

Avaliação Espaço-Temporal de áreas de risco entre os anos de 1974 e 2013 a partir de produtos fotogramétricos no bairro da Macaxeira - Recife/PE

Henrique Lacet Silva Souza¹
Keith Tatiene Silva Carvalho¹
Prof. Dr. Carlos Alberto Borba Schuler¹

¹ Universidade Federal de Pernambuco - UFPE/CTG
Caixa Postal 7800 – 50711-970 - Recife - PE, Brasil.

henrique.lacet@hotmail.com; keith1carvalho@gmail.com; cschuler@ufpe.br

Abstract. Nowadays, the increase number of people living at landslides and floods risk area has been one of the negatives features of urbanization and growth process of brazilians cities. The appropriation by real estate market of best areas of city and absence of urbanized areas to popular live forces poor people to live at improper and risk areas. So, this work features the expansion of wrong town occupation in Macaxeira-PE neighborhood starting by soil use and occupation maps prepared trough photogrammetrics data since 1974 to 2013, sorting by irregular buildings, slope and no occupation areas remaining, according predefined kinds. The work result is to set importance of activities realization to management of risk areas, providing right and safe occupation and plans formalization to accidents avoid.

Palavras-chave: Risk area to slip, orthophotos, orthophotoletters, soil use and occupation maps, Área de risco a deslizamento, Ortofotos, Ortofotocartas, Mapa de uso e ocupação do solo.

1. Introdução

O processo de urbanização no Brasil vigora a partir de 1930, passando por uma expansão urbana acelerada e desigual, ocasionado em boa parte pelo êxodo rural, no qual famílias que moravam na zona rural se deslocavam para a zona urbana visando obter condições de vida melhor. Os principais motivos dessa migração em massa eram as oportunidades de emprego que atraíam os moradores do campo e a estratégica de modernização da agricultura no qual, se utilizava cada vez menos mão-de-obra braçal, fazendo com que os trabalhadores excedentes procurassem outra forma de sustento.

Com isso as cidades receberam uma grande quantidade de pessoas, não proporcionando condições sociais para todos, fazendo com que a maioria fosse para o mercado de trabalho informal, habitando áreas impróprias e de risco tais como encostas de morros e áreas alagadiças, como única forma de habitar nas grandes metrópoles. Assim, houve um aumento do número de habitações irregulares, suscetíveis a inundações e deslizamentos de terra, caracterizadas pela concentração de uma população mal remunerada, sem infraestrutura básica para o seu crescimento e por condições precárias de habitabilidade e salubridade. Com a falta de apoio dos sistemas financeiros formais, os assentamentos irregulares foram aumentando em terrenos inadequados, conhecidas como áreas de risco e passíveis de tragédias, principalmente em períodos chuvosos (ARAUJO, 2005).

O Estatuto das Cidades (Lei 10.257/2001) definiu diretrizes gerais para a política urbana, apresentando uma série de ferramentas que visam assegurar o direito às “cidades sustentáveis”. Este estatuto determina que a política pública urbana seja norteadada com o objetivo de ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana (ALMEIDA, CÂMARA e MONTEIRO, 2007). Desta forma, torna-se clara a importância da aquisição de informações acerca da evolução espaço-temporal de áreas urbanas, tendo como finalidade a geração de informações precisas para auxiliar na tomada de decisão relativa à gestão urbana. A partir de uma gestão urbana eficiente é possível implantar melhorias socioambientais e evitar ou minimizar os desastres em áreas de risco.

Foram constatados nos últimos anos pela Coordenadoria de Defesa Civil do Recife, órgão responsável pela fiscalização e controle de desastres por deslizamentos de encosta, problemas

relacionados a gestão de dados para gerenciamento do risco e de medidas preventivas. No entanto, para melhoria das ações de prevenções de deslizamentos em encostas da Prefeitura da Cidade do Recife, foram realizados, em 2013, levantamentos aerofotogramétricos e 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 (SOUZA et al., 2015).

Desta forma, o presente artigo tem como objetivo quantificar as áreas degradadas, as passíveis de degradação e de possíveis desastres, avaliando a dinâmica da expansão de áreas de risco devido à expansão da ocupação urbana irregular no bairro da Macaxeira-PE, no qual serão utilizados dados fotogramétricos de 1974 a 2013 adquiridos junto ao CONDEPE/FIDEM e a Prefeitura do Recife/PE.

2. Caracterização da área de estudo

De acordo com SILVA (2014), baseado no relatório de ocorrências do período de 2013 da Defesa Civil do Recife foram registradas 192 ocorrências de processos de instabilidade de encostas; dessas (31,2%) ocorreram na região norte, (28,3%) na região sul, (17,3%) na região noroeste, (13%) na região nordeste e (10,1%) na regional oeste. As regiões norte e sul totalizaram aproximadamente 60% dos registros das ocorrências, mostrando áreas com alta susceptibilidade aos fenômenos de instabilidade em encostas. A Figura 1 mostra o gráfico do número de ocorrências registradas pela Defesa Civil.

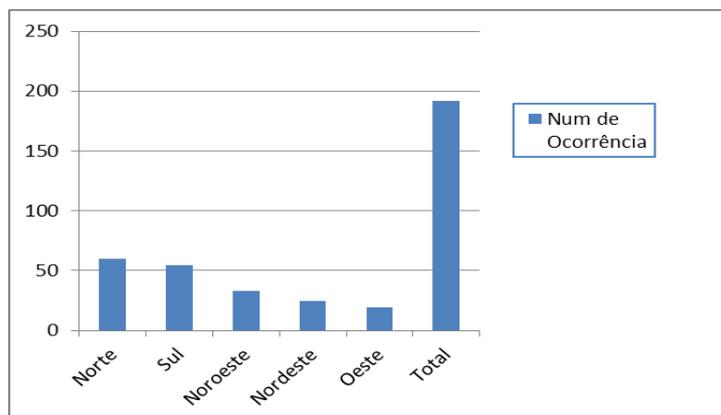


Figura 1: Número de ocorrências em Recife registrada em 2013 pela Defesa Civil

A área de estudo, parte do bairro da Macaxeira-PE, está localizada ao norte de Recife/PE. Indicada na figura 2 compreende uma área que contempla setores com topografia bastante acidentada, no qual predomina uma geologia de formação de barreiras e por ser uma área considerada pobre pela prefeitura da Cidade do Recife, sendo ocupada de forma desordenada pela maioria da sua população.

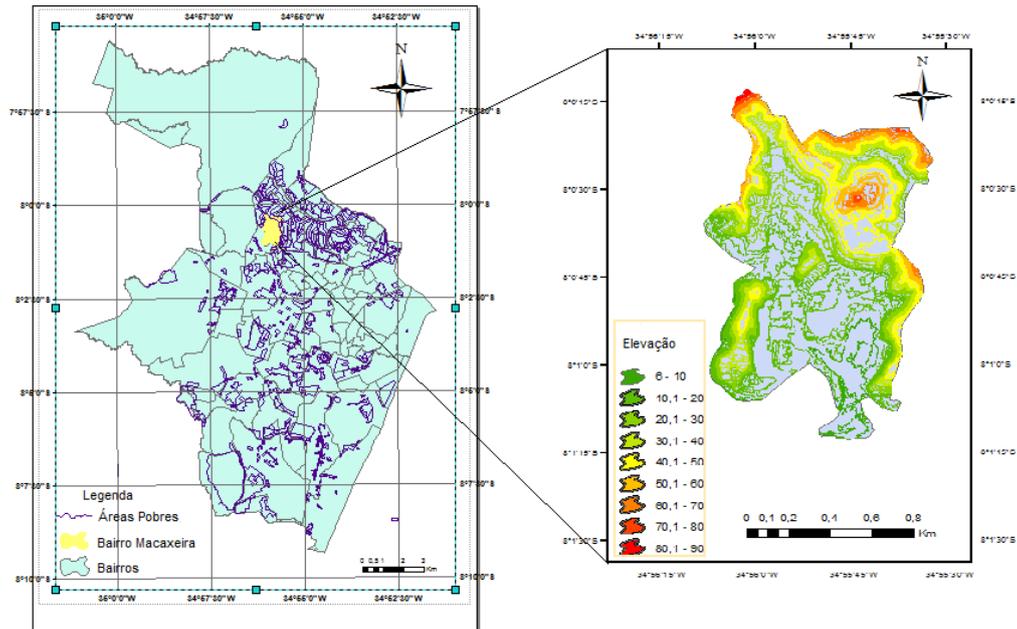


Figura 2. Mapa de localização da área de estudo

O bairro da Macaxeira-PE limita-se com os bairros: Córrego do Jenipapo, Nova Descoberta e Apipucos, possuindo uma área territorial de 125 há, com uma população residente em torno de 19.282 habitantes e densidade demográfica de 154,27 hab/ha. A geologia predominante é a formação barreiras, com grande extensão de encostas.

3. Metodologia

O processo metodológico ficou dividido em: (1) reconhecimento da área de estudo; (2) levantamento e aquisição dos dados disponíveis para o período de 1974 a 2013, intervalo esse predefinido pela disponibilidade de dados e que possuía qualidade posicional, geométrica e visual; (3) consolidação dos dados primários e secundários em relação às áreas de risco. Esses dados primários foram todos os dados fotogramétricos e cartográficos para o período de 1974 a 2013, adquiridos para realização do trabalho. Já os dados secundários são dados vetoriais no formato *shapefile* da RMR para o ano de 2005: formação geológica, hidrografia, relevo e mapeamento de áreas de risco a deslizamentos agrupadas nas classes R1, R2, R3 e R4 fornecidos pela Prefeitura do Recife; dados vetoriais no formato *shapefile* da RMR para o ano de 2013: curvas de nível com equidistância de 5 metros, sistema viário, pontos cotados e hidrografia fornecidos pela Prefeitura do Recife; e dados da defesa civil de ocorrências de algum tipo de deslizamento de terra nos anos de 2005 e 2013; (4) interpretação dos registros da área de estudo nas ortofotos e ortofotocartas.

Segue abaixo as etapas desenvolvidas no trabalho:

I. Reconhecimento da área de estudo

Área de estudo: Foram estabelecidas áreas de encostas, localizadas no bairro da Macaxeira no município do Recife/PE, identificadas nos produtos fotogramétricos, passíveis de risco ou desastres em função, principalmente, das características de declividades acentuadas, qualificando-as entre os tipos de baixo risco (R1) até risco muito alto (R4), conforme preconizado pelo Ministério das Cidades.

II. Levantamento dos dados

Aquisição dos dados primários: Foram adquiridos ortofotocartas digitais e cartas temáticas dos anos de 1975 e 1986 na escala 1:10.000, ortofotos georreferenciadas de 2007 e 2013 na escala 1:1.000. Esses dados foram utilizados para obtenção das informações básicas da pesquisa onde foram homogeneizados, empregando o Sistema de Referência Datum SIRGAS 2000, Sistema de projeção UTM e fuso 25 Sul. Para homogeneização dos produtos cartográficos foi necessário georreferenciar as ortofotocartas da série temporal de 1975 e 1986 para o Sistema Geodésico de Referência SIRGAS 2000. Para realizar este georreferenciamento foi utilizado o software ArcGis, onde foram relacionadas as coordenadas da imagem (linhas e colunas) com as coordenadas geográficas (latitude e longitude), produzindo um plano de coordenadas geográficas a imagem raster. Foi utilizado como modelo matemático, o polinômio de primeiro grau por se tratar de ortofotocartas representadas em um sistema plano, no qual foram utilizados como pontos de controle os quatro pontos extremos da ortofotocarta de modo a minimizar as distorções para a etapa da mosaicagem.

Como parâmetro de qualidade da etapa de georreferenciamento dos produtos cartográficos foi utilizado o indicador do Erro Médio Quadrático (Root Mean Square - RMS). Esse indicador é uma forma de avaliar a diferença entre um estimador e o verdadeiro valor da quantidade estimada, onde quanto menor a diferença (o valor do RMS) melhor será o georreferenciamento, tendo como limite máximo de erro permitido, para a escala de 1/10.000, o valor de 5 metros. Os resultados obtidos do RMS foram: ortofotocarta 81-55 de 1986, 0,65918, ortofotocarta 81-50 de 1986, 0,43948, ortofotocarta 81-55 de 1975, 0,16893 e a ortofotocarta 81-50 de 1975, 0,20132.

Para as ortofotos obtidas da série temporal de 2007 e 2013 não foi necessário georreferenciar, pois já foram adquiridas georreferenciadas ao Sistema Geodésico de Referência SIRGAS 2000.

Após o georreferenciamento das ortofotocartas foi necessário realizar um recorte na imagem utilizando a ferramenta CLIP do software ArcGIS para obter apenas a área de interesse de cada produto cartográfico, pois essas ortofotocartas são constituídas por legendas, carimbos, margens, áreas gráficas que foram retiradas para posteriormente mosaicar.

Para unificar imagens digitais separadas em uma única imagem recobrando toda a área de estudo, foi realizado a operação mosaicagem (Figura 3) utilizando a ferramenta *Create Mosaic Dataset* no software ArcGIS, obtendo desta forma os mosaicos para cada serie temporal: 1975, 1986, 2007 e 2013.

Após a obtenção dos mosaicos foi realizado mais um recorte utilizando, como referência, um *shapefile* da área de estudo utilizando a mesma ferramenta *CLIP* do software ArcGIS. Esse recorte foi feito para cada serie temporal: 1975, 1986, 2007 e 2013.

III. Consolidação dos dados primários e secundários em relação às áreas de risco

Validação dos produtos fotogramétricos (dados primários) em relação à propriedade espaço-temporal em áreas de risco de encostas, ou seja, verificação da viabilidade da aplicação dos dados primários e secundários na identificação de ocorrências de áreas de risco em encostas nas áreas de estudo.

IV. Interpretação das áreas de estudo e elaboração de mapa temático na escala de 1:1000

Etapa da definição dos aspectos quantitativos e qualitativos, obtidos através da interpretação das ortofotocartas, onde foram realizada a mensuração e classificação das edificações irregulares, declividade e áreas remanescentes sem ocupação, de acordo com classes pré-definidas (Área construída, vegetação arbórea, vegetação rasteira, sistema viário,

solo exposto) e tabuladas para comparação entre os produtos fotogramétricos obtidos no período de 1974 a 2013.

A definição do mapeamento de uso e ocupação do solo dependeu essencialmente de imagem digital das ortofotocartas para classificação dos dados, levando-se em consideração elementos de fotointerpretação como: cor, textura, forma, agrupamento, tamanho, sombreamento, tonalidade, entre outros. Desta forma foram definidas áreas de uso e designados atributos numéricos para cada classe de acordo com o período analisado nos produtos fotogramétricos, determinando áreas da expansão urbana em áreas de risco e passíveis de desastres.

V. Análise dos resultados

Foram analisados todos os produtos obtidos nas etapas anteriores

4.Resultados e Discursões

Para a elaboração dos mapas de uso e ocupação do solo da série temporal de 1975 a 2013, foi elaborado um banco de dados espaciais e através da interpretação de imagens foi possível identificar as feições geográficas, vetorizando a partir das classes pré-definidas. A delimitação das classes nas imagens foi feita por meio digital, pela vetorização em tela de polígonos irregulares, utilizando o software ArcGIS.

Segundo Pina e Santos (2000), existem três formas para realizar o processo de vetorização: a manual, semiautomática ou automática. Nessa pesquisa foi utilizado o processo de vetorização manual, representando as feições.

Na figura abaixo foi sobreposta às áreas de riscos classificadas em R1 a R4 junto com a classificação de uso e ocupação do solo, onde foi possível observar que nas áreas de risco R1, R2 e R3 concentram-se uma grande extensão de área construída e pouca presença de vegetação. Já as áreas de riscos classificadas em R4 predomina uma área com vegetação rasteira, com presença também de vegetação arbórea.

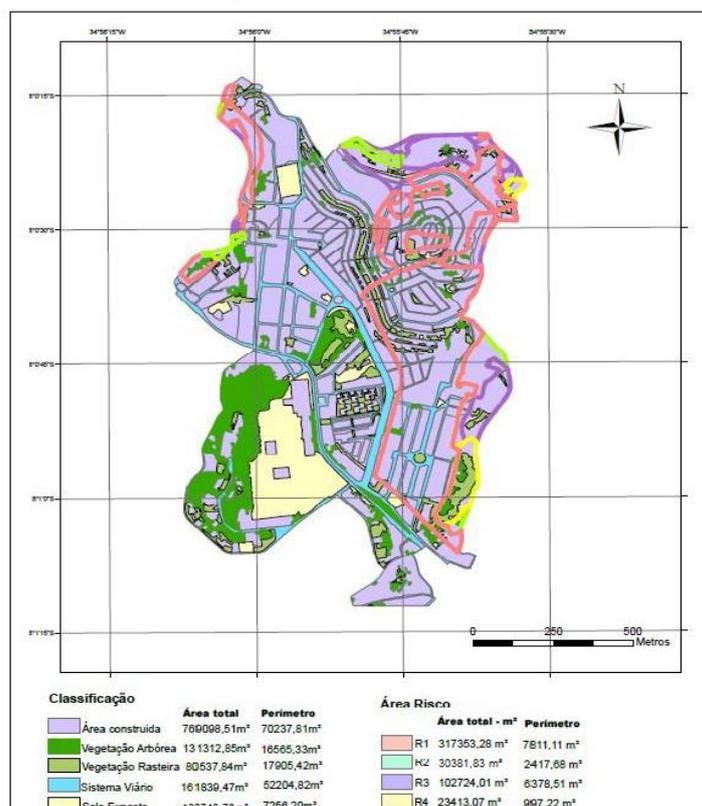


Figura 3: Sobreposição das áreas de risco no bairro da Macaxeira-PE,2013

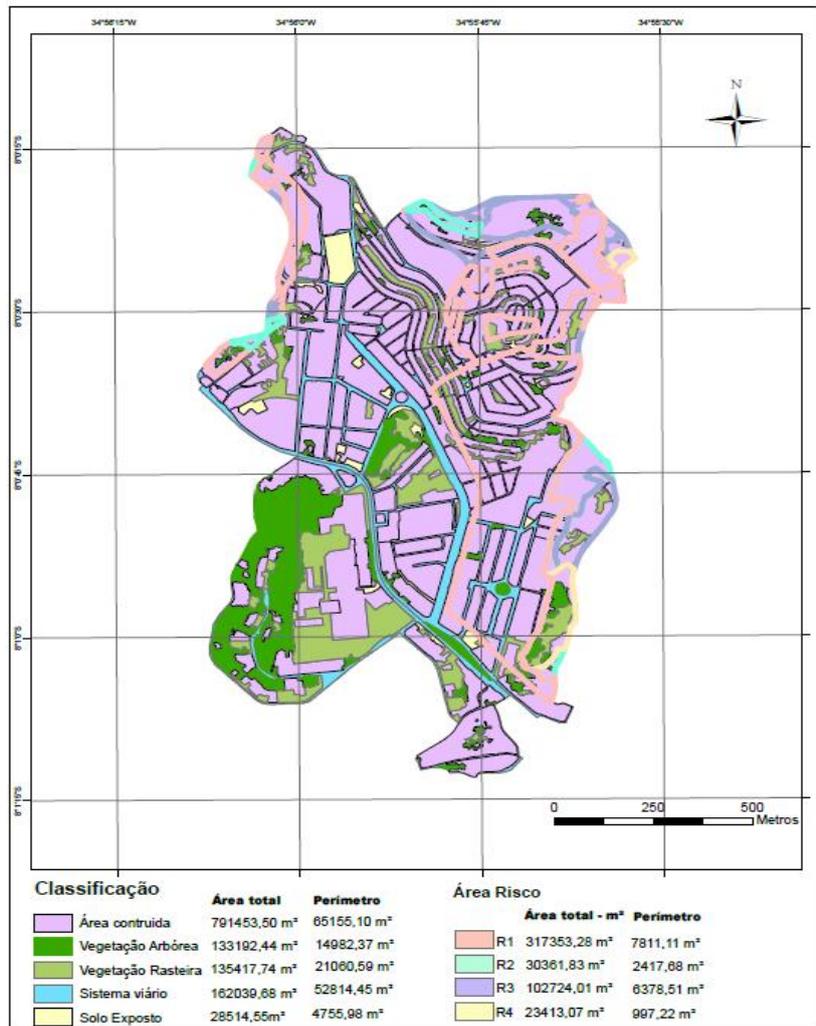


Figura 4: Sobreposição das áreas de risco no bairro da Macaxeira-PE, 2007

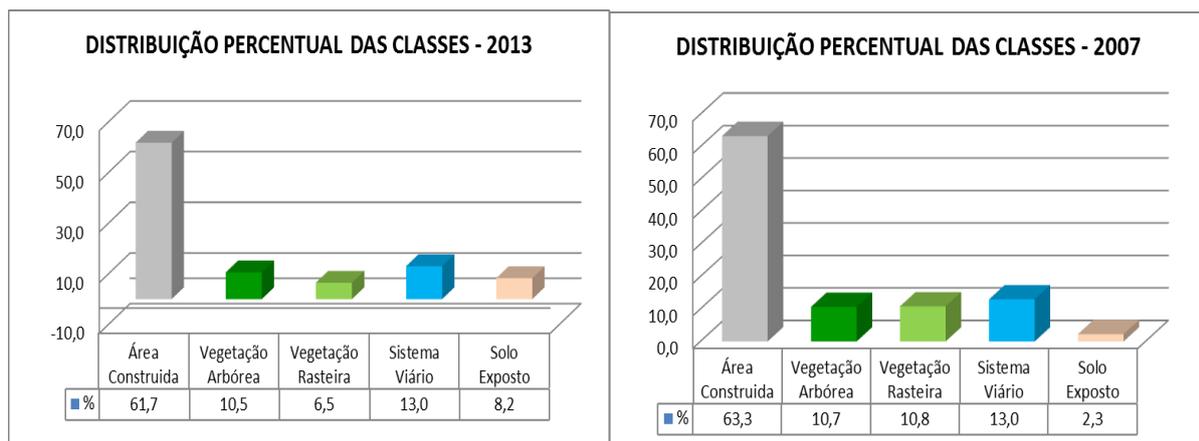


Figura 5: Percentual das classes de uso e ocupação do solo, 2013 e 2007

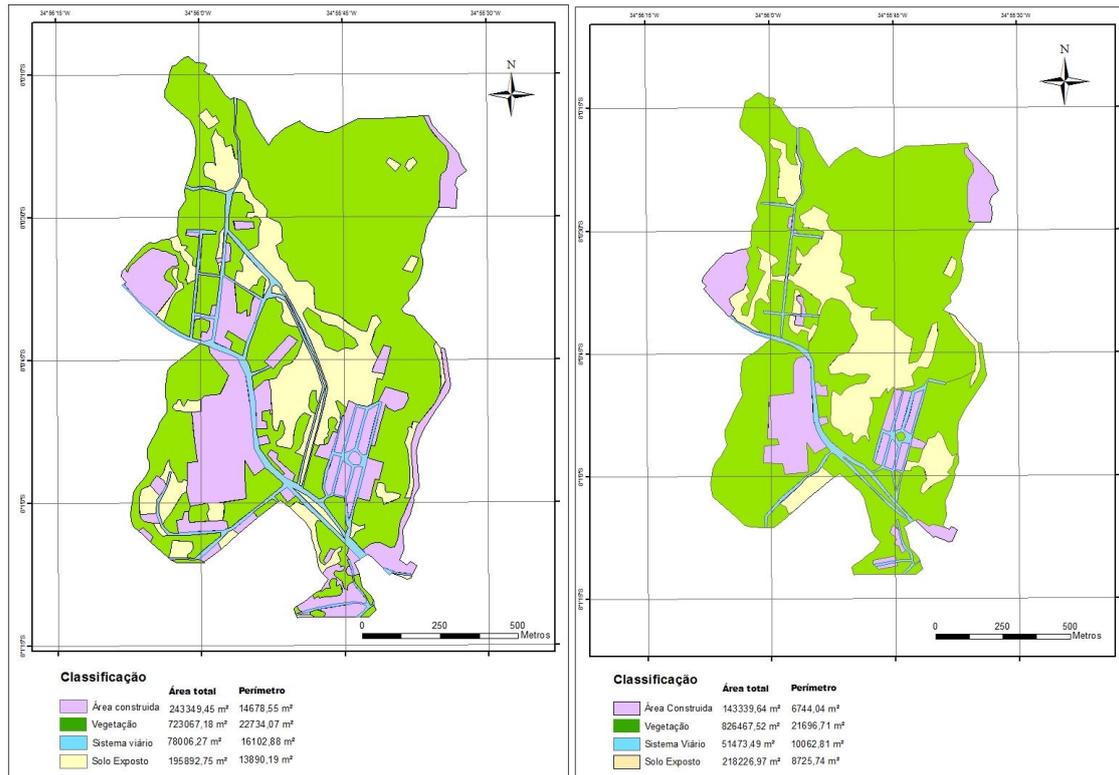


Figura 6: Mapa de uso e ocupação do solo do bairro da Macaxeira, 1986 e 1975

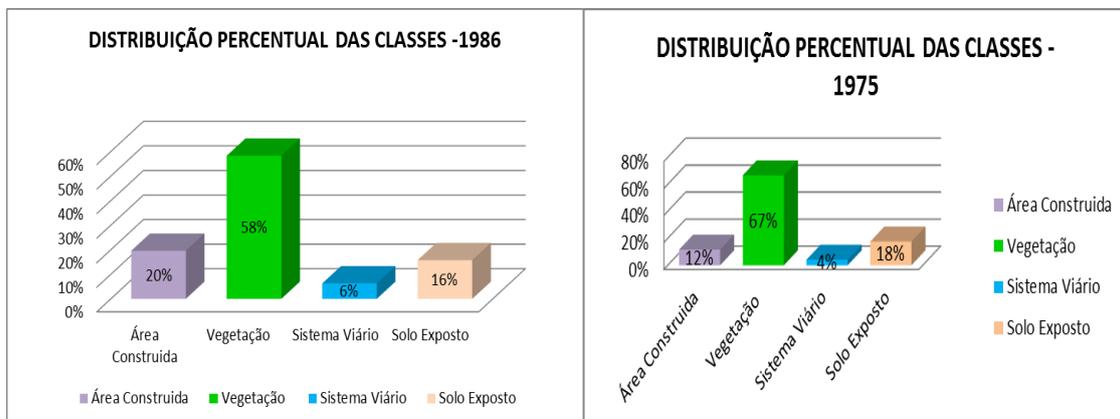


Figura 7 Percentual das classes de uso e ocupação do solo, 1986 e 1975.

Tanto os mapas quanto os gráficos serviram como base para análise comparativa do uso e ocupação do solo no bairro da Macaxeira-PE ao longo dos anos entre 1975 a 2013. A seguir a tabela mostra as classes de uso e ocupação do solo do bairro Macaxeira-PE para série temporal de 1975 a 2013.

Tabela 1: Classes de uso e cobertura do solo da área para os anos de 1975, 1986, 2007 e 2013.

CLASSES	2013		2007		1986		1975	
	Área Total (m ²)	%	Área Total (m ²)	%	Área Total (m ²)	%	Área Total (m ²)	%
Área Construída	769098,51	61,7	791453,5	63,3	243349,45	20	143339,64	12
Vegetação	211850,69	17,0	268610,18	21,5	723067,18	58	826467,52	67
Sistema Viário	161839,47	13,0	162039,68	13,0	78006,27	6	51473,49	4
Solo Exposto	102748,76	8,2	28514,55	2,3	195892,75	16	218226,97	18

Após análise da tabela acima, dos mapas e os gráficos elaborados, observa-se um aumento da área urbana e do sistema viário, e uma diminuição da vegetação, principalmente entre os anos de 1986 e 2007. Conclui-se, que nessa época houve uma grande expansão urbana caracterizada principalmente pelo êxodo rural no qual famílias que moravam na zona rural deslocavam para a zona urbana visando obter condições de vida melhor.

Foi possível analisar também que o passar dos anos essas áreas de risco vêm sendo ocupadas, sem nenhum critério técnico diferenciado, tornando assim áreas de risco para a população. Nas regiões norte e nordeste do bairro da Macaxeira-PE localizam-se, hoje a maior área de risco. Essa região em sua maior parte da sua superfície predomina áreas urbanas apresentando uma declividade alta. Por concentrar em sua maior parte algum tipo de edificação precisam de um controle e fiscalização por parte do Município de Recife-PE, especialmente do órgão Municipal da Defesa Civil que necessita ser bem estruturado para atuar diretamente nessas áreas, minimizando desastres maiores

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 com mais frequência.

5. Conclusões

Esses resultados obtidos após a elaboração dos mapas de uso e ocupação do solo ao longo dos anos mostram a importância de utilizar alternativas para eliminar ou reduzir o risco a população como, por exemplo, a remoção dos 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.

Através desta pesquisa foi possível constatar a importância dos mapas de uso e ocupação do solo com o uso de tecnologias, especialmente a fotogrametria e o geoprocessamento, mostrando o crescimento populacional nessas áreas de risco, principalmente entre 1986 e 2007. É de extrema importância para que medidas sejam adotadas, de curta e longa duração, planejadas para salvar vidas e limitar os danos que podem ser causados.

6. Referências Bibliográficas

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

Almeida, C. M.; Câmara, G.; Monteiro, A. M. V. **Geoinformação em urbanismo: cidade real x cidade virtual**. São Paulo: Oficina de textos, 2007. 368p.

Silva, M. V. **Avaliação da qualidade planimétrica de dados Lidar em duas áreas urbanas no município do Recife/PE**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG.Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, 2014.

Souza, H. L. S.; Candeias, A. L. B.; Schuler, C. A. B. **Análise das áreas de risco a partir de produtos fotogramétricos e dados da Defesa Civil no bairro da Macaxeira – Recife/PE**. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR). João Pessoa –PB, 2015. Anais Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, INPE, João Pessoa, p.2141 – 2148. Disponível em: < <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/files/p0432.pdf>>. Acesso em: 24 de julho de 2015.