

# AVALIAÇÃO DE REDES DE SENSORES SEM FIO COMO FERRAMENTA PARA A IMPLEMENTAÇÃO DE ALERTAS ANTECIPADOS DE EMERGÊNCIAS NO ESTADO DA PARAÍBA

BRITO<sup>1</sup>, Antônio Cavalcanti

CARVALHO<sup>2</sup>, Fabricio Braga Soares

MARINHO<sup>3</sup>, Rafael

NÓBREGA<sup>4</sup>, Thiago Rodrigues

Centro de Energias Alternativas e Renováveis – Departamento de Engenharia Elétrica.  
Programa de Bolsas de Extensão – PROBEX 2013

## RESUMO

O trabalho, cujos resultados são relatados neste artigo, tem como objetivo avaliar e propor o aperfeiçoamento dos meios de monitoração dos fenômenos naturais ligados a desastres naturais no Estado da Paraíba. Com o uso de Redes de Sensores sem Fio (RSSF) almeja-se aperfeiçoar a tomada de decisões e planejamento de ações preventivas por parte da Defesa Civil. Para este propósito, utilizou-se como cenário de estudo o município de João Pessoa, Paraíba, para o qual foram avaliadas as zonas de riscos, e foi proposta uma topologia de monitoração baseada em RSSF. São apresentados dados estatísticos associados aos riscos e população afetada, assim como o mapeamento geográfico na área de estudo.

**Palavras chaves** - Redes de Sensores Sem Fio, Desastres Naturais, Alertas e Situações de Emergências.

## INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas os desastres naturais causados por situações de emergência aumentaram em frequência e intensidade. Registram-se também aumentos nos impactos causados por estes desastres, seja pelos danos ou prejuízos, econômicos e sociais na vida das pessoas afetadas e na sociedade a qual estão inseridas [1].

Atualmente, o processo de alerta de emergências na Paraíba é coordenado pela Defesa Civil, a qual realiza ações de remoção de pessoas, interdição de áreas e outras medidas de prevenção. Além das Secretárias de Defesa Civil do Estado e dos municípios, estão envolvidos no processo de prevenção e execução de medidas, a Agência Executiva de Gestão das Águas – AESA, os Bombeiros militares Estaduais e algumas tropas militares federais.

---

<sup>1</sup> Defesa Civil do Estado da Paraíba. Extensionista Externo – brito.defesacivil.pb@gmail.com.

<sup>2</sup> DEE – CEAR – UFPB. Professor Colaborador – fabricio@cear.ufpb.br

<sup>3</sup> DEE – CEAR – UFPB. Professor Colaborador - Rafael Marinho @cear.ufpb.br

<sup>4</sup> DEE – CEAR – UFPB. Discente Bolsista – thiago.nobrega@cear.ufpb.br

Nos últimos anos a Defesa Civil da Paraíba atuou em diversas ações de emergência, dentre as quais, os maiores acontecimentos estão associados aos fenômenos de estiagem e seca, como também inundações gradual e brusca. Além disso, segundo o Atlas Brasileiro de Desastres Naturais – Volume Paraíba, em sua última versão, entre os anos de 1991 e 2010, os fenômenos naturais afetaram 9.065.315 pessoas, ocasionando 34 mortes [1].

Neste cenário, diversas ferramentas podem ser utilizadas para monitoração de riscos e disseminação de alertas de emergências, sendo as Redes de Sensores Sem Fio (RSSF) uma alternativa eficiente, de custo benefício altamente vantajoso. Na Paraíba, uma das principais variáveis relacionadas à desastres naturais são as chuvas, por este motivo RSSF com aplicações a pluviômetros (sensor de chuva) realizariam o objetivo principal desta proposta.

Neste trabalho, será realizada a avaliação das zonas de riscos do cenário escolhido, cidade de João Pessoa, assim como as definições e especificações para redes de sensores sem fio com o propósito de monitorar e alertar as situações de emergência. Desta maneira, pretende-se contribuir com uma ferramenta para a diminuição do número de vítimas associadas a esses fenômenos assim como a previsão de calamidades públicas.

## **AVALIAÇÃO DAS ZONAS DE RISCOS**

O Estado da Paraíba conta com uma área territorial de 56.469,466 km<sup>2</sup>, distribuídos entre 223 municípios. O clima no Estado varia conforme a sua extensão territorial e sofre influência da umidade vinda do leste pelo Oceano Atlântico e também pelo polígono das secas, com registros de altas temperaturas e baixa pluviosidade [1]. A população paraibana é em sua maioria urbana, correspondendo a 75,37% segundo o Censo Demográfico de 2010 do IBGE. Este fato aliado ao déficit habitacional urbano que na Paraíba era de 104.699 domicílios em 2008, faz com que muitas pessoas se sujeitem a viver em áreas de risco e sejam agentes vulneráveis a desastres naturais (como enchentes nas proximidades dos rios, ou desabamentos próximos de encostas, dentre outros).

Segundo dados atuais da Defesa Civil do Estado, apenas 10 dos 223 municípios contam com o mapeamento de suas áreas de risco, sendo que 99,1 % dos municípios já dispõem de núcleos de Defesa Civil. Assim, o primeiro passo para implementar o uso da tecnologia de RSSF seria o mapeamento das zonas de riscos de todos os municípios onde o sistema fosse adotado.

Na Paraíba, os maiores desastres estão associados aos fenômenos de estiagem e seca, além de inundações gradual e brusca, tal como se ilustra na Figura 1. Na Figura 2, ilustram-se dados estatísticos do número de pessoas atingidas pelos desastres naturais, na qual se observa que a chuva é o fenômeno ligado à maior parte das situações de calamidade, seja pela baixa ocorrência em algumas regiões ou pela alta incidência em outras [1].



Figura 1. Imagens de consequências dos desastres naturais na Paraíba.

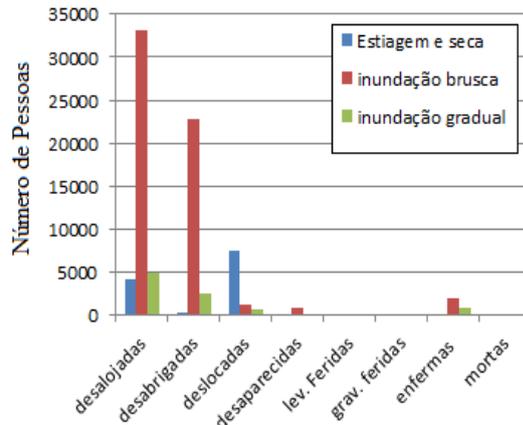


Figura 2. Danos humanos causados por desastres naturais na Paraíba, no período 1991 a 2010.

Para que uma área ou localidade seja considerada uma zona de risco, deve-se estudar, analisar e conhecer os riscos a quais ela está vulnerável. Para tanto, a avaliação dos riscos pode ser feita por meio da análise de dados estatísticos e de informações obtidas nas áreas onde os riscos podem tornar-se situações de emergência. Atualmente cabe a AESA o papel de emitir para a Defesa Civil o alerta de algum Risco Iminente (Tais informações são fornecidas pela central de monitoração localizada em Campina Grande/PB no Campus da UFCG).

A caracterização dos riscos é feita para regiões ou micro-regiões e baseia-se em valores estabelecidos para cada uma delas. Na Região da Cidade de João Pessoa, estes valores são de 30 mm para chuvas, 40° C para temperatura, 25 % para umidade do ar e 20 m/s para velocidade dos ventos. Assim, caso sejam verificados nos pontos de coletas destas informações, valores superiores aos citados, então a AESA emite alerta para a Defesa Civil e esta coordena ações de mobilização, desocupação e logística a fim de evitar situações que causem danos e prejuízos na vida das pessoas.

## TOPOLOGIA E ESPECIFICAÇÕES DA RSSF

O conhecimento das grandezas a serem monitoradas e do cenário de aplicação desta proposta permitem o estudo e especificação da tecnologia a ser empregada. A realização do objetivo compreende a caracterização de três elementos principais que condicionam o tipo de Topologia a ser utilizada. São eles: sensor, observador e fenômeno [2]. O sensor está relacionado ao mecanismo de obtenção das informações sobre um fenômeno. A variável causadora de riscos é o fenômeno e o observador é o usuário interessado nas informações da rede.

Uma topologia de rede com característica estática foi proposta para realizar a monitoração das chuvas baseado em nós sensores com aplicações em pluviômetros. O risco a ser monitorado e a utilização deste tipo de sensor foram escolhidos pelo fato deste risco estar associado a maior parte dos danos e prejuízos registrados.

Na Figura 3, ilustram-se os pontos geográficos de referência na qual está sugerida a localização dos nós sensores. Estes pontos foram previamente definidos pela equipe de trabalho da Defesa Civil da Paraíba, e fornecidos para estudo deste projeto visando proposta de parceria com o Programa de Bolsas de Extensão PROBEX 2013 da UFPB (projeto em andamento) [3].

Pode-se observar na Figura 3, que a topologia proposta é do tipo híbrida, ou seja, é composta por redes em malha e estrela. Esta proposta teve como critério o baixo consumo de energia com a confiabilidade e capacidade de cobrir grandes áreas, possibilitando a discretização de relatórios por regiões, bairros ou comunidades [4] [5]. Observadores locais seriam instalados em diferentes pontos da cidade, diminuindo a demanda de consumo energético da rede.

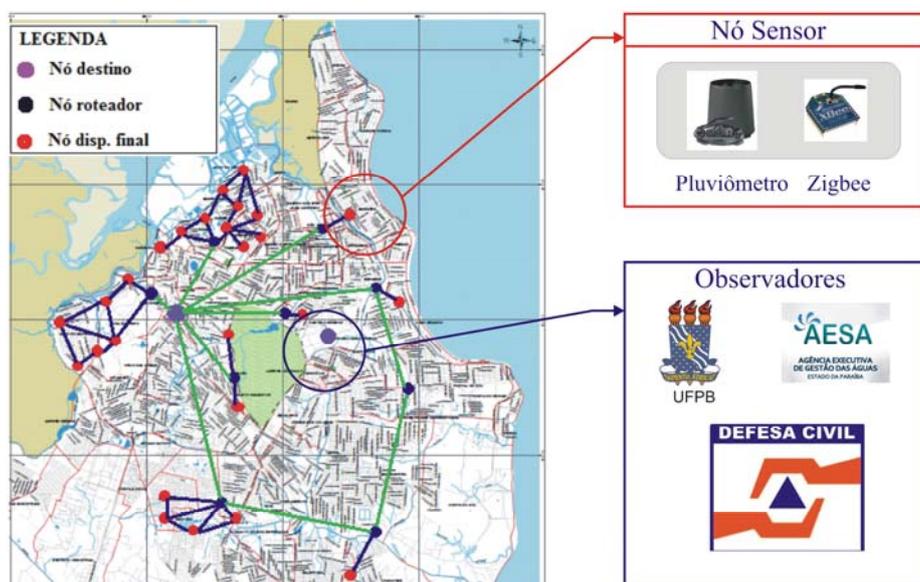


Figura 3. Proposta da localização dos nós sensores nas zonas de risco a serem monitoradas no Município de João Pessoa.

Devido à grande área de cobertura, podem ser usadas duas tecnologias para comunicação sem fio: Zigbee [6] e Wi-Max. A primeira seria utilizada para comunicação entre os dispositivos finais e os nós roteadores e a segunda entre os nós roteadores (coordenadores) e o nó destino (observador), havendo ainda a possibilidade do uso apenas da tecnologia Zigbee, caso se deseje compor uma rede por múltiplos saltos (neste caso haveria mais pontos de roteamento). Atualmente muitas empresas já trabalham com hardwares compatíveis com a tecnologia Zigbee, tornando sua aceitação mais vasta e de baixo custo com a possível montagem do Sistema. Pluviômetros baseados em sensores *red-switch* seriam utilizados pela fácil aquisição dos dados, visto que o mesmo pode ser aplicado como sensor de comutação, o que indicaria o nível de água precipitado na região.

Os observadores poderão ser tanto os órgãos Públicos de Defesa Civil como líderes comunitários envolvidos no processo de disseminação dos alertas, que neste caso podem ser sistemas de envio de SMS, sistemas de sinalização sonoros e outros meios de vinculação de informação (como rádio e TV).

## CONSIDERAÇÕES E CONCLUSÕES

A partir da avaliação dos históricos de desastres e danos na Paraíba (1991-2010), a escolha da chuva como fenômeno a ser monitorado proporciona um parâmetro adequado para implementação de sistemas antecipados de alertas de emergências, devido ao fato de que a maior parte dos prejudicados (afetados) são vítimas de catástrofes ligadas a sua ausência ou abundância.

A avaliação das áreas de risco passa não apenas pela caracterização das moradias, mas pelo ambiente em que estão situadas, como por exemplo, zonas com risco de deslizamentos, onde a retirada da cobertura vegetal torna o solo exposto à saturação e sujeito ao desprendimento das camadas superiores.

A utilização da tecnologia apresentada, aliada ao baixo custo de manutenção deste tipo de rede irão compensar os custos com as fontes de alimentação dos dispositivos (maior investimento), uma vez que este é um dos grandes desafios deste tipo de tecnologia, aumentar em tanto quanto possível a vida útil dos componentes do sistema.

Para plena eficácia de um sistema como este é necessário o empenho de todos os envolvidos neste processo, desde o líder comunitário ou agente local capacitado até os órgãos de proteção. A proposta deste sistema deve superar o sistema atual pela possibilidade de monitoração em tempo real, criação de banco de dados e antecipação da situação de desastre. Ter um sistema de monitoração eficiente não irá sanar o problema, apenas evitá-lo quando bem utilizado. As condições adversas, as situações naturais vão sempre existir, assim é necessário o uso de políticas públicas que promovam a dignidade e a promoção social das pessoas dando a elas condições habitacionais seguras, uma vez que esta precariedade é que muitas vezes gera as zonas de risco.

Além disso, este trabalho deve promover o convênio entre a UFPB, AESA e Defesa Civil, estimulando a criação de novas pesquisas, abrindo campos de atuação para os pesquisadores e retornando para sociedade serviços que ela possa utilizar.

## REFERÊNCIAS

- [1] Atlas Brasileiro de Desastres Naturais 1991 – 2010, Volume Paraíba. CEPED – UFSC, Florianópolis – 2011.
- [2] S. Tilak, N.B. Abu-Ghazaleh e W. Heinzelman, “A taxonomy of wireless micro-sensor network models”, In Proceedings of the ACM Workshop on Wireless Security, ACM Press, 2002, pp 28-36.
- [3] PROBEX-2013, “Avaliação dos sistemas de redes de sensores no estado da Paraíba como ferramenta para a implementação de alertas antecipados de emergências”, Universidade Federal da Paraíba.
- [4] Pires, F.M. Proposta de uma Arquitetura Híbrida e Hierárquica de Rede de Sensores/Atuadores para Aplicação em Cenários Metropolitanos – Dissertação de mestrado apresentada na Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, 2010.
- [5] Sousa, M. P. ; Lopes, W. T. A. Desafios em Redes de Sensores sem Fio. Revista de Tecnologia da Informação e Comunicação, v. 1, p. 41-47, 2011.
- [6] ZigBee Alliance. Disponível em: <http://www.zigbee.org/Standards/Overview.aspx>. Acessado em Agosto de 2013.