

# UnderApp: Monitoramento de Deslizamentos de Terra Baseado em Rede Subterrânea de Sensores

Viviane F. Peixoto<sup>1,2</sup>, André F. Monteiro<sup>1</sup>, Laura S. Assis<sup>1</sup>, Felipe da R. Henriques<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca – CEFET/RJ  
Campus Petrópolis – Rio de Janeiro – Brasil

vivianepeixoto989@gmail.com

{andre.monteiro,laura.assis,felipe.henriques}@cefet-rj.br

<sup>2</sup>Bolsista da FAPERJ - Brasil

**Abstract.** *Every year several slope slides are observed at Brazil, causing major impact on the population which lives in risk areas. These events are permanent concerns for the local population, and also for the authorities responsible for monitoring the slopes. This work presents the UnderApp, a system for remote monitoring of slope slides based on a wireless underground sensors network. The sensors network is responsible to collect data in real time about rainfall and soil moisture rates, which are the main metrics for predicting the eminence of slope slides. Then, the collected data will be send to an App designed for smart-phones to provide the visualization of the information by the local population in order to avoid several material damages, and the most important, save lives.*

## 1. Introdução

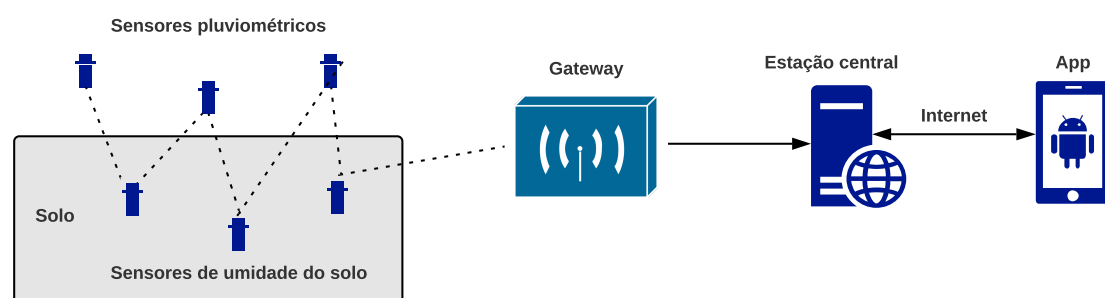
A cada ano estatísticas mostram problemas graves de deslizamentos de encostas em regiões montanhosas podendo causar grandes desastres para população que mora em regiões de risco. Soluções municipais, como sirenes em áreas de risco, têm sido propostas na tentativa de evacuar essas regiões quando há possibilidade de deslizamentos baseando-se em métricas como índice pluviométrico e umidade do solo, por exemplo. Entretanto, a monitoração por meio dessas métricas requer uma infraestrutura de coleta de dados em campo, onde a utilização de uma rede de sensores mostra-se uma alternativa eficiente e já utilizada em diversas cidades [Akyildiz et al. 2002], [Akyildiz and Stuntebeck 2006]. Além da infraestrutura de sensores, faz-se necessário a transmissão e processamento dos dados coletados para a visualização dos dados e envio de mensagens de alerta para a população e agentes públicos.

Neste trabalho, apresentamos o *UnderApp*: um sistema de monitoramento para áreas com risco de deslizamentos. A plataforma é baseada em uma Rede de Sensores Subterrâneos Sem Fio (*Wireless Underground Sensor Network*–WUSN). Parte dos sensores são instalados abaixo do solo para coleta de dados de umidade, e acima da superfície para coleta do nível pluviométrico, criando uma rede de sensores mista similar à rede descrita em [de Queiroz et al. 2018], subterrânea e de superfície, viabilizando a coleta e monitoramento dos dados em tempo real. Além disso, a rede especificada deve apresentar elevada robustez e tolerância a falhas, conforme apontado em [Melo et al. ], em virtude de sua exposição direta a elementos naturais (solo, vento, chuva, etc.).

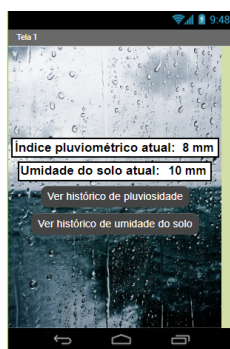
## 2. A Plataforma UnderApp

A plataforma UnderApp é composta por três elementos principais: (i) a rede de sensores para coleta dos dados; (ii) a estação central para processamento e disponibilização das informações; e (iii) um App para visualização das informações pela população e agentes públicos. Assim, os dados coletados pela rede de sensores são enviados a uma estação base (servidor) que irá realizar o processamento dos dados monitorados e disponibilizará em tempo real na internet as informações para uma central de operações da Prefeitura ou diretamente à população por meio de um App em dispositivos móveis. Além da disponibilidade dos dados na internet, a estação central é responsável por armazenar e processar os dados oriundos da rede de sensores, aplicando as regras para envio de alertas de deslizamentos aos usuários do App, possibilitando a evacuação prévia de moradores da região.

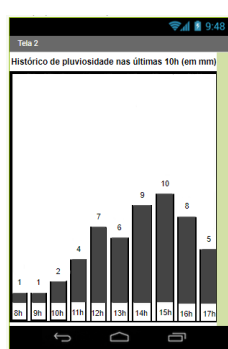
Posteriormente serão configurados limites máximos de valores para umidade do solo e nível pluviométrico, que quando ultrapassados disparam os eventos de alerta sobre a iminência de um deslizamento em determinada localidade, viabilizando a evacuação prévia de moradores da região. Esses valores limites, além do relacionamento entre essas duas métricas e o evento de deslizamento constam como tópicos futuros no prosseguimento do projeto. Apesar da literatura já apontar direções para a utilização dessas métricas, cada solo (ou região do planeta) possui especificidades que necessitam de testes e análise *in loco* para uma melhor acurácia na prevenção de deslizamentos.



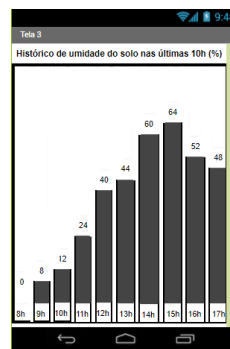
(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

Figura 1. Arquitetura da solução e telas do App.

O canal de comunicação da rede de sensores já foi avaliado e definido, optando-se pelo protocolo *ZigBee* (IEEE 802.15.4) em função de sua eficiência em ambientes subterrâneos e o seu baixo consumo de energia necessário, conforme apontado em

[Silva et al. 2015]. A Figura 1-a apresenta a arquitetura do UnderApp. Apresenta-se também as tela do *App* para monitoramento em tempo real das informações que serão monitoradas pelos sensores (Figura 1-b), o histórico de monitoração das últimas dez horas (Figuras 1-c e 1-d), e o alerta de risco de deslizamento (Figura 1-e). A visão arquitetural da plataforma indica um possível caminho interno para transmissão dos dados na rede de sensores, o encaminhamento dos mesmos por meio de um *Gateway* para a estação central e sua interface com o *App* pela internet.

O padrão IEEE 802.15.4 define a camada Física e a sub-camada MAC dos nós sensores. A depender da distância entre um dado nó sensor (fonte) e o *Gateway*, uma comunicação de múltiplos saltos pode ser necessária, conforme observado na Figura 1-a. Nesse caso, faz-se necessário um protocolo de roteamento, como o AODV (*Ad-hoc On Demand Distance Vector*) [Campista and Rubinstein 2014, Perkins et al. 2003].

### 3. Considerações Finais

A plataforma proposta neste trabalho encontra-se em desenvolvimento, apresentando neste estágio inicial sua arquitetura, o canal de comunicação da rede de sensores e as telas do *App* para visualização dos dados pela população. Em trabalhos futuros pretendemos definir as regras para envio de alertas de deslizamento de encostas no *App*, além de otimizar a quantidade e o posicionamento dos sensores para maximizar a área monitorada e minimizar o consumo de energia sem comprometer a coleta e transmissão dos dados. Conforme mencionado anteriormente, a definição dos valores limites de umidade do solo e índice pluviométrico para disparo do alerta de deslizamento requerem uma análise criteriosa baseada em atividades e testes *in loco*.

Agradecemos à FAPERJ pela bolsa do Programa Jovens Talentos 2018 à aluna Viviane Peixoto, do curso Técnico em Telecomunicações do CEFET/RJ *campus* Petrópolis.

### Referências

- Akyildiz, I. F. and Stuntebeck, E. P. (2006). Wireless underground sensor networks: Research challenges. *Ad Hoc Networks*, 4:669–686.
- Akyildiz, I. F., Su, W., Sankarasubramaniam, Y., and Cayirci, E. (2002). Wireless sensor networks: a survey. *Computer Networks*, 38:393–422.
- Campista, M. E. M. and Rubinstein, M. G. (2014). Advanced routing protocols for wireless networks. *ISTE/Wiley*.
- de Queiroz, G. F., Ferreira, A. E., Ortiz, F. M., Couto, R. d. S., and Costa, L. H. M. (2018). Posicionamento de pontos de acesso sem-fio para segurança de visitantes em parques florestais. In *Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores (SBRC)*, volume 36.
- Melo, R., Santos, A., Nogueira, M., and Mehdi, D. Modelagem e projeto de redes sem fio heterogêneas resilientes e sobreviventes. *Minicursos do XXXI Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos (SBRC)*, pages 1–50.
- Perkins, C., Belding-Royer, E., and Das, S. (2003). Ad hoc on demand distance vector routing (aodv). In *RFC 3561*.
- Silva, L., Neves, S., Pena, J., Aguayo, L., Barreto, A. N. Braga, A. J., and Garcia, L. U. (2015). Comunicações em Minas Subterrâneas. In *XXXIII Simpósio Brasileiro de Telecomunicações*, Brasil.