

## **Análise das áreas de risco a partir de produtos fotogramétricos e dados da Defesa Civil no bairro da Macaxeira – Recife/PE**

Henrique Lacet Silva Souza <sup>1</sup>  
Prof.<sup>a</sup>. Dra. Ana Lucia Bezerra Candeias <sup>2</sup>  
Prof. Dr. Carlos Alberto Borba Schuller <sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Universidade Federal de Pernambuco - UFPE/CTG

Caixa Postal 7800 – 50711-970 - Recife - PE, Brasil

henrique.lacet@hotmail.com; abschuler2000@yahoo.com.br; alcandeias@yahoo.com.br

**Abstract.** The results obtained with the products of aerophotogrammetric survey of 2013 allowed generate a Digital Terrain Model, it is possible to extract information from the slope of Macaxeira neighborhood. The slope information obtained from the MDT, the data associated with Civil Defense Recife-PE from places where there was some sort of slip, allowed to perform an analysis of risk areas, delimiting these areas, classifying irregular buildings under the classes defined previously. These results show the importance for the city of Recife, using alternatives to eliminate or reduce the risk to the population, removing residents from danger areas, applying an effective way to control the use and occupation of land, through supervision and guidelines techniques to provide adequate and safe occupancy of areas susceptible to geologic hazards, and / or hydrology.

**Palavras-chave:** Risk Area, Orthophotos, Digital Terrain Model, Áreas de risco, Ortofotos, Modelo Digital do Terreno.

### **1. Introdução**

O processo de urbanização nas cidades brasileiras tem ocorrido de forma intensa e desigual. A oportunidade de viver com qualidade nas cidades não se apresenta para todos, fazendo com que uma parte da população ocupe espaços inadequados para moradia, oferecendo, por sua vez, riscos à vida. Essas moradias estão sujeitas a deslizamentos e inundações, que estão associados a eventos pluviométricos intensos e prolongados, repetindo-se a cada período chuvoso mais severo.

Decorrentes do despreparo das cidades para receber grandes quantidades de pessoas e absorver as demandas sociais algumas consequências negativas foram possíveis de prever, como o colapso do sistema de transportes, os congestionamentos no trânsito, o aumento de processos erosivos, os assoreamentos dos rios e as inundações causadas pela impermeabilização do solo, a proliferação de habitações subnormais, a ocupação de áreas de proteção ambiental, a precariedade do saneamento básico, a "favelização", o desemprego e a violência, (Araujo, 2005).

De acordo com dados do Plano Municipal de Redução de Risco – PMRR realizado em 2006, 469.332 pessoas ocupavam áreas de morros em Recife, encontrando-se 10.374 pessoas em áreas ameaçadas a desabamentos por ocuparem edificações em setores de risco alto e muito alto. Neste mesmo plano foram identificadas 2.591 edificações ameaçadas em Recife. Visto isso, um Relatório de Auditoria Operacional foi desenvolvido em 2011 através da formalização do processo de Auditoria Especial TC nº 1002037-8, com o objetivo de avaliar se o gerenciamento para minimização dos riscos, realizado pela Coordenadoria de Defesa Civil do Recife – CODECIR vinha diminuindo o número de acidentes por deslizamento de encostas e o número de vítimas ao longo dos últimos anos.

Essa auditoria constatou, entre outros problemas, a deficiência na gestão dos dados para gerenciamento do risco, demora e ou ausência na elaboração de soluções definitivas e deficiências nas ações preventivas. Dessa maneira, para melhoria das ações de prevenções de deslizamentos em encostas da Prefeitura da Cidade do Recife, realizaram levantamentos

aerofotogramétricos para atualizar de forma contínua e sistemática as informações sobre as áreas de risco da realização do PMRR.

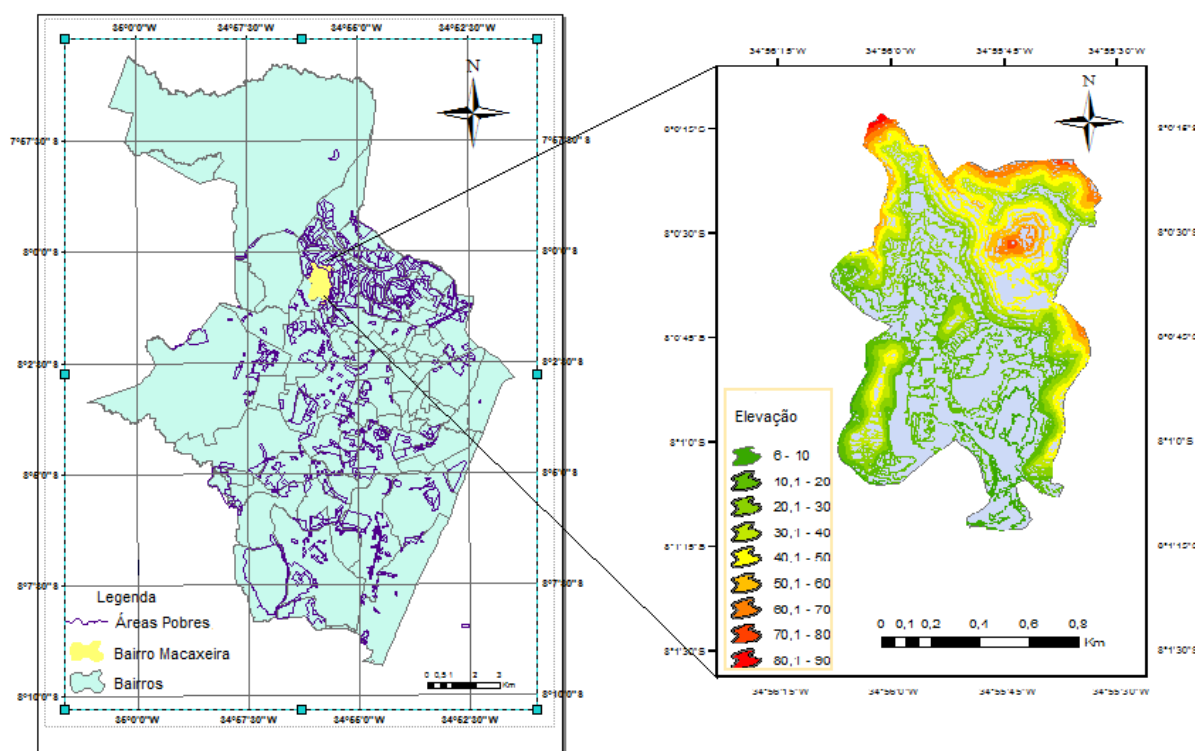
Para atualização dessa cartografia, foi realizado um voo em 2013 utilizando o sistema de Perfilamento a Laser Aerotransportado na aquisição de dados da superfície do terreno e de elementos que se encontram acima deste, de tal forma a obter informações tridimensionais das edificações nas áreas de morro com uma precisão proporcional à do processamento de dados GPS (Global Position System), produtos esses que não tinham sido contemplados na cobertura aerofotogramétrica anterior, em 2007.

Desta forma, o presente artigo tem como objetivo gerar mapa temático e analisar as áreas de riscos a deslizamentos a partir de ortofotos e dados da defesa civil, no qual será elaborado um modelo digital do terreno (MDT), classificando as edificações irregulares, declividade e áreas remanescentes sem ocupação, de acordo com classes pré-definidas.

Neste contexto, considerando toda dinâmica de ocupação do solo ocorrido em Recife nestes últimos anos, espera-se, com a aquisição do novo mapeamento e com um possível cadastro territorial, que ocorra um melhor controle sobre os pontos de risco, facilitando o trabalho de monitoramento emergencial, ocasionando menos vítimas e principalmente uma redução nos custos com medidas emergenciais e paliativas (Junior e Da Silva, 2014).

## 2. Caracterização da área de estudo

A área de estudo é o bairro da Macaxeira localizado no município de Recife-PE com uma área em torno de 124,7934 ha. A figura apresenta a localização espacial do bairro da Macaxeira em relação ao município de Recife. Foi escolhida esta área pela disponibilidade de dados, por ser um bairro que contempla setores com topografia bastante acidentada e por ser uma área considerada pobre pela prefeitura da Cidade do Recife, sendo ocupada de forma desornada pela maioria da sua população.



### 3. Metodologia

#### 3.1 Elaboração do mosaico das ortofotos do bairro da Macaxeira-PE

Através do levantamento aerofotogramétrico realizado em 2013 foram obtido nove ortofotos do bairro da Macaxeira na escala de 1:1000, no qual foi possível elaborar um mosaico dessas imagens para ter cobertura completa do bairro e identificar as edificações irregulares a partir da declividade e dos dados de ocorrência da defesa civil do Recife-PE nos anos de 2005 e 2013.

Segundo Wolf e Dewitt (2000), se uma única foto não contém cobertura suficientemente extensa para servir como um foto-mapa de uma área, um mosaico aéreo pode ser preparado, usando mais de uma foto como pode ser visto na Figura 2.

Logo após da elaboração do mosaico foi possível fazer o recorte apenas do limite do bairro, utilizando o software Arcgis 10. Esse software foi utilizado não apenas para realizar o recorte, mas também em todo o processo metodológico.

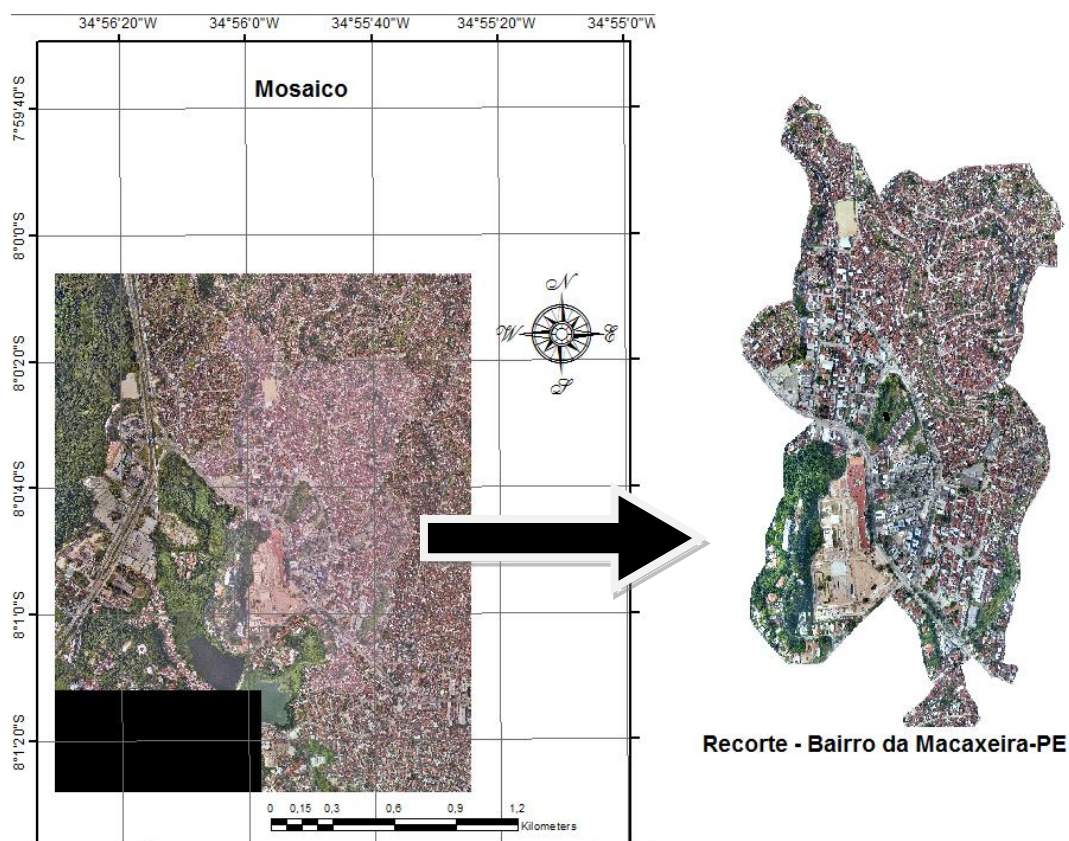


Figura 2. Mosaico e recorte do bairro Macaxeira

#### 3.2 Elaboração do MDT da área de estudo

Após o recorte do mosaico selecionando apenas o bairro da Macaxeira foi possível realizar um modelo digital do terreno para poder extrair informações da superfície como, por exemplo, a declividade da região.

Os modelos digitais de terreno (MDT) são utilizados para se obter informações da superfície em estudo sem ter que trabalhar diretamente com a superfície real (Felgueiras, 1987). São formados por malhas triangulares ou retangulares de valores de altitudes ou de profundidade, em regra estimados a partir de dados originados através de métodos de interpolação espacial (Gaspar, 2005).

O MDT tornou-se muito utilizado, principalmente em Ciências Geodésicas, por permitir

a derivação de diversos produtos tais como mapa de declividade, curvas de nível, cálculo de corte/aterro, visualização 3D (Burrough, 1986).

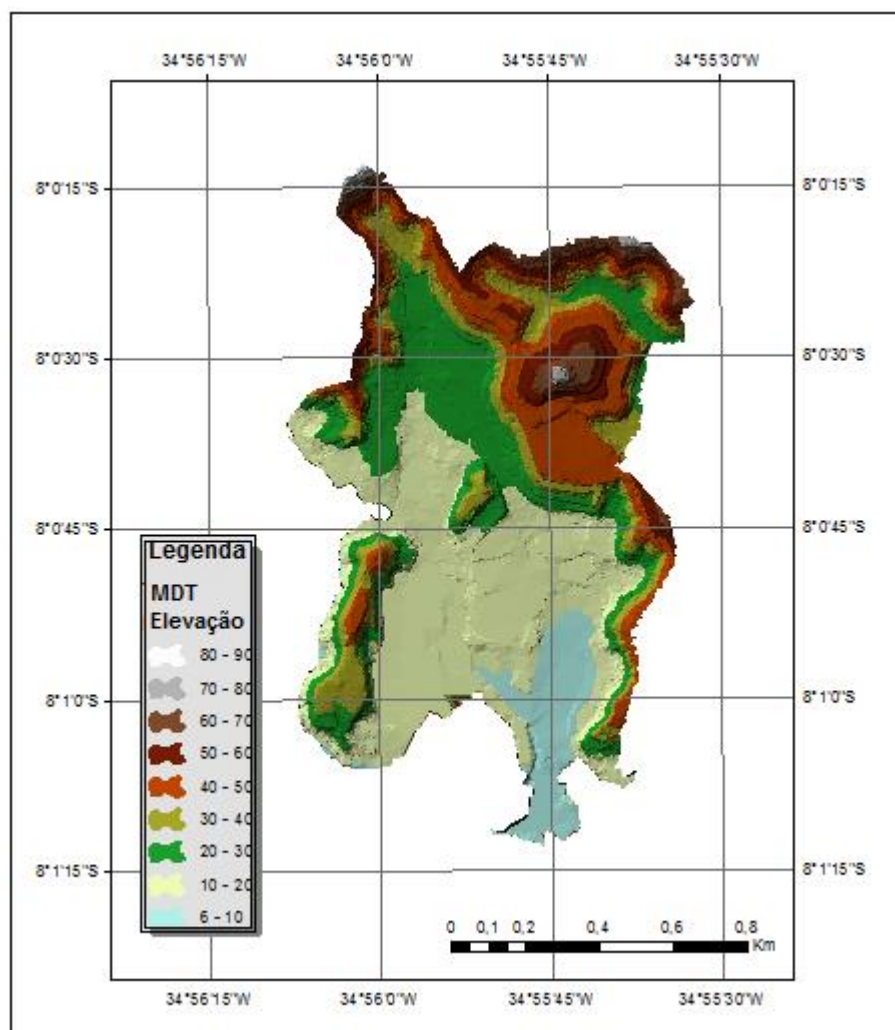


Figura 3. MDT do bairro da Macaxeira

### 3.3 Sobreposição dos dados

A etapa seguinte foi realizar a sobreposição do Modelo Digital do Terreno elaborado, o recorte do bairro da Macaxeira e os dados da defesa civil. Esses dados são provenientes da Defesa Civil do Recife-PE de ocorrências de deslizamentos em 2005 e 2013, que hoje estão sendo monitoradas pela mesma. Além disso, serão gerados alguns gráficos de perfis longitudinais dos pontos mais críticos em relação a numero de ocorrências nos anos de 2005 e 2013.

Um gráfico de perfil representa a variação do fenômeno estudado em função da distância plana percorrida numa trajetória predefinida. Os pontos do perfil são determinados pela intersecção da trajetória com as arestas do modelo digital de terreno. Num mesmo gráfico é possível traçar mais de um perfil para poder compará-los (Felgueiras, 1999).

Com os dados gerados anteriormente será possível analisar e comparar o numero de ocorrência, as áreas mais propicias a deslizamento, quantificando e caracterizando a ocupação urbana no bairro da Macaxeira.

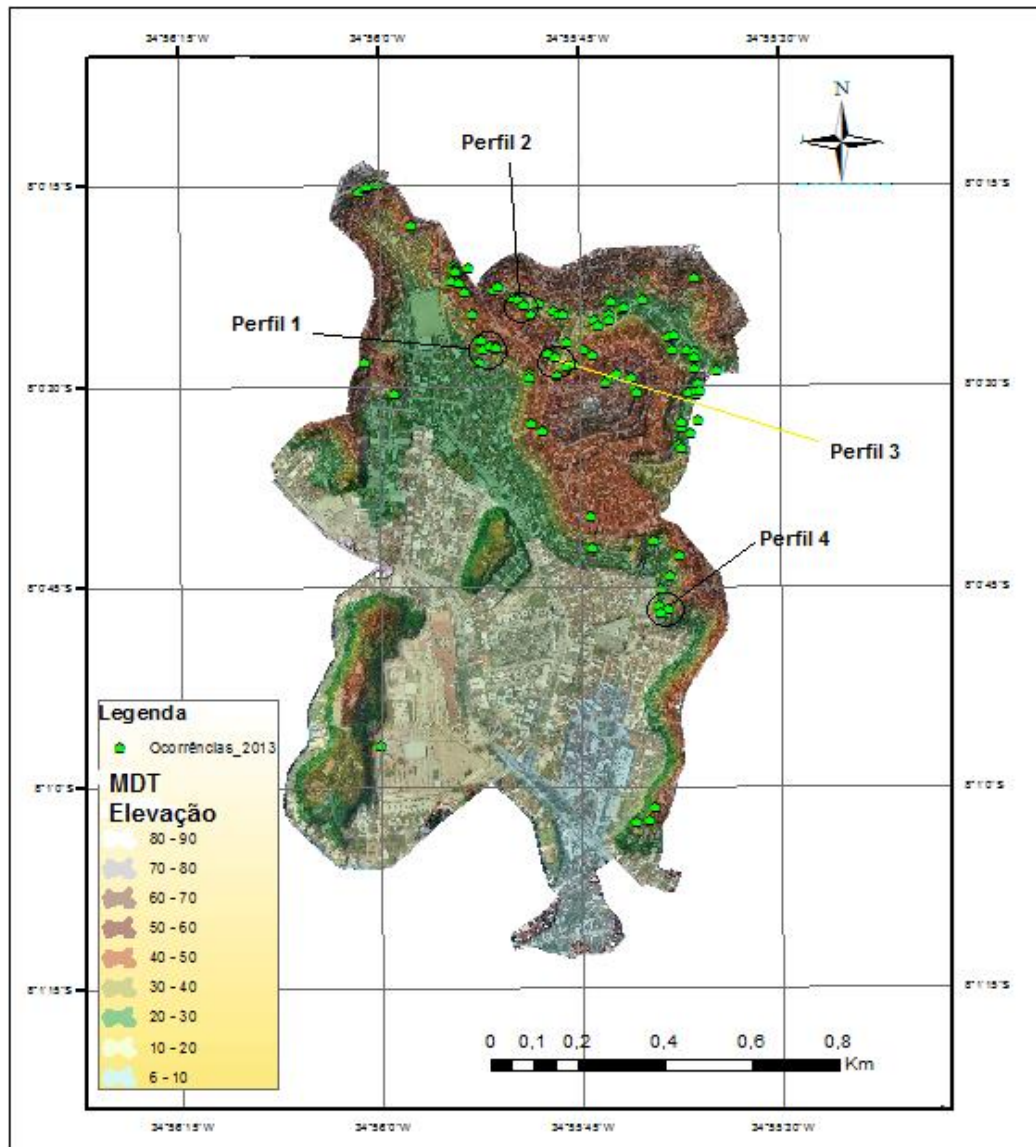


Figura 4. Sobreposição MDT, recorte do bairro da Macaxeira e Dados de 2013 da Defesa Civil

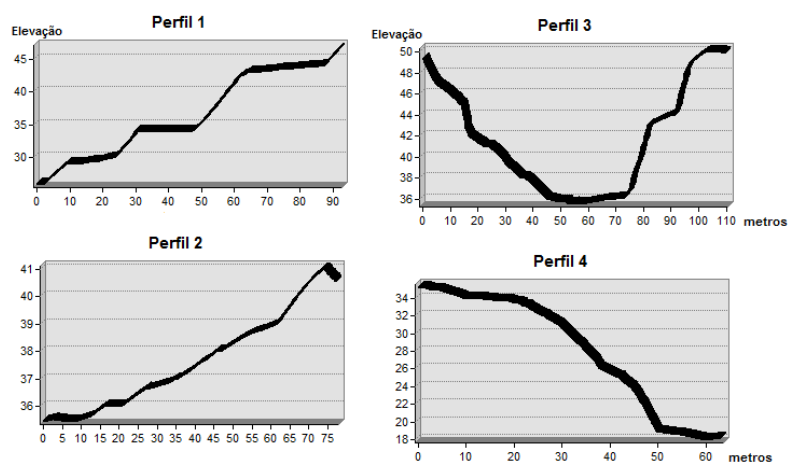


Figura 5. Perfis longitudinais de setores em que houve muita ocorrência de deslizamentos em 2013

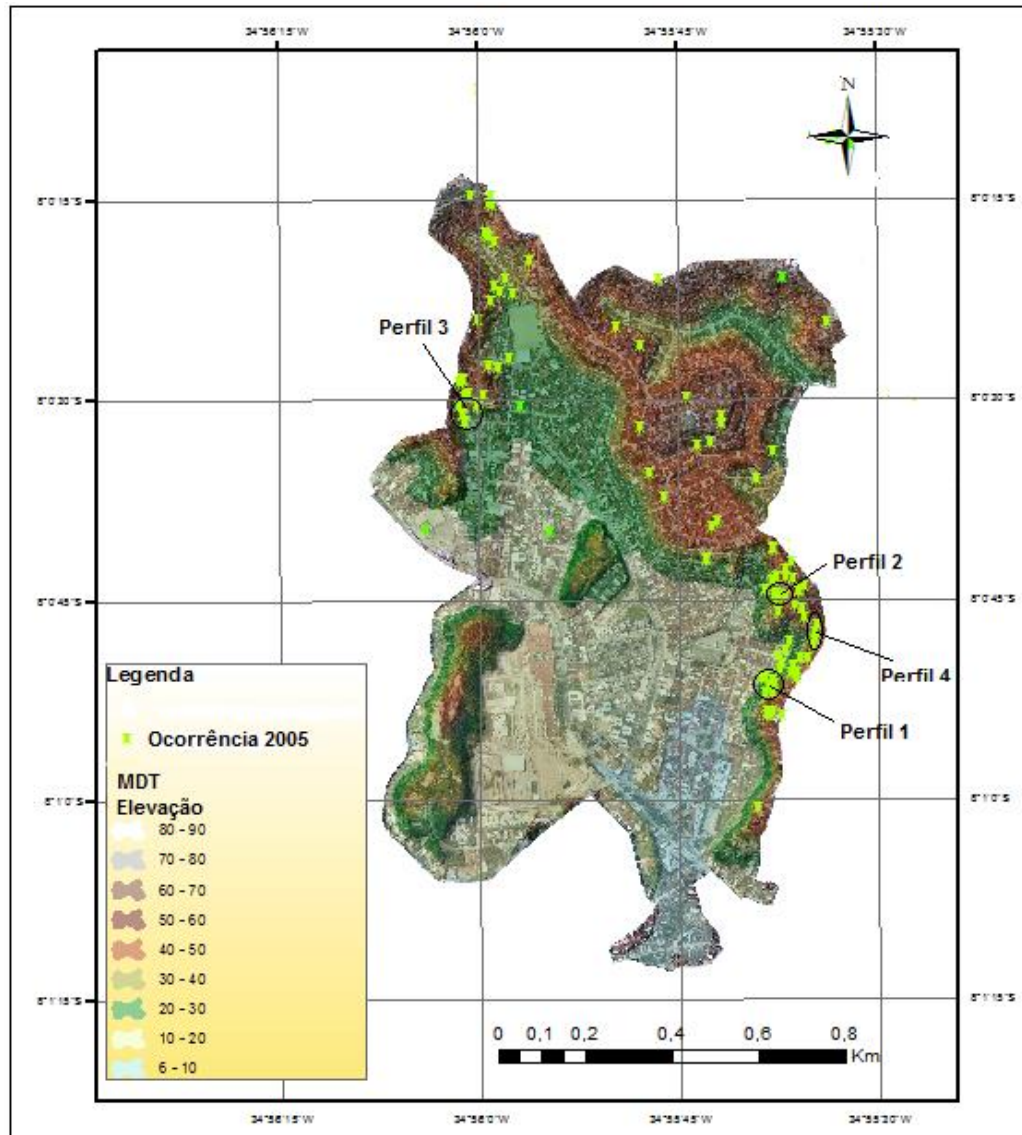


Figura 6. Sobreposição MDT, recorte do bairro da Macaxeira e Dados de 2005 da Defesa Civil

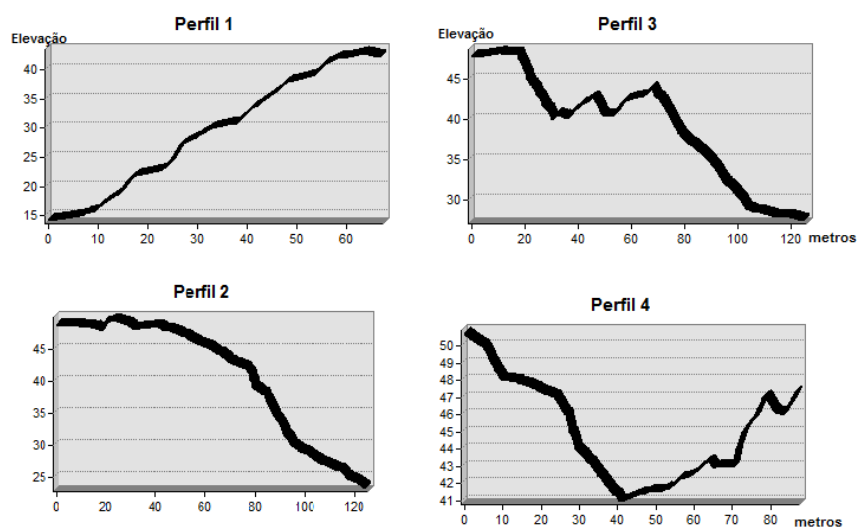


Figura 7. Perfis longitudinais de setores em que houve muita ocorrência de deslizamentos no ano de 2005

#### 4. Resultados e Discussão

Conforme a análise feita após a sobreposição dos dados da Defesa Civil e do Modelo Digital do Terreno, pode-se observar que houve ocorrências em áreas distintas nesses dois anos. Em 2005 as áreas que houve mais ocorrências ficaram situadas na região Noroeste e Leste do bairro da Macaxeira. Já em 2013 a maioria das ocorrências ficou localizada na região Norte e Nordeste.

Foi possível observar que essas áreas afetadas estão localizadas em uma região muito acidentada, como pode ser constatado nas figuras 5 e 7, que expõe perfis longitudinais de alguns pontos críticos do bairro da Macaxeira. Essas regiões de relevo progressivamente mais acidentado com solos mais vulneráveis à erosão vêm sendo ocupado pela população, sem nenhum critério técnico diferenciado, tornando assim áreas de risco para a população.

As ocorrências como os deslizamentos de encostas são fenômenos naturais, que podem ocorrer em qualquer área de alta declividade, por ocasião de chuvas intensas e prolongadas. Ao decorrer do tempo é certo que algum deslizamento vai ocorrer em todas as encostas. No entanto, a remoção da vegetação original e a ocupação urbana tendem a tornar mais frágil o equilíbrio naturalmente precário, fazendo com que os deslizamentos passem a ocorrer cada vez mais frequente.

A figura 8 mostra em mapa temático elaborado a partir da análise feita após a sobreposição dos dados, classificando de acordo com o grau de risco. As áreas de Risco 3 são as que houve muitas ocorrências e com uma alta declividade em toda sua região. As áreas de Risco 2 são as que teve poucas ocorrências e as áreas de Risco 1 são as que não teve nenhum tipo de deslizamento ou desmoronamento, mas por apresentar uma declividade alta precisam ter controle e fiscalização das edificações localizadas nessas áreas, podendo até remanejar os moradores para outras áreas mais seguras.

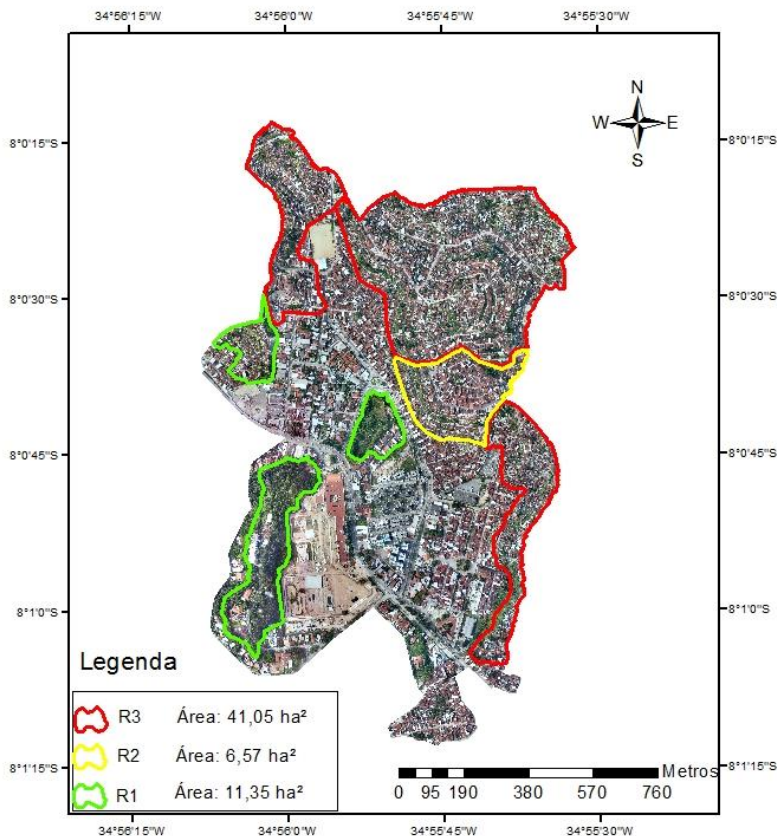


Figura 8. Mapa temático das áreas de risco

## 5. Conclusões

Os resultados obtidos com os produtos do levantamento aerofotogramétrico de 2013 permitiram gerar um Modelo Digital do Terreno, sendo possível extrair informações de declividade do bairro da Macaxeira. As informações de declividade obtidas a partir do MDT, associadas aos dados da Defesa Civil de Recife-PE dos locais em que houve algum tipo de deslizamento, possibilitou realizar uma análise das áreas de risco, delimitando essas áreas, classificando as edificações irregulares de acordo com as classes definidas anteriormente.

Esses resultados mostram a importância para o Município de Recife, de utilizar alternativas para eliminar ou reduzir o risco a população, removendo os moradores das áreas de perigo, aplicando um controle efetivo da forma de uso e ocupação do solo, por meio de fiscalização e diretrizes técnicas que proporcionem uma ocupação adequada e segura de áreas suscetíveis a riscos geológicos e/ou hidrológico.

Vale ressaltar a importância das realizações de atividades para o gerenciamento das áreas de risco, que compreendam a definição, formulação e execução de medidas mais adequadas para serem executadas no sentido de reduzir o risco de acidentes. E os resultados obtidos nos estudos de análise de risco permitem formalizar planos de prevenção de acidentes.

## 6. Referências Bibliográficas

Araújo, L. L. **Avaliação da dinâmica de áreas urbanas ocupadas por assentamentos irregulares utilizando visão estereoscópica por imagens anaglifo**. 2005. 106 p. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, 2005.

Burrough, P. A., **Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment**, Oxford: Clarendon Press, 1986, p.39-56.

Felgueiras, C.A. **Desenvolvimento de Um Sistema de Modelagem Digital de Terreno para Microcomputadores**. 1987. 243p. Dissertação (Mestrado em Computação Aplicada, Instituto de Pesquisas Espaciais), INPE, 1987.

Felgueiras, C.A. **Análises sobre Modelos Digitais de Terreno em Ambiente de Sistemas de Informações Geográficas**. Disponível em: <[www.dpi.inpe.br/~carlos/trab\\_cientific/selper8f.pdf](http://www.dpi.inpe.br/~carlos/trab_cientific/selper8f.pdf)>. Acesso em 29/10/2014. 1999.

Gaspar, J. A. **Cartas e Projeções Cartográficas**. Lisboa – Portugal: Lidel, 2005. 331p.

Junior, A.L.M.S.; Da Silva, M.V. **Levantamento tridimensional de áreas de risco utilizando técnicas de perfilamento a laser: Município de Recife/PE – Brasil**. Congresso Brasileiro de Cartografia, p.02 – 09, 2014.

Tribunal de Contas do Estado de Pernambuco – Avaliação das Ações de Prevenção de Deslizamento em Encostas, 2011.

Wolf, P.; Dewitt, B. **Elements of photogrammetry: With Applications in GIS**, 3edª edição, McGraw-Hill Book Company. USA, 2000.