítulo I, Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC; no Capítulo II, dispendo na Seção I as Diretrizes e Objetivos, e na Seção II as Competências dos Entes Federados (união, estados e municípios), onde no **Art. 7º** na Competência dos Estados, deve no I- Executar a PNPDEC, em seu âmbito territorial; no IV – identificar e mapear as áreas de risco e realizar estudos de identificação de ameaças, suscetibilidade, em articulação com a União e Municípios; V realizar o monitoramento meteorológico, hidrológico e geológico das áreas de risco, em articulação com a União e os Municípios; e no VIII- Apoiar, sempre que necessário, os Municípios no levantamento das áreas de risco, na elaboração dos Planos de Contingência de Proteção e Defesa Civil e na divulgação de protocolos de prevenção e alerta de ações emergenciais; Parágrafo único. O Plano Estadual de Proteção e Defesa Civil conterá, no mínimo: I- a identificação das bacias hidrográficas com risco de ocorrência de desastres; e II - as diretrizes de ação governamental de proteção e defesa civil no âmbito estadual, em especial no que se refere à implantação da rede de monitoramento meteorológico, hidrológico e geológico das bacias com risco de desastre.

A importância do funcionamento do sistema de monitoramento, alerta e Emergência a inundações das cidades ribeirinhas no Rio Pindaré, que durante o período seco (junho a outubro), ocorre o evento de **Situação Normal** e/ou leito de vazante<sup>4</sup>, sem risco de ocorrência de evento de inundação, no sistema ocorre o monitoramento com ações preventivas. Sendo que, se houver estiagem severa, considera-se o sistema de alerta a estiagem, no qual é o momento em que o baixo do nível do rio chega a uma situação crítica comprometendo a normalidade do sistema de captação e abastecimento de água ao consumo humano, animal e agricultura.

Já no período chuvoso (novembro a maio) ocorre naturalmente os eventos hidrológicos das precipitações pluviométricas nas áreas contribuintes da bacia hidrográfica<sup>5</sup>; Neste período com o aumento do leito normal<sup>6</sup> contínuo do rio, ocorre o evento da enchente<sup>7</sup>; O sistema exerce a emissão do **Alerta** a inundações; as COMPDECs acompanharão e coletarão os dados das oscilações do nível do rio, realizando as ações de preparação para atender e/ou remover a comunidade em risco (Quadro 03).

Portanto, no momento em que o rio começa a extravasar inicia-se o evento da inundação<sup>8</sup> das áreas urbanas ribeirinhas ocupadas; O sistema entrará em estado de **Emergência**; As ações da COMPDEC iniciam a resposta (Quadro 03), seguindo as diretrizes do plano municipal de contingência a inundações.

**Quadro 03:** Sistema de Alerta a Inundações na situação normal, de enchente e inundação.



Fonte: Adaptada do Atlas de vulnerabilidade às inundações Minas Geral (2013).

<sup>4</sup> Leito de vazante: nível d'água mais baixo de um período restrito ao ponto mais profundo do talvegue.

<sup>5</sup> Área de captação natural da água da chuva que escoo superficialmente para um corpo de água ou seu contribuinte.

<sup>6</sup> Situação normal: nível d'água normal da drenagem restrito ao leito menor.

<sup>7</sup> Enchente (ou cheia): temporária elevação do nível d'água normal da drenagem, devido a acréscimo de descarga.

<sup>8</sup> Inundação: volume não se limita à calha principal do rio e extravasa para áreas marginais, habitualmente não ocupadas pelas águas

Durante os trabalhos realizados no município de Pindaré Mirim, localizado na Mesorregião Oeste Maranhense, Microrregião Pindaré e a 255 km da capital São Luís (IBGE/2008). Em virtude da área ribeirinha não possuir um sistema de réguas da ANA/CPRM, foi confeccionado uma régua na área do CAIS para medir as oscilações do nível do Rio Pindaré nas áreas ribeirinhas da cidade (Quadro 04). Todos os trabalhos realizados no município ocorreram em conjunto com a equipe da COMPDEC e dos Bombeiros da 9ª CIBM (Quadro 04).

**Quadro 05:** Régua confeccionada no CAIS do Rio Pindaré em Pindaré Mirim – MA.

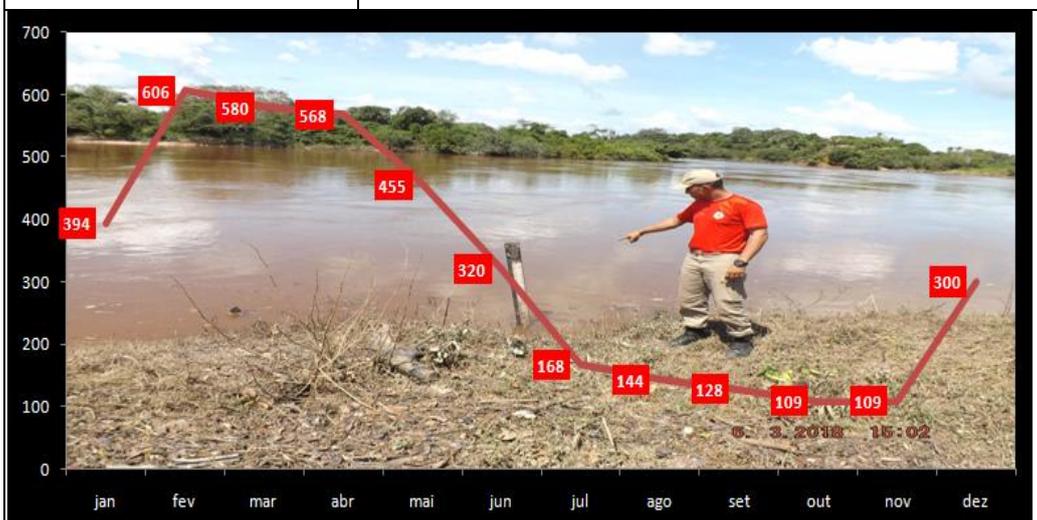
|   |   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Marco inicial da régua 12,50m (doze metros e cinquenta centímetros);</li><li>• Linha de Alerta a Inundação em Pindaré Mirim, 12m (doze metros);</li><li>• Foi repassada à Equipe da COMPDEC de Pindaré Mirim e da 9ª CIBM, como é realizada a leitura da oscilação do nível do rio na régua.</li></ul> <p>(OBS: com o baixar do nível do rio (período seco) deve ser confeccionada outra régua tomando como referência a régua já confeccionada).</p> |  |
|---|---|

**Fonte:** Pesquisa de Campo (2018).

Já no município de Alto Alegre do Pindaré, localizado Mesorregião Oeste Maranhense, Microrregião Pindaré e a 219 km da capital São Luís (IBGE/2008), durante os trabalhos realizados no município, foram acompanhados pelas Equipes da COMPDEC de Alto Alegre do Pindaré e dos Bombeiros da 9ª CIBM. Iniciando nas áreas ribeirinhas do Rio Pindaré, onde existe do conjunto de réguas da ANA (Quadro 05). E posteriormente, junto com a observadora da CPRM no município, foi solicitado os cadernos com as anotações dos dados coletados e repassada à Equipe da COMPDEC de Alto Alegre do Pindaré, bem como da 9ª CIBM. Posteriormente, foi mostrado às equipes como são realizadas as leituras da oscilação do nível do rio no conjunto de réguas da ANA.

**Quadro 05:** Réguas da ANA no Rio Pindaré - Alto Alegre do Pindaré – MA.

- Os dados das oscilações do nível do Rio Pindaré em 2017- Alto Alegre do Pindaré – MA;
- Apresentou o pico na cota de 6.06m no mês de fevereiro e nos meses de outubro e novembro período mais seco na cota 1,09m (ANA/CPRM).



Fonte: ANA/CPRM (2017).

No município de Monção, localizado na Mesorregião Norte Maranhense, Microrregião Baixada Maranhense e a 244 km da capital São Luís (IBGE/2008). Durante os trabalhos realizados no município, a Equipe da COMPDEC de Monção informou que no município existe vários lagos e que não possuem um sistema de réguas da ANA/CPRM, havendo a necessidade de confecções de réguas para também monitorar suas oscilações, devido todos estes lagos estarem interligados ao rio Pindaré. Portanto e dentro desta necessidade, foi confeccionada uma régua na área ribeirinha nas colunas de sustentação da ponte que dá acesso à cidade, no propósito de medir as oscilações do nível do rio Pindaré na área ribeirinha da cidade (Quadro 05).

**Quadro 05:** Régua confeccionada na ponte no Rio Pindaré em Monção – MA.

- Marco inicial da régua 10,50m (dez metros e cinquenta centímetros);
- Linha de Alerta a Inundação em Monção é 11,00m (onze metros);
- Foi repassada à Equipe da COMPDEC de Monção e da 9ª CIBM, como é realizada a leitura da oscilação do nível do rio na régua.

(OBS: informações dos ribeirinhos que picos das enchentes dos anos de 2009 12m (doze metros) e 2017 11,50 (onze metros e cinquenta centímetros).



**Fonte:** Trabalho de campo (2018).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo investigou a importância de se construir um sistema de monitoramento e alerta a inundações, com o uso de régua milimétrica para acompanhar as oscilações do nível do rio nas cidades ribeirinhas do Rio Pindaré, no propósito de identificar o momento de: leito normal, onde serão realizados os trabalhos no sistema com o monitoramento e ações de prevenção; no evento de enchente, o sistema estará em alerta e as ações das COMPDECs com a preparação para atender as populações mais vulneráveis que se encontra nas áreas de risco; no evento da inundação, o sistema encontra-se em emergência e coloca em prática as ações de resposta no momento em que as águas começam a atingir e a provocar transtorno às comunidades ribeirinhas vulneráveis que vivem nas áreas de risco a inundações.

Durante os trabalhos *in loco*, foram realizados levantamentos nas áreas ribeirinhas das três cidades ribeirinhas para a criação das linhas de alertas a inundações, tendo como objetivo: Avisar preventivamente e em tempo, a comunidade ribeirinha, evitando perdas e prejuízos econômicos; realizar e planejar preventivamente as ações a serem realizadas pelas COMPDECs para o preparo dos abrigos que irão receber os desabrigados atingidos pela inundação; e dentro dessa cota de alerta, planejar a ocupação de áreas para o desenvolvimento habitacional seguro.

## REFERÊNCIAS

Agencia Nacional das Águas – ANA - Disponível em: <https://www.ana.gov.br>

**Atlas de vulnerabilidade às inundações Minas Gerais 2013** / Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. --- Belo Horizonte: Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, 2013. 32p. : il.-Disponível em: <http://www.meioambiente.mg.gov.br/images/stories/Fotos/fotos/atlas-vulnerabilidade.pdf> - Acesso em: - 26/08/2019 as 22:18.

AMARAL, R. & RIBEIRO, R.R. Enchentes e Inundações. In: TOMINAGA, L.K; SANTORO, J; AMARAL, R. (Orgs.), **Desastres Naturais, conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico, p. 40-53, 2009.

Serviço Geológico do Brasil – CPRM – Disponível em: <http://www.cprm.gov.br>

CRISTO, S.S.V. **Análise de susceptibilidade a riscos naturais relacionados à enchentes e deslizamentos do setor leste da Bacia Hidrográfica do Rio Itacorubi, Florianópolis, Santa Catarina**. Florianópolis, 2002. 211 p. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Geociências do Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina.

HIDROGRÁFICA DO RIO PINDARÉ-MA UTILIZANDO O MÉTODO DRASTIC E GALDIT. **Anuário brasileiro de desastres naturais : 2013** / Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil. Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres. – Brasília: CENAD, 2014. 106p.: il. color; 29,7cm. Disponível em:<http://www.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosDefesaCivil/ArquivosPDF/publicacoes/Anurio-Brasileiro-de-Desastres-Naturais-2013.pdf>- Acesso em: 25/08/2019 as 15:15.

TOMINAGA, L. K. Escorregamentos. In: TOMINAGA, Lídia Keiko. **Desastres naturais: conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico. São Paulo, p. 27-38, 2009.

TUCCI, C.E.M. & BERTONI, J.C. (Orgs.). **Apostila de Inundações Urbanas da América Latina**. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 129 p., 2003.

MONTEIRO, N. V. et al. IDENTIFICAÇÃO DAS ÁREAS DE RISCO A INUNDAÇÕES E ENCHENTES NA CIDADE DE SOBRAL, CEARÁ. **Revista Equador** (UFPI), Vol. 5, Nº 4 (Edição Especial 03), p.2 - 22 - 2016 - acesso: 18 de agosto de 2019 - Disponível em: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>

PEREIRA, E. D. et al. AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE À CONTAMINAÇÃO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA E DA INTRUSÃO SALINA NA BACIA. In. **10º SILUSBA-2011**-Porto Galinhas, Brasil- Projeto CIAS (Cooperação Internacional em Águas Subterrâneas Portugal - Brasil), em parceria com o programa CAPES-WAGENINGEN - DRI / CGCI - Nº 023/2008- 10 pg -26/09/2011- Acesso em: 18 de agosto de 2019- Disponível em: [http://repositorio.lnec.pt:8080/jspui/bitstream/123456789/1002577/1/Paper\\_DRASTIC\\_%20PINDAR%C3%89\\_FINAL.pdf](http://repositorio.lnec.pt:8080/jspui/bitstream/123456789/1002577/1/Paper_DRASTIC_%20PINDAR%C3%89_FINAL.pdf)

REIS P. E. et al. O ESCOAMENTO SUPERFICIAL COMO CONDICIONANTE DE INUNDAÇÕES EM BELO HORIZONTE, MG: ESTUDO DE CASO DA SUB-BACIA CÓRREGO DO LEITÃO, BACIA DO RIBEIRÃO ARRUDAS -São Paulo 2012, UNESP, **Geociências**, v. 31, n. 1, p. 31-46, 2012- Acesso em: 18 de agosto de 2019- Disponível em: [https://www.revistageociencias.com.br/geociencias-arquivos/31\\_1/Art03\\_Reis\\_et\\_al.pdf](https://www.revistageociencias.com.br/geociencias-arquivos/31_1/Art03_Reis_et_al.pdf).