

## **Avaliação multitemporal dos setores de risco inseridos nas microrregiões do Jordão e Ibura, Recife - PE**

André Pinto Rocha <sup>1,2</sup>  
Carlos Alberto Borba Schuler <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Pernambuco - UFPE  
Av. Prof. Moraes Rego, 1235 – Cidade Universitária, Recife - PE, Brasil, CEP 50670-901  
andre\_pinto29@hotmail.com; abschuler2000@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Instituto Federal de Alagoas - IFAL (Campi Coruripe)  
Rua Profª. Maria Petrucia dos Santo, s/n – Zequinha Azevedo, Coruripe – AL, Brasil,  
CEP 57230-000  
andre.pinto@ifal.edu.br

**Abstract.** For the application of efficient public policies oriented to urban planning it is necessary to understand the use and occupation of land, in this context, the evaluation space-time becomes an important tool, because it allows the monitoring of the transitions and identifying trends of classes use and land cover. This article presents results of multitemporal assessment, developed from digital orthophotos at scale 1:2.000 of the period of 2007 and 2013 to evaluate the use dynamics and land use in the microregions of Jordão and Ibura, Recife-PE.

**Palavras-chave:** aerofotogramétrica cobertura, uso e ocupação do solo, monitoramento multitemporal, áreas de risco.

### **1. Introdução**

A expansão da mancha urbana sem controle produz distorções intensas na composição da paisagem, gerando diversos passivos, como a degradação dos recursos naturais, o agravamento e elevação dos setores de áreas de risco, entre outros. O censo do IBGE (2010), aponta a Região Metropolitana do Recife como o maior aglomerado urbano norte-nordeste, tendo Recife como município núcleo com maior percentual e densidade de setores com aglomerados subnormais.

De acordo com o censo do IBGE (2010), a microrregião do Ibura possui uma população de 50.617 habitantes, correspondendo a 3,29% da população do Recife, com uma superfície territorial de 10,19 Km<sup>2</sup>. Além disso, possui uma densidade demográfica de 4.972,20 hab/Km<sup>2</sup>, com uma taxa média geométrica de crescimento anual da população (2000/2010) de 1,48%. A microrregião do Jordão possui uma população de 20.777 habitantes, correspondendo a 1,35% da população do Recife, com uma superfície territorial de 1,56 Km<sup>2</sup>. A mesma possui uma densidade demográfica de 13.150 hab/Km<sup>2</sup>, com uma taxa média geométrica de crescimento anual da população (2000/2010) de -0,49%.

Segundo o relatório PMRR (2006), Recife possui uma composição territorial dividida em 67,43% de morros, 23,26% de planícies, 9,31% de aquáticas e 5,58% de Zonas Especiais de Preservação Ambiental (ZEPA), tendo a classe de morros a predominância de média e alta declividade. Este trabalho visa a utilização de geotecnologias para o monitoramento multitemporal da área urbana nos setores de risco inseridos nas microrregiões de Ibura e Jordão no Recife-PE.

### **2. Metodologia de Trabalho**

#### **2.1. Áreas de risco - Recife**

O mapeamento de áreas sujeitas a acidentes de deslizamentos, erosão, inundações e apresentação de soluções técnicas para a sua mitigação, focando na redução do risco ambiental, foi obtida do Plano municipal de redução de riscos em assentamentos precários do

município do Recife (PMRR - Recife) (Tab. 1), elaborado em 2006, através do programa de “Urbanização, Regularização e Integração de Assentamentos Precários” vinculados ao Ministério das Cidades, oferecido como ferramenta de apoio aos estados, Distrito Federal e municípios no desenvolvimento e implantação de programas de prevenção e erradicação de riscos em assentamentos precários (favelas, loteamentos irregulares, alagados, etc.).

Tabela 1. Setor de risco - Recife.

Grau de Risco	Probabilidade de ocorrência
R1 Baixo a inexistência	Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (declividade, tipo de terreno) e o nível de intervenção no setor são de baixa potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos. Não se observa(m) evidência(s) de instabilidade. Não há indícios de desenvolvimento de processos de instabilização de encostas e de margens de drenagens. É a condição menos crítica. Mantidas as condições existentes, não se espera a ocorrência de eventos destrutivos no período de um ano.
R2 Médio	Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (declividade, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de média potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos. Observa-se a presença de alguma(s) evidência(s) de instabilidade (encostas e margens de drenagens), porém incipiente(s). Processo de instabilização em estágio inicial de desenvolvimento. Mantidas as condições existentes, é reduzida a possibilidade de ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período de 1 ano.
R3 Alto	Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (declividade, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de alta potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos. Observa-se a presença de significativa(s) evidência(s) de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, etc.). Processo de instabilização em pleno desenvolvimento, ainda sendo possível monitorar a evolução do processo. Mantidas as condições existentes, é perfeitamente possível a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período de 1 ano.
R4 Muito Alto	Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (declividade, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de muito alta potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos. As evidências de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, trincas em moradias ou em muros de contenção, árvores ou postes inclinados, cicatrizes de escorregamento, feições erosivas, proximidade da moradia em relação à margem de córregos, etc.) são expressivas e estão presentes em grande número ou magnitude. Processo de instabilização em avançado estágio de desenvolvimento. É a condição mais crítica, sendo impossível monitorar a evolução do processo, dado seu elevado estágio de desenvolvimento. Mantidas as condições existentes, é muito provável a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período de 1 ano.

## 2.2 Área de estudo

A área de estudo é formada pelos setores de risco inseridos nas microrregiões Jordão e Ibura, situados no município do Recife (Tab. 2), localizadas entre as coordenadas UTM 9.102.483,792 mN e 285.266,040 mE e, 9.099.711,3369 mN e 287.797,983 mE com uma área de 1.346.732,21 m<sup>2</sup> correspondendo a 0,62% do município do Recife (Fig. 1).

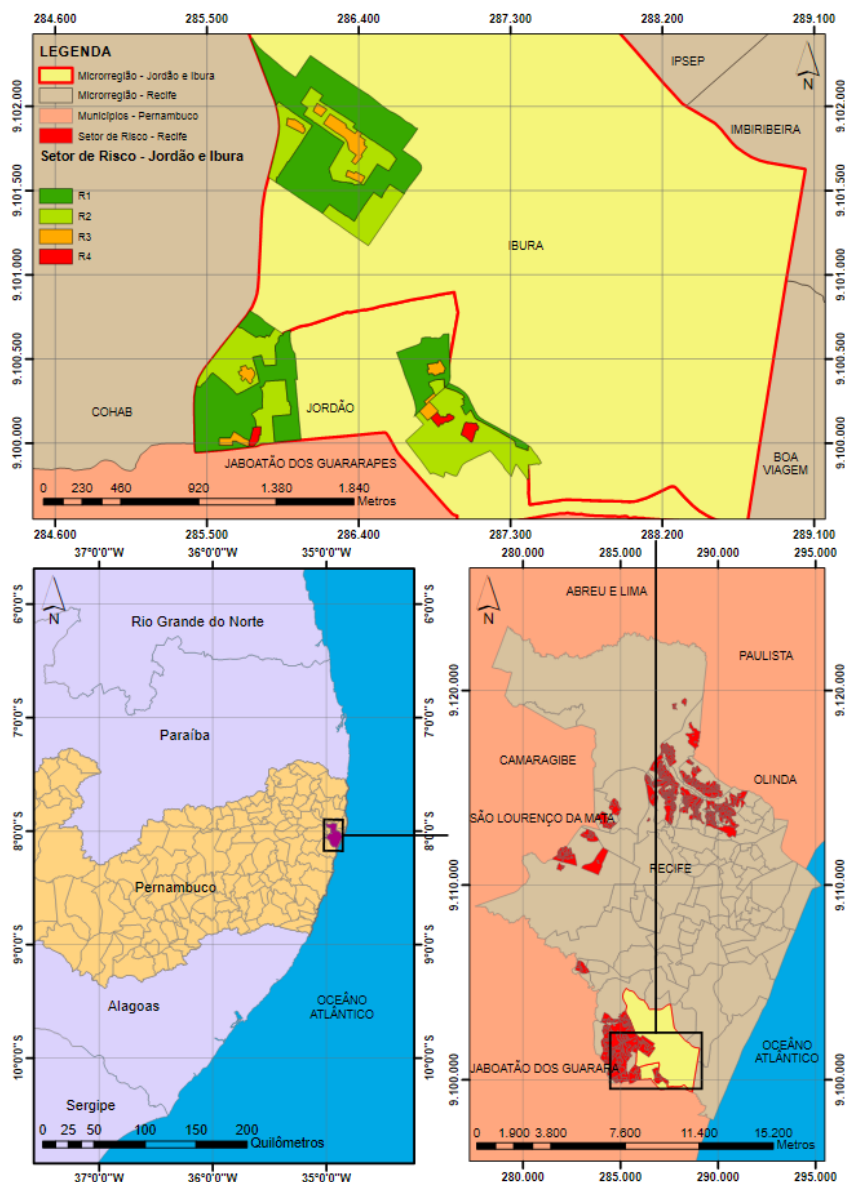


Figura 1. Setor de risco, inseridos nas microrregiões do Jordão e Ibura, Recife-PE.

Tabela 2. Setor de risco - características geométricas e quantitativas.

Risco	Edificações	Área		Perímetro (m)
		(m <sup>2</sup> )	(ha)	
R1	2420	729.322,06	72,32	13.949,89
R2	2204	534.343,67	53,43	13.556,85
R3	359	64.813,92	6,48	3.546,03
R4	134	18.252,55	1,82	1.089,81
Total	5117	1.346.732,21	134,67	32.142,58

### 2.3 Materiais cartográficos

Foram adquiridas informações da base cartográfica digital relativa a área de estudo junto a Secretaria de Mobilidade e Controle Urbano do Recife:

- Ortofotos georreferenciadas: 80-50-00, 80-50-05, 80-51-00, 80-51-05, 80-52-00, 80-60-00, 80-60-05, 80-61-00, 80-61-05, 80-62-00, 80-70-00, 89-59-05, 89-69-05, 89-79-05, dos anos de 2007 (resolução espacial: 8,9 cm) e 2013 (resolução espacial: 8,0 cm) na escala 1:2.000, em formato digital ECW, apresentada em composição colorida

(RGB), com Sistema Geodésico de Referência SIRGAS 2000, Projeção Cartográfica UTM, fornecida pela Prefeitura do Recife;

- Dados vetoriais no formato shapefile da RMR: unidade geológica, relevo, unidade de relevo e mapeamento de setores de risco agrupadas nas classes R1, R2, R3 e R4 fornecidos pela Prefeitura do Recife através da URB, obtido pelo documento técnico Plano Municipal de Redução de Riscos em assentamentos precários do município do Recife;
- Dados vetoriais no formato *shapefile* do município do Recife para o ano de 2007 e 2013: microrregiões, sistema viário e hidrografia.

## 2.4 Etapas de execução do projeto

Para o seu desenvolvimento, nesta etapa, foi empregado o *software ArcGis 10*, como ambiente para extração das feições geográficas contidas nas ortofotos de 2007 e 2013.

### 2.4.1 Mosaicagem de imagens

Para realizar a união das ortofotos em uma única imagem com recobrimento de toda a área de estudo foi utilizada a operação de mosaicagem, a partir da ferramenta *Create Mosaic Data Set*, obtendo desta forma os mosaicos para série temporal de 2007 e 2013 (Fig. 2).

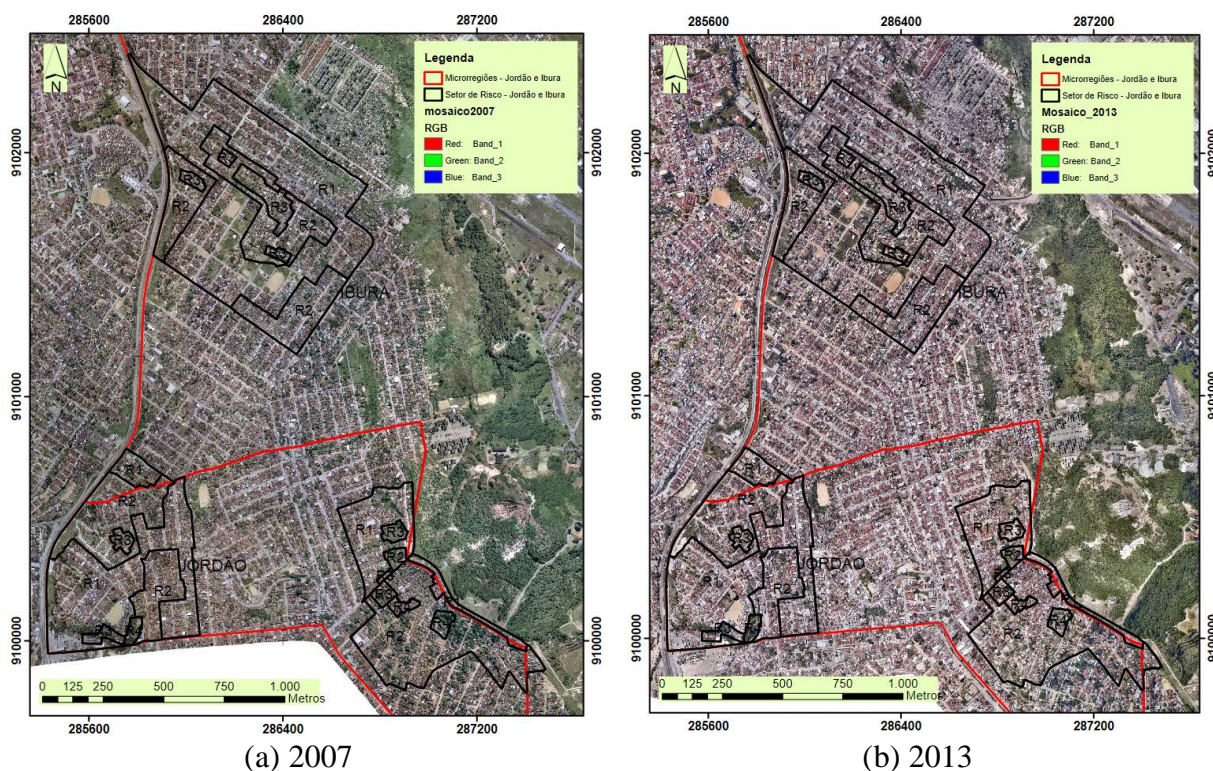


Figura 2. Mosaico das ortofotos inseridos nos setores de risco das microrregiões do Jordão e Iburá de 2007 e 2013.

### 2.3.3 Classificação de uso e ocupação do solo

Para a classificação das feições geográficas inseridas nas ortofotos que definem o uso e ocupação do solo da série multitemporal de 2007 e 2013, foi elaborado um banco de dados espaciais, definido por camadas, através da fotointerpretação de imagens e vetorização das feições geográficas dos dados em formato de arquivos *shapefile*. Foram consideradas oito classes de uso e ocupação do solo:

- Cobertura vegetal: abrange as vegetações rasteira e arbórea, tais como formações florestais de proteção, como, mata de galeria, mata de encosta, cerradão, formações

florestais savânicas densa, com extrato predominantemente de caráter natural ou antropizado;

- Corpos d'água: correspondem aos rios, córregos ou lagoas;
- Edificações: correspondem pelas áreas urbanas consolidadas;
- Escadaria: definida pelas vias de acesso para pedestres;
- Obras de contenção: definida pelas estruturas de engenharia de contenção do risco a escorregamentos;
- Solo exposto (desmatamento): compreende o solo exposto desprovido de cobertura vegetal, com exposição direta do solo às intempéries;
- Vias não pavimentadas: definidas pelos sistemas viários, que não são constituídas por estruturas de asfaltos, concretos e paralelepípedo;
- Vias pavimentadas: equivalem aos sistemas viários, constituídas por estruturas de asfaltos, concretos e paralelepípedo.

Posteriormente, foi realizada a conversão das feições em formato vetorial para o formato *raster*, empregando a ferramenta *Conversion Tools/To Raster/Polygon to Raster*, obtendo imagens *raster* de 20.577 colunas por 26.198 linhas e resolução do pixel de 10 x 10 cm, agrupando as classes de edificações, escadaria, obras de contenção, vias pavimentadas e não pavimentadas na classe de área urbana.

Para obter a dinâmica das ocupações urbanas nos setores de risco para série temporal de 2007 e 2013, foi empregadas técnicas de álgebra de mapas, através dos cruzamentos das classes de uso e ocupação do solo em combinação com os setores de risco, através da ferramenta *Map Algebra/Raster Calculator*.

### 3. Resultados e Discussão

As microrregiões do Jordão e Ibura caracterizam-se como uma área predominantemente urbana. Através da análise da cobertura aerofotogramétrica, pode-se identificar que a maior parte de sua superfície encontra-se sob uso e ocupação de solo urbano (Fig. 3), tendo sua paisagem nitidamente definida entre o urbano e o não urbano, apresentando algumas superfícies com cobertura vegetal.

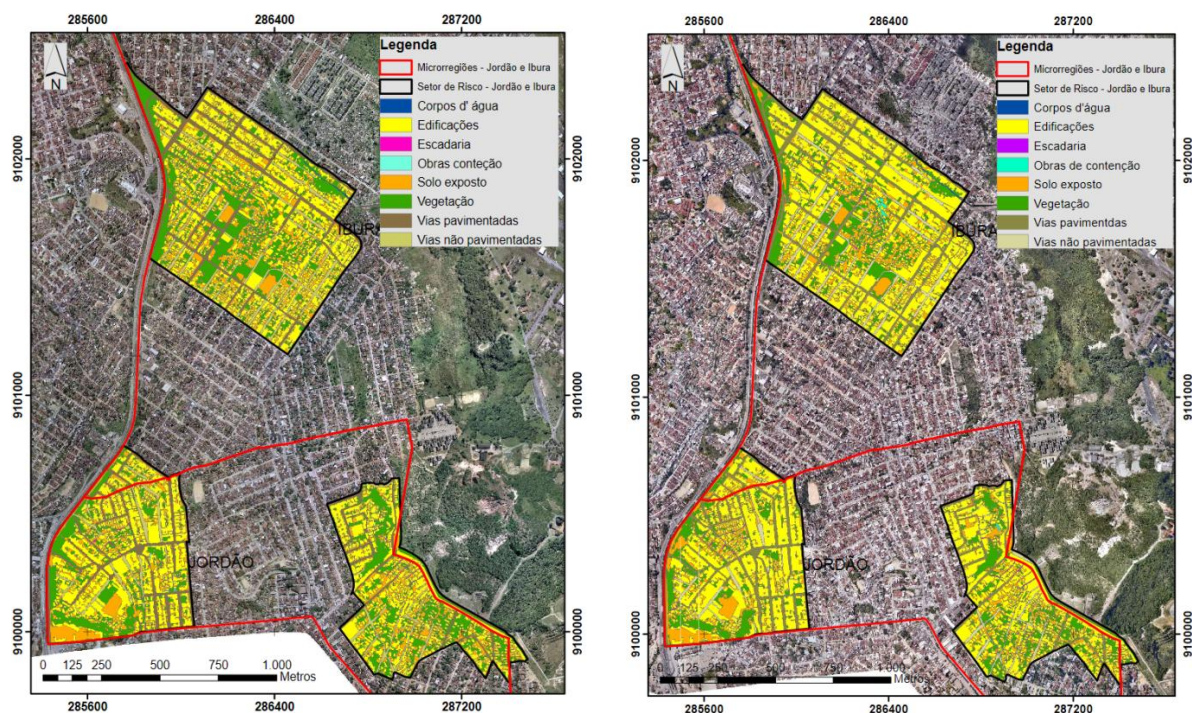


Figura 3. Classificação do uso e cobertura do solo (2007 e 2013).

A partir da análise do banco de dados geográfico foi possível determinar as transições das classes de uso e ocupação do solo ocorrido no período de 2007 e 2013 (Tab. 3). A classe das áreas urbanas caracteriza-se por ocupações de edificações de um ou vários pavimentos, tendo o uso comercial e residencial. Esta classe apresentou forte pressão nas demais classes, caracterizada por processo de expansão de forma desordenada sem planejamento urbano, tendo destaque o aumento das áreas urbanas formadas por aglomerados subnormais.

Tabela 3. Classes de uso e cobertura do solo (2007 e 2013).

Classe de uso e ocupação do solo	2007	2013
	Área (m <sup>2</sup> )	Área (m <sup>2</sup> )
Corpos d'água	188,59	378,98
Edificações	529.645,07	634.139,86
Escadaria	2.040,83	2.757,22
Obras de contenção	473,86	1.864,91
Solo exposto	281.894,01	248.254,76
Vegetação	307.103,78	221.698,82
Vias não pavimentadas	81.002,10	66.598,30
Vias pavimentadas	144.383,98	171.039,37
Total	1.346.732,21	1.346.732,21

A cobertura vegetal dividida em vegetação rasteira e arbórea é mais frequentes nas encostas próximas a BR-101, nas margens do rio do Óleo porção nordeste e na periferia dos aglomerados subnormais.

O gráfico da Figura 4 apresenta o percentual do mapeamento de uso e ocupação do solo referente ao período de 2007, tendo maior superfície referente às áreas edificadas (39,33%), seguida da cobertura vegetal (22,80%) e solo exposto (20,93%).

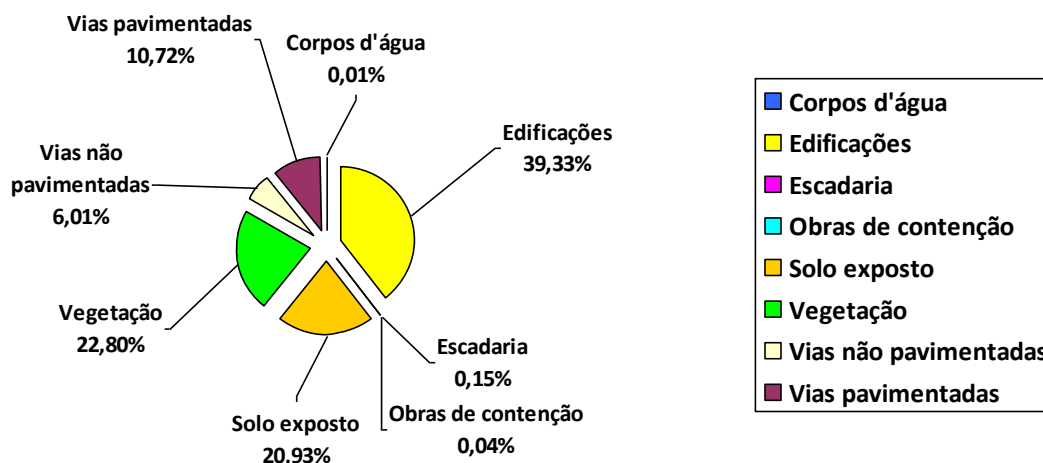


Figura 4. Percentual das áreas de uso e ocupação do solo (2007).

O gráfico da Figura 5 apresenta o percentual do mapeamento de uso e ocupação do solo referente ao período de 2013, verificou-se uma maior ocupação vinculada à classe de áreas edificadas (47,09%), acompanhada pela classe de solo exposto (18,43%) e cobertura vegetal (16,46%).

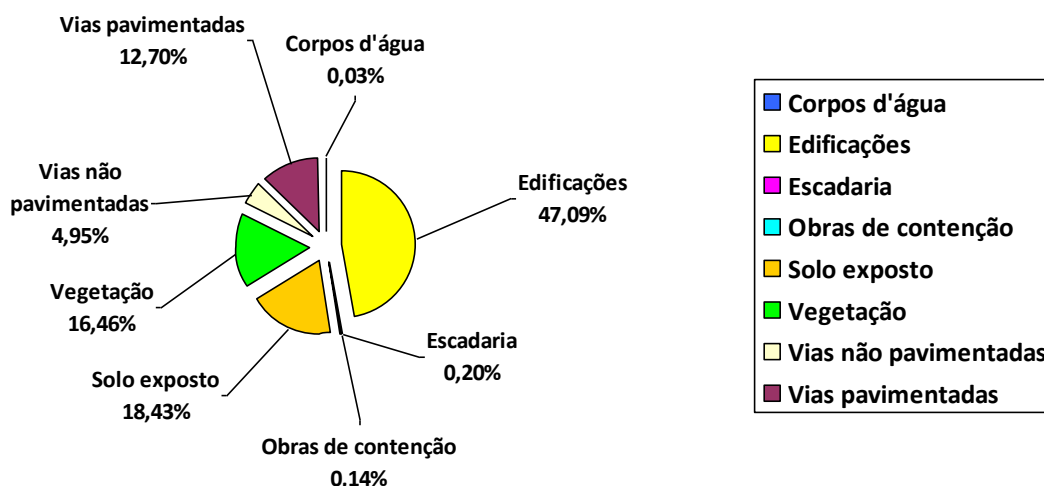
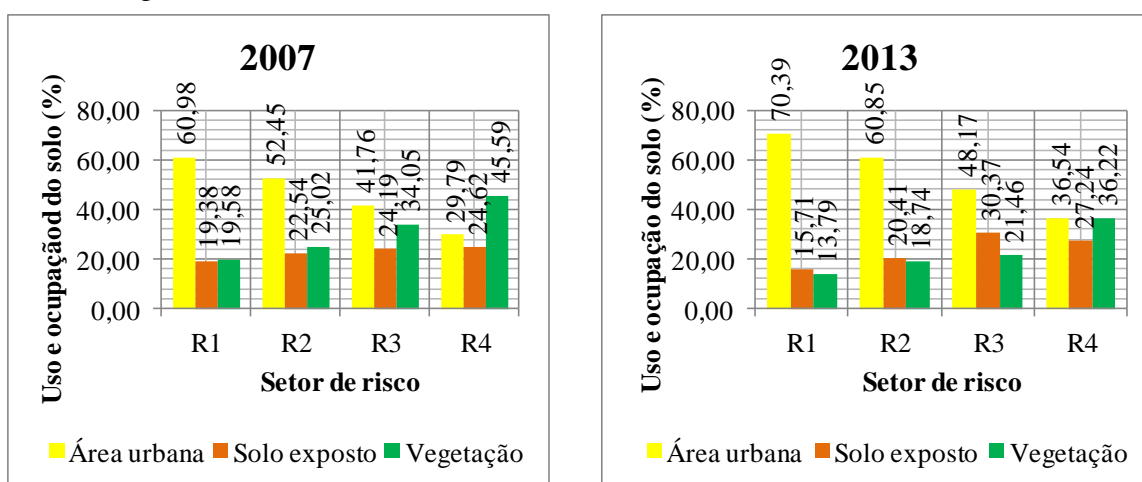


Figura 5. Percentual das áreas de uso e ocupação do solo (2013).

A comparação multitemporal entre 2007 e 2013 do mapeamento de uso e ocupação do solo, apontou um crescimento da área edificada em 104.494,79 m<sup>2</sup> (+7,76%), uma diminuição da cobertura vegetal de 85.404,96 m<sup>2</sup> (-6,34%) e uma elevação do solo exposto às intempéries de 33.639,25 m<sup>2</sup> (+2,50%).

A dinâmica da expansão urbana relacionado aos setores de risco das microrregiões de Jordão e Ibura apontou: (a) área urbana, aumento nos quatro setores R1 (+9,41%), R2 (+8,40%), R3 (+6,41%) e R4 (+6,75%); (b) solo exposto, redução nos setores R1 (-3,67%) e R2 (-2,31%), aumento nos setores R3 (+6,18%) e R4 (+2,62%); (c) cobertura vegetal, redução nos quatro setores de risco R1 (-5,79%), R2 (-6,31%), R3 (-12,59%) e R4 (-9,37%) (Fig. 6). A combinação do aumento da expansão urbana e solo exposto com redução da cobertura vegetal são fatores que potencializam os condicionantes que fazem parte dos setores de risco, situação verificada nos setores de risco R3 e R4, onde ocorreram as maiores reduções da cobertura vegetal e aumento da área urbana e solo exposto.

Figura 6. Uso e cobertura do solo (%) nos setores de risco (2007 e 2013).



#### 4. Conclusões

Os setores de risco localizados nas microrregiões do Jordão e Ibura apresentou uma área predominantemente urbana e periférica, limitando-se com o município de Jaboatão dos Guararapes-PE, ou seja, inseridas na Região Metropolitana do Recife, fator que determina o adensamento populacional, desempenhando uma influência nas demais porções.

A evolução da antropização da área de estudo de 2007 - 2013, caracterizada pela expansão da mancha urbana em áreas incompatíveis à ocupação urbana, produz efeitos negativos, tais como: aumento da população exposta aos riscos de movimentos de massa, redução de 6,34% da cobertura vegetal inicial, restando apenas 16,46% de áreas com proteção vegetal, mantendo este ritmo acelerado de degradação ambiental em poucos anos, sobrarão escassíssimas áreas protegidas pela proteção da cobertura vegetal.

O monitoramento espaço-temporal é uma ferramenta de apreciável importância, pois permite ao gestor urbano tomar decisões mais precisas, tendo em vista que é possível visualizar as transições das classes de uso e ocupações do solo, desta forma, aplicar ações mitigadoras adequadas ao planejamento urbano, focando nas áreas de interesse ambiental.

### **Agradecimentos**

Ao Engenheiro Cartógrafo Aurélio L. de Melo e S. Júnior, Analista de Desenvolvimento Urbano da Secretaria de Mobilidade e Controle Urbano do Recife e à Engenheira Civil Flaviana Gomes, Gerente Geral de Planejamento e Projetos da Secretaria de Urbanização do município do Recife, pela atenção e presteza na disponibilização de dados imprescindíveis na elaboração desta.

### **Referências Bibliográficas**

CENSO DEMOGRÁFICO 2010. Aglomerados subnormais: Informações territoriais. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/aglomerados\\_subnormais/agsn2010.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/aglomerados_subnormais/agsn2010.pdf)>. Acesso em: dez. 2013.

CENSO DE DEMOGRÁFICO 2010. Sinopse do Censo Demográfico 2010. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=6&uf=00>>. Acesso em: fev. 2014.

Prefeitura do Recife. **Plano municipal de redução de riscos em assentamentos precários do município de Recife-PE (PMRR)**. Recife, PE: 2006, Relatório.