

USO DA ABORDAGEM DRSA PARA CLASSIFICAÇÃO DE ÁREAS FAVORÁVEIS A ROUBOS NA CIDADE DO RECIFE

Ciro José Jardim de Figueiredo

Universidade Federal de Pernambuco
Av. Prof Moraes Rego, 1235 – Cidade Universitária, Recife – PE
ciro.figueiredo@ufpe.br

Caroline Maria de Miranda Mota

Universidade Federal de Pernambuco
Av. Prof Moraes Rego, 1235 – Cidade Universitária, Recife – PE
carol3m@gmail.com

Débora Viana e Sousa Pereira

Universidade Federal de Pernambuco
Av. Prof Moraes Rego, 1235 – Cidade Universitária, Recife – PE
deboravianapereira@gmail.com

RESUMO

A criminalidade é algo preocupante e crescente nas grandes cidades. Neste sentido, o uso de alternativas que possam servir de estratégias para combater a violência é uma solução para este tipo de problema. Assim, o objetivo deste estudo foi classificar as áreas a roubos na cidade do Recife-PE utilizando a abordagem *Dominance-based Rough Set Approach* com base em fatores que influenciam neste tipo de delito. Para isto, foi definido um conjunto de exemplos de referências para poder servir de base para classificação das áreas de risco. As áreas foram classificadas em "Alto", "Médio", "Baixo" e "Muito baixo". O resultado mostrou diferentes pontos na cidade que podem possuir essa classificação e uma vez comparados com dados de roubos reais, mostrou-se coerente com a classificação adotada.

PALAVRAS CHAVE. Criminalidade, Multicritério, Violência.

Área principal (Apoio Multicritério à Decisão)

ABSTRACT

Crime is something worrying and growing in large cities. In this sense, the use of alternatives that can serve as strategies to combat violence is a solution to this problem. Therefore, the aim of this study was to classify the areas robberies in the city of Recife-PE approach using the *Dominance-based Rough Set Approach* based on factors that influence this type of offense. For this was defined a set of reference examples to serve as a basis for classification of hazardous areas. The areas were classified as "High", "Medium", "Low" and "Very Low". The result showed different points in the city that can have such a classification and once compared with actual data robbery, was consistent with the classification adopted.

KEYWORDS. Crime, Multicriteria, Violence.

Main area (Multicriteria Decision Support)

1. Introdução

A criminalidade no Brasil vem crescendo como um problema social e exigindo além de recursos financeiros: planejamento, inteligência operacional e coordenação, conforme afirma Pereira Filho *et al.* (2010). Nesse sentido, cabe ao governo fornecer pessoal capacitado (força policial) e recursos para combater a criminalidade.

No Brasil, violência e criminalidade são temas cada vez mais discutidos, visto que à medida que as sociedades se desenvolvem, as mesmas crescem em conjunto, atingindo diferentes segmentos da população. Assim, estudos precisos são necessários para discutir estratégias mais eficazes para a prevenção e intervenção na criminalidade (Ramão e Wadi, 2010).

A Constituição da República Federativa do Brasil estabelece como dever do Estado e dos governos atuar no combate à violência e criminalidade, através das forças de Segurança Pública. Afirma ainda que são os diferentes órgãos policiais que utilizam de medidas para proteger a sociedade, mantendo a ordem e o bem-estar da população (Brasil, 1988). Todavia, nem sempre isso é observado, em função dos grandes índices de violência que são noticiados nos meios de comunicação em massa.

Em 2011, segundo o Fórum Brasileiro de Segurança Pública (2012), o Estado de Pernambuco gastou aproximadamente 2 bilhões de reais com segurança pública (policimento, defesa civil, informação, inteligência e demais subfunções), o que representou 10,3% de todas as despesas anuais. Isso significa um gasto de R\$ 223,01 por habitante em 2011. O Estado, no entanto, apresentou nesse ano uma taxa de 629,4 roubos em 100 mil habitantes, ocupando o sexto lugar no ranking nacional, de acordo com a mesma fonte. Esse número era de 601,5 em 100 mil habitantes em 2010.

Logo, percebe-se a importância em desenvolver ferramentas capazes de identificar áreas que podem apresentar um grau maior para a ocorrência ao crime e, portanto, mais necessitadas de atendimento, com o intuito de alocar os esforços da polícia de forma mais eficaz. Nesse contexto, o objetivo deste estudo é utilizar uma abordagem multicritério para classificar as áreas que podem apresentar condições mais favoráveis a roubos na cidade do Recife, com base em fatores que influenciam este tipo de crime e utilizar uma ferramenta de georreferenciamento para mapear esses locais. A abordagem usada, *Dominance-based Rough Set Approach* (DRSA), permite obter classificações para problemas que envolvam diferentes critérios, baseada em exemplos de referência.

O presente artigo está dividido em quatro seções. A segunda seção traz a fundamentação teórica para o estudo, apresentando os fatores para a criminalidade, o apoio multicritério à decisão e a abordagem DRSA. A seção 3 expõe a metodologia empregada no trabalho. Na quarta seção é feita uma simulação, aplicando o DRSA para classificar as áreas do Recife quanto à ocorrência a roubos, exibindo os resultados e as devidas discussões. Por fim, a última seção expõe as considerações finais do trabalho.

2. Fundamentação Teórica

Nesta seção desenvolve-se a fundamentação teórica, a fim de oferecer as informações necessárias para a compreensão do estudo. Sendo assim, são abordados os temas: fatores para a criminalidade, apoio multicritério à decisão e abordagem DRSA.

2.1. Fatores para a Criminalidade

Estudos sobre criminologia já vem sendo realizados há mais de 30 anos. Os primeiros teóricos eram socialistas, psicólogos, criminologistas, cientistas políticos e professores de direito. Esses acreditavam que os marginais realizavam tais ações por motivações atípicas, atribuindo conceitos como depravação, insanidade e atitudes abomináveis; não se baseando, porém, em um rigor empírico (Entorf e Spengler, 2000).

Um dos trabalhos pioneiros sobre o tema foi divulgado por Gary Becker, em 1968. Nesse trabalho, o autor estabelece um modelo microeconômico que demonstra se o indivíduo vai cometer um crime ou não. A relação com a microeconomia está na escolha do indivíduo entre seguir uma ocupação no setor legal ou atuar de forma ilegal. De acordo com o autor, o criminoso

avalia os benefícios e os custos de participar das atividades legal ou ilegal. Se a utilidade esperada por um crime exceder a utilidade de uma ação legal, ele irá escolher o crime (Becker, 1968).

A questão da criminalidade é afetada por características claras que estão presentes nas cidades, como tamanho e nível de desenvolvimento (Beato, 2000; Soares, 2007). Outros trabalhos apontam como as causas para a criminalidade, questões socioeconômicas e demográficas, que vão desde a falta de emprego até o grau de estudo de um indivíduo (Levitt, 2001; Entorf e Spengler, 2000; Shikida, 2005; Lemos *et al.* 2005).

Na literatura, podem ser encontrados diversos estudos estatísticos que avaliam as relações entre a criminalidade e variáveis econômicas, sociais e demográficas. No Quadro 1, pode-se observar um resumo dos fatores indicados como determinantes da criminalidade, suas explicações e a associação existente entre a variável e o delito. Sabe-se, no entanto, que a pesquisa realizada não é exaustiva.

Fator	Justificativa	Associação	Autor(es)
Renda	Quanto maior a renda, maior o número de vítimas economicamente atrativas.	Positiva	Entorf e Spengler (2000), Beato (2000), Batella e Diniz (2010), Gould <i>et al.</i> (2002)
Educação	Quanto maior o grau de instrução, menor as chances de o indivíduo engajar no mundo do crime e procurar uma atividade lícita.	Negativa	Lochner e Moretti (2004), Oliveira (2008), Haddad e Modhadam (2010), Buonanno e Leonida (2006).
Densidade demográfica	Quanto maior a densidade, maior é o fluxo de vítimas e a facilidade de vender bens roubados ou comprar objetos ilegais.	Positiva	Entorf e Splenger (2000), Hartung e Pessoa (2007), Beato (2000).
Desigualdade de renda (Índice de Gini)	Quanto maior a desigualdade, maior a vontade dos menos favorecidos em obterem aquilo que suas condições financeiras não permitem.	Positiva	Lemos <i>et al.</i> (2005), Hartung e Pessoa (2007), Fajnzylber <i>et al.</i> (2002), Resende e Andrade (2011)

Quadro 1: Fatores para a criminalidade

Ponderando os trabalhos expostos no Quadro 1, o problema da criminalidade não pode ser analisado sob um único ponto de vista. Já que a aptidão ao crime pode ser motivada por fatores econômicos, sociais e demográficos, logo a tomada de decisão referente à segurança pública deve ser realizada com a consideração de diversas variáveis. Sendo assim, o apoio multicritério à decisão se mostra oportuno para tratar esse tipo de problema. Essa abordagem será introduzida na seção 2.2 a seguir.

2.2. Apoio Multicritério à Decisão

Almeida (2011) afirma que para situações gerenciais ou de prestações de serviços, a utilização dos tradicionais métodos da Pesquisa Operacional não são adequados. Para esse tipo de problema, segundo o autor, o emprego de análise multicritério à decisão é mais apropriado.

De acordo com Vincke (1992), o apoio multicritério à decisão tem o objetivo de fornecer ao decisor algumas ferramentas que possibilitem a resolução de um problema de decisão onde há muitos pontos de vista que devem ser considerados, muitas vezes conflitantes entre si.

Uma das maiores contribuições do apoio multicritério, segundo Belton e Stewart (2002), é a possibilidade de sintetizar e organizar as informações complexas que envolvem a decisão. Dessa forma, os métodos permitem que os decisores fiquem mais confortáveis e confiantes com suas soluções. No entanto, como ressaltam Belton e Stewart (2002) e Almeida (2011), o apoio multicritério não procura apontar uma solução que deve ser considerada como

verdade absoluta. Ele tem a finalidade de oferecer recomendações ao decisor, assim como permite um aprendizado sobre o problema que está sendo tratado.

Diversos métodos estão disponíveis para auxiliar o decisor sendo necessário escolher aquele que melhor se adéqua ao problema em questão. Almeida (2003; 2011) afirma que, para a seleção do método multicritério, alguns aspectos devem ser ponderados, tais como: o problema que está sendo analisado, o contexto, a estrutura de preferências do decisor, a problemática, as informações disponíveis e o grau de precisão.

2.3. Dominance-based Rough Set Approach (DRSA)

Segundo Pawlak e Slowinski (1994), a *Rough Set Theory* (RST) foi introduzida por Pawlak em 1982 para ser uma ferramenta matemática com o intuito de analisar a descrição vaga de ações em problemas de decisão. Para esses autores, o vago significa a qualidade de uma informação, podendo ser inconsistente ou ambígua. A abordagem RST é voltada para problemas com vários atributos, apresentando três situações: classificação com vários atributos, várias classificações com vários atributos e descrição dos objetos para vários atributos (PAWLAK e SLOWINSKI, 1994).

Os trabalhos desenvolvidos por Greco *et al.* (1999), Greco *et al.* (2001) e Greco *et al.* (2002) apresentam uma extensão para a metodologia RST chamada de *Dominance-based Rough Set Approach* (DRSA), que visa contornar algumas questões que a metodologia original não consegue lidar. O ponto fundamental é a capacidade de lidar com a inconsistência relacionada aos critérios, através da substituição da relação de indiscernibilidade pela relação de dominância. Ou seja, a proposta DRSA evidencia a questão de dada duas alternativas (x e y), x domina y , se x é pelo menos tão boa em relação a todos os critérios quando comparada com y .

A fim de descrever o método DRSA para problemas de classificação com múltiplos critérios e atributos, será utilizado o trabalho desenvolvido por Greco *et al.* (2002). Nessa abordagem são necessários exemplos de referência e, por questões práticas, essas ações de referência são descritas através de uma tabela de informação das ações. Na tabela, as linhas correspondem às ações e nas colunas encontram-se os atributos e os critérios. Formalmente, a tabela (S) é descrita por quatro componentes.

Seja $U=\{x_1, \dots, x_n\}$ o conjunto finito das ações de referência, $Q=\{q_1, \dots, q_n\}$ o conjunto finito de atributos, $V=\cup_{q \in Q} V_q$ e V_q o domínio do atributo q , e $f: U \times Q \rightarrow V$ a função total tal que $f(x, q) \in V_q$ para cada $q \in Q$, $x \in U$, chamado de função informação e que fornece a decisão final em uma tabela de decisão. Também, essa tabela pode ser vista como uma tabela para apoiar uma decisão se no conjunto Q há uma separação em dois novos conjuntos: o conjunto $C=\{c_1, \dots, c_n\}$ de atributos de condição e $D=\{d_1, \dots, d_n\}$ dos atributos de decisão. Tendo $S=\langle U, Q, V, f \rangle$.

Para o conjunto de atributos de decisão D , as ações de referência fazem uma partição para um número finito de classes de decisão $Cl=\{Cl_t, t \in T\}$, $T=\{1, \dots, n\}$, e sendo $x \in U$ contido em uma e somente uma classes $Cl_t \in Cl$. Admitindo ainda que $r, s \in T$ e $r > s$, logo as ações contidas em Cl_r são preferíveis em relação à Cl_s . Formalmente, $[x_1 \in Cl_r, x_2 \in Cl_s, r > s]$.

Também são consideradas a união das classes ascendente e a união das classes descendentes para as classes de decisão: $Cl_t^{\geq} = \cup_{s \geq t} Cl_s$, $Cl_t^{\leq} = \cup_{s \leq t} Cl_s$, $t = 1, \dots, n$. Observando que $Cl_1^{\geq} = Cl_n^{\leq} = U$, $Cl_n^{\geq} = Cl_1$ e $Cl_1^{\leq} = Cl_n$.

Diz-se que x_1 domina x_2 com respeito a $C' \subseteq C$ ($x_1 D_P x_2$) se $x_1 S_q x_2$ para todo $q \in C'$. E $x_1 S_q x_2$ significa que “ x_1 é pelo menos tão bom quanto a x_2 em relação a C' ”. Desde que a interseção da pré-ordem completa é uma pré-ordem parcial e S_q é uma pré-ordem completa para cada $q \in C'$, e $D_P = \cap_{q \in P} S_q$, então a relação de dominância D_P é uma pré-ordem parcial. Dado $C' \subseteq C$ e $x_1 \in U$, seja $D_P^+(x_1) = \{x_2 \in U: x_2 D_P x_1\}$, $D_P^-(x_1) = \{x_2 \in U: x_1 D_P x_2\}$.

Tem-se o conjunto *P-dominante* e *P-dominado* com relação x_1 . Então, a essência da abordagem DRSA consiste nos conjuntos aproximados, das classes das uniões ascendente e descendente e dos objetos usados para esta aproximação que são os conjuntos dominantes e dominados.

Em seguida, são definidas as aproximações *P-inferior* e *P-superior*. Todas as ações contidas em Cl_t^{\geq} sem ambiguidade constituem a aproximação *P-inferior* denotada por $\underline{P}(Cl_t^{\geq})$ e todas as ações que poderão estar contidas em Cl_t^{\geq} constituem a aproximação *P-superior* denotado por $\overline{P}(Cl_t^{\geq})$ e definidas como:

$$\underline{P}(Cl_t^{\geq}) = \{x \in U : D_P^{l+}(x) \subseteq Cl_t^{\geq}\}$$

$$\overline{P}(Cl_t^{\geq}) = \bigcup_{x \in Cl_t^{\geq}} D_P^{u+}(x), \text{ para } t = 1, \dots, n.$$

De maneira análoga são definidas as aproximações *P-inferior* e *P-superior* de Cl_t^{\leq} :

$$\underline{P}(Cl_t^{\leq}) = \{x \in U : D_P^{r-}(x) \subseteq Cl_t^{\leq}\},$$

$$\overline{P}(Cl_t^{\leq}) = \bigcup_{x \in Cl_t^{\leq}} D_P^{u-}(x), \text{ para } t = 1, \dots, n.$$

É possível afirmar que $x \in Cl_t^{\geq}$, ou seja, x está pelo menos contido na classe Cl_t , enquanto que $x \in Cl_t^{\leq}$ representa que x está contido no máximo na classe Cl_t .

As regiões *P-duvidosas* podem ser definidas conforme as seguintes Equações:

$$Bn_P(Cl_t^{\geq}) = \overline{P}(Cl_t^{\geq}) - \underline{P}(Cl_t^{\geq}), \quad (1)$$

$$Bn_P(Cl_t^{\leq}) = \overline{P}(Cl_t^{\leq}) - \underline{P}(Cl_t^{\leq}) \quad (2)$$

Com estas definições são determinadas as equações para avaliar a precisão da aproximação usada para os exemplos de referência (Cl_t^{\geq} e Cl_t^{\leq}). Para qualquer $t \in T$ e C' tem-se as razões de acordo com as Equações 3 e 4:

$$\alpha_{C'}(Cl_t^{\geq}) = \frac{\text{card}(\underline{P}(Cl_t^{\geq}))}{\text{card}(\overline{P}(Cl_t^{\geq}))} \quad (3)$$

$$\alpha_{C'}(Cl_t^{\leq}) = \frac{\text{card}(\underline{P}(Cl_t^{\leq}))}{\text{card}(\overline{P}(Cl_t^{\leq}))} \quad (4)$$

A qualidade da aproximação para uma partição Cl para um conjunto de atributos e critérios C' é expressa através da razão de todas as ações classificadas em uma classe C' , podendo ser definida tanto para aproximação ascendente como para a aproximação descendente. Descrita pelas Equações 5 e 6:

$$\gamma_P(Cl) = \frac{\text{card}(U - (\bigcup_{t \in T} Bn_P(Cl_t^{\leq})))}{\text{card}(U)} \quad (5)$$

$$\gamma_P(Cl) = \frac{\text{card}(U - (\bigcup_{t \in T} Bn_P(Cl_t^{\geq})))}{\text{card}(U)} \quad (6)$$

Todo o subconjunto $C' \subseteq C$ tal que $\gamma_{C'}(Cl) = \gamma_C(Cl)$ é chamado de reduto de C com relação a Cl e é denotado por $RED_{Cl}(P)$. Uma tabela S também pode apresentar mais de um reduto. A interseção de todos os redutos é chamada de núcleo ($CORE_{Cl}$). E os redutos formam o conjunto mínimo que mantém a mesma qualidade da informação para gerar uma decisão, sendo equivalente ao uso de todos os atributos, ou seja, aqueles atributos que são indispensáveis para uma decisão.

Finalmente, as regras de decisão são criadas baseadas nas aproximações obtidas através das relações de dominância, em que é possível generalizar a descrição das informações de preferência contidas nas tabelas de decisão (Slowinski e Vanderpooten, 2000). Então, são criadas três tipos de regras. A primeira regra consiste somente nos objetos da aproximação *P-inferior* das classes Cl_t^{\geq} . A segunda é originada da aproximação *P-inferior* das classes Cl_t^{\leq} . Já a terceira regra é criada a partir da região *P-duvidosa* das classes Cl_t^{\leq} e Cl_t^{\geq} . Todas as regras são condicionais (*Se..., Então...*).

3. Metodologia

O estudo consiste na aplicação do método DRSA em problemas de segurança pública e posterior avaliação da adequação do método em si para a área de segurança pública e foi dividido em duas fases que permitiram a sua viabilização. A primeira consistiu na definição dos critérios e a segunda na criação dos exemplos de referência para aplicação do método DRSA usado para classificar as áreas com maior iminência de roubos na cidade do Recife.

Com base na literatura e no levantamento feito na seção 2.1, a respeito dos fatores que conduzem a uma maior incidência de roubos, os critérios foram selecionados e estão descritos no Quadro 1.

Com base nesses critérios, foram criados exemplos de referência para poder classificar as áreas que necessitam de um tratamento especial no combate aos roubos na cidade do Recife, baseado em regras de decisão do tipo “Se... Então...”. Os critérios foram transformados em dados qualitativos para melhor compreensão do Decisor e os valores foram divididos em quartis, para realizar a divisão em classes nominais. As áreas foram classificadas de acordo com a possibilidade de ocorrências de roubos, em: Alto, Médio, Baixo e Muito baixo. Os exemplos de referências seguem descritos no Quadro 2.

Exemplos	Renda	Estudo	Índice de Gini	Densidade demográfica	➔	Classe
1	Alta	Média	Muito baixa	Média		Alta
2	Média	Média	Muito baixa	Alta		Alta
3	Média	Baixa	Baixa	Média		Médio
4	Média	Baixa	Alta	Média		Baixa
5	Muito baixa	Baixa	Alta	Baixa		Muito Baixa
6	Alta	Alta	Alta	Média		Alta

Quadro 2: Exemplos de referência

A classificação das áreas foi realizada pelas Unidades de Desenvolvimento Humano (UDH), uma divisão submunicipal que separa a cidade em 62 regiões. Essa divisão foi adotada em função de apresentar uma maior homogeneidade das características de um determinado local, e em função da obtenção dos critérios que também estão distribuídos segundo essa divisão (PNUD, 2005). Para confrontar a classificação das áreas de risco de roubos, foram usados os dados das ocorrências de roubos de 2012, fornecidos pela Secretaria de Defesa Social do Estado de Pernambuco (2012).

Os dados dos critérios foram obtidos através do Atlas de Desenvolvimento Humano do Recife (2005), que contém os dados do censo demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística de 2000. O *software* usado para aplicar o método DRSA foi o *4eMka2*, desenvolvido pelo *Laboratory of Intelligent Decision Support Systems* (IDSS). As regras de decisão geradas por este *método* foram posteriormente implementadas no *software* Matlab para generalização dos dados para UDH e sua posterior classificação.

4. Resultados e Discussão

Como apresentado na metodologia, foram definidas as quatro classes para as áreas com o grau de ocorrência de roubos na cidade do Recife. Sendo que a classe aproximada Cl_1^{\geq} corresponde a uma classificação de *pelo menos* “Muito baixa” e Cl_4^{\leq} corresponde *no máximo* a uma classe “Alta”. Foram usados somente critérios de condição, pois apresentam uma relação de preferência. E um critério de decisão para classificar as áreas.

Na simulação realizada, os resultados gerados pelo modelo demonstram que a maioria dos exemplos de referências, fornecidos pelo Gestor, servem para poder explicar as relações com as classificações geradas. Para as classificações definidas como “Baixa” e “Médio” houve precisão de 0,60 e 0,25, para as classes de *no máximo* e *ao menos*, respectivamente. Houve uma precisão de aproximação igual a 0,60 e 0,33 para as classes de decisão “Médio” e “Baixa” para as classes de *no máximo* e *pelo menos*, respectivamente, com uma redução dos exemplos de referências, sendo esses os mais significativos na classificação das áreas de risco. As demais aproximações *P-inferior* de $\underline{P}(Cl_t^{\leq})$ e de $\underline{P}(Cl_t^{\geq})$ e *P-superior* de $\overline{P}(Cl_t^{\leq})$ e de $\overline{P}(Cl_t^{\geq})$ para todas as classes e os respectivos limites das regiões *P-duvidosas* e os exemplos de referência que suportam as classificações das aproximações seguem descritos na Tabela 1.

Assim, a qualidade da classificação foi igual a 0,50; em função do número de classes (Cl) e da limitação nos exemplos de referência, fatos que não limitaram os resultados como pouco expressivos.

Ao contrário, o reduto $RED_{Cl}(P)$ foi definido em somente um, contendo os critérios Índice de Gini e Densidade demográfica. Logo, o núcleo ($CORE_{Cl}$) foi o próprio reduto, resultando nos critérios que conseguem explicar as classificações com a mesma qualidade da informação caso todos os critérios tivessem sido usados.

Dessa forma, é possível avaliar que o Índice de Gini, que mede a desigualdade em uma população, é um forte fator que influencia na classificação de uma área com iminência a roubo. Portanto, quanto mais próximo da classificação “Muito baixa”, que é igual a maior desigualdade, maiores são as chances de se cometer um delito conduzido por esta desigualdade social expressa pelo índice. Fato que não deve ser associado diretamente as chances estatísticas, mas na ocorrência em função do indivíduo sentir necessidade de obter aquilo que não possui, o que corrobora com os trabalhos de Lemos *et al.* (2005) e Resende e Andrade (2011).

Tabela 1: Definição das classes, os exemplos usados e a precisão das aproximações.

Classificações	União das classes	Exemplos	Precisão
No máximo Alta	P-inferior $\underline{P}(Cl_4^{\leq})$,2	0,40
	P-superior $\overline{P}(Cl_4^{\leq})$	1, 2, 3,4,6	
	limite $Bn_p(Cl_4^{\leq})$	3,4,6	
No máximo Médio	P-inferior $\underline{P}(Cl_3^{\leq})$	1, 2, 3	0,60
	P-superior $\overline{P}(Cl_3^{\leq})$	1, 2, 3,4,6	
	limite $Bn_p(Cl_3^{\leq})$	4,6	
No máximo Baixa	P-inferior $\underline{P}(Cl_2^{\leq})$	1, 2, 3, 4,6	1
	P-superior $\overline{P}(Cl_2^{\leq})$	1, 2, 3, 4, 6	
	limite $Bn_p(Cl_2^{\leq})$		
Ao menos Médio	P-inferior $\underline{P}(Cl_3^{\geq})$	5	0,25
	P-superior $\overline{P}(Cl_3^{\geq})$	3, 4, 5, 6	
	limite $Bn_p(Cl_3^{\geq})$	3, 4, 6	
Ao menos Baixa	P-inferior $\underline{P}(Cl_2^{\geq})$	5	0,33
	P-superior $\overline{P}(Cl_2^{\geq})$	4, 5, 6	
	Limite $Bn_p(Cl_2^{\geq})$	4,6	
Ao menos Muito baixa(Cl_1^{\geq})	P-inferior $\underline{P}(Cl_1^{\geq})$	5	1
	P-superior $\overline{P}(Cl_1^{\geq})$	5	
	limite $Bn_p(Cl_1^{\geq})$		

Em relação à Densidade demográfica, percebe-se que é um importante critério, pois a concentração populacional implica em diferentes ligações com os crimes. O grande número de pessoas nas grandes cidades faz com que fique mais fácil para o meliante obter a fuga após cometer o delito, como descrito nos trabalhos de Entorf e Splenger (2000); Hartung e Pessoa (2007). Outro destaque é que esse aumento propicia um crescimento desorganizado nas grandes cidades, muito presente na cidade do Recife, ocasionando uma desigualdade em determinadas áreas, como edifícios luxuosos contrastando com moradias precárias. Fato demonstrado no trabalho de Hartung e Pessoa (2007).

Em seguida, após a definição do núcleo, com os critérios Índice de Gini e Densidade demográfica, e definição das regras condicionais com esses critérios e posterior implantação no Matlab, foram geradas as classificações para as UDH's da cidade do Recife. As regras condicionais foram definidas como resultado da aplicação do método e procuraram cobrir todas as possíveis situações de condições para ambos os critérios.

Como resultado do método, obteve-se a classificação das 62 UDH's do Recife de acordo com a iminência de roubos. Desse total, 12 unidades foram classificadas como áreas de risco "Muito Baixo". Essas são regiões que apresentam uma elevada densidade demográfica, porém o Índice de Gini é classificado entre "Médio" e "Bom", o que significa que os moradores dessas UDH's apresentam uma moderada ou baixa desigualdade social, diminuindo o possivelmente a motivação para o engajamento em atividades ilícitas.

As áreas classificadas como de risco muito baixo compreendem os bairros de Água Fria, Fundão, Alto Santa Teresinha, Bomba do Hemetério, Alto José Bonifácio, Morro da Conceição, Alto José do Pinho, Mangabeira, Vasco da Gama, Nova Descoberta, Torrões, Afogados, Brasília Teimosa, Cohab. Pode-se afirmar que a classificação apontada pelo modelo tem relação com as ocorrências de roubo da cidade: desses 14 bairros, oito deles apresentaram menos de 50 roubos no ano de 2012, conforme a Secretaria de Defesa Social de Pernambuco (SDS).

O bairro de Afogados, no entanto, é apontado pelo método com uma motivação "Muito baixa" para roubos quando, na verdade, é o terceiro bairro com maior número de roubos em 2012 (SDS, 2013). Dois fatores explicam tal fato. O primeiro é que o método não é aplicado para gerar uma previsão de áreas de roubo, mas sim para classificar áreas utilizando dados demográficos. A segunda explicação seria a extensão do bairro, fazendo com que o mesmo tenha vários cenários diferentes. O bairro apresenta situações tão distintas que o mesmo é dividido em duas UDHs: uma delas é classificada como "Muito baixa" e, a outra, "Média".

Em relação ao "Baixo" risco de ocorrências de roubos, foram definidas 26 UDH's. São áreas que apresentam uma significativa heterogeneidade quando comparadas entre si, entre os Índices de Gini e as Densidades demográficas. Inviabilizando assim estabelecer uma relação para os níveis de ocorrência de roubos entre essas unidades. Para o Índice de Gini, as classificações giraram em torno de "Médio" e "Bom" e para a Densidade demográfica houve uma distribuição entre "Muito baixa" a "Médio", indicando que nem sempre as ocorrências acontecem por meliantes do local, mas o infrator se dirige para outra região para cometer o crime.

São 46 bairros que compõe as áreas classificadas como "Baixa" iminência a roubos. Dentre esses, pode-se destacar Sancho, Jaqueira, Porto da Madeira, Hipódromo, Brejo de Beberibe, Brejo da Guabiraba, Ilha do Retiro, Paissandu e Cajueiro: todos esses tiveram menos de 100 roubos no ano de 2012, segundo a SDS (2013).

As áreas definidas como "Médio" risco totalizaram 13 divisões. É interessante notar que essas unidades são áreas que apresentaram o Índice de Gini elevado, havendo uma alta desigualdade social nos locais. Isso reflete situações em que há moradias precárias até a ineficiência de condições sanitárias e fornecimento de serviços básicos e, ao mesmo tempo, edificações luxuosas.

Os bairros de Beberibe, Linha do Tiro, Córrego do Jenipapo, Macaxeira, Iputinga, Engenho do Meio, Cordeiro, Várzea, Caxangá, Afogados, Mustardinha, San Martin, Bongí, Estância, Jiquiá, Areias, Curado, Coqueiral, Totó, Boa Viagem e Ibura foram classificados como "Média". Desses bairros, Boa Viagem, Afogados, Ibura e Cordeiro foram apontados pelos dados da SDS (2013) como os dez mais perigosos em relação a roubos.

Finalmente, as áreas definidas como "Alto" risco a roubos estão agrupadas nas 11 divisões restantes. São áreas que apresentam densidade demográfica que vai do mais "Baixo" ao mais "Alto", estabelecidos nesse trabalho, e que cresceu ao longo do tempo de forma desorganizada, onde determinados serviços, como água encanada e rede de coleta de esgotos não estão presentes de forma organizada. Consequentemente, também são regiões que nem sempre as pessoas conseguiram obter boas oportunidades de estudo, o que acaba por conduzi-las à criminalidade.

Por outro lado, são locais que também habitam famílias abastadas, residindo em grandes edifícios, verificados na região sul da cidade do Recife. Consequentemente, há uma forte desigualdade segundo o Índice de Gini, sendo apontado como o menor para todas estas UDH's, corroborando que a questão de quanto maior essa diferença social, mais chances há de um indivíduo cometer um delito.

Fazem parte da classificação de risco alto os bairros de Centro, Campo Grande, Campina Barreto, Apipucos, Dois Irmãos, Sítio dos Pintos, Guabiraba, Madalena, Torre, Várzea, Cidade Universitária, Boa Viagem, Pina, Imbiribeira e Bairro do Recife. Cabe ressaltar que dentre esses, há três bairros que são assinalados como os de maior número de roubos em 2012 (SDS, 2013).

A Figura 1 apresenta a classificação das áreas do Recife em relação à iminência de roubos com base nos critérios que afetam este tipo de delito, utilizando o método DRSA. Os locais em vermelho são aqueles apontados como risco “Alto”; em laranja, “Médio”; em verde claro, “Baixo”; e em verde escuro, risco “Muito baixo”.

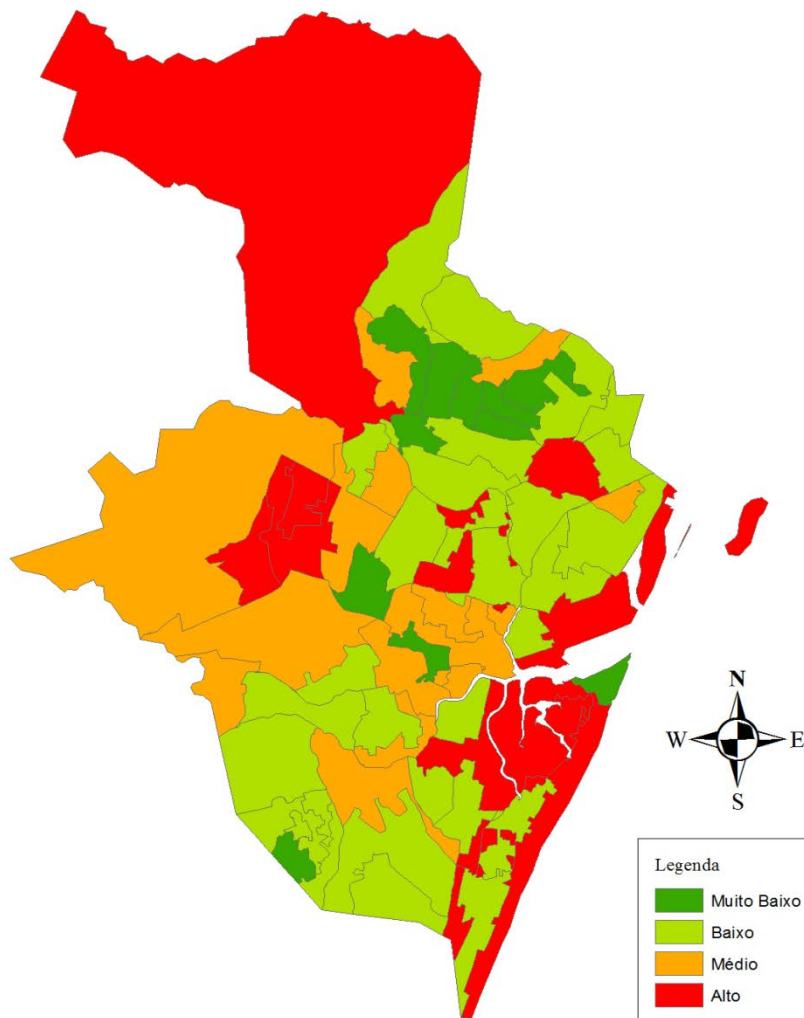


Figura 1: Classificação das UDHs do Recife segundo a iminência a roubos

5. Considerações Finais

Este estudo aplicou o método DRSA para poder classificar as áreas da cidade do Recife segundo quatro critérios para o risco de incidência de roubos. O método utiliza de informação que não são complexas e difíceis de serem definidas, como pesos de comparações entre critérios, parâmetros para as constantes de escala e nem limiares de preferência e exige do Gestor somente exemplos de referência em forma de condições “Se,...Então...”.

De acordo com o método usado, foi gerado um núcleo com os critérios que conseguiram responder as classificações através dos exemplos de referências. Os critérios que compuseram o núcleo, segundo a abordagem utilizada, foram Índice de Gini e Densidade

demográfica e, através das condições geradas, possibilitou classificar as 62 UDHs da cidade do Recife em quatro distintas categorias.

Essas classificações foram condizentes com as situações reais analisadas neste estudo. Ou seja, a definição das áreas em “Muito baixo”, “Baixo”, “Médio” e “Alto” risco de ocorrência de roubos podem ser realmente explicadas com base nos critérios definidos pelo núcleo do método DRSA.

Para estudos futuros, espera-se obter o uso dos dados referentes ao censo realizado pelo IBGE no ano de 2010 para poder realizar comparações e verificar possíveis diferenças nas classificações.

Referências

- Almeida, A.T.**, *O conhecimento e o uso de métodos multicritério de apoio a decisão*, Editora Universitária da UFPE, Recife, 2011.
- Almeida, A.T.**, A utilização de métodos multicritério de apoio à decisão. In: Almeida, A.T. e Costa, A.P.C.S. (Eds.), *Aplicações com métodos multicritério de apoio à decisão*, Editora Universitária, Recife, capítulo 1, p. 1-22, 2003.
- Batella, W.B. e Diniz, A. M.A.**, (2010), Análise espacial dos condicionantes da criminalidade violenta no estado de Minas Gerais. *Sociedade & Natureza*, 22(1), 151-163.
- Beato, C.C.**, (2000), Determining factors of criminality in Minas Gerais. *Brazilian Review of Social Sciences*, special issue, 159-172.
- Becker, G.S.**, (1968), Crime and Punishment: Na Economic Approach. *Journal of Political Economy*, 76(2), 169-217.
- Belton, V. e Stewart, T.J.**, *Multiple Criteria Decision Analysis*. Kluwer Academic Publishers, Massachusetts, 2002.
- Buonanno, P. e Leonida, L.**, (2006). Education and Crime: Evidence From Italian Regions. *Applied Economics Letters*, 13(11), 709–713.
- Brasil**, Título V – Da Defesa do Estado e das Instituições Democráticas, *Constituição da República Federativa do Brasil*. Presidência da República, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm, 01/04/2013.
- Entorf, H. e Spengler, H.**, (2000), Socioeconomic and demographic factors of crime in Germany: Evidence from panel data the German states. *International Review of Law and Economics*, 20(1), 75-106.
- Fajnzylber, P., Lederman, D. e Loayza, N.**, (2002) What causes violent crime? *European Economic Review*, 46, 1323-1357.
- Fórum Brasileiro de Segurança Pública**. *Anuário Brasileiro de Segurança Pública*, 2012. Disponível em <http://www2.forumseguranca.org.br/node/32131>, 31/03/2013
- Gould, E.D., Weinberg, B.A. e Mustard, D.B.**, (2002). Crime rates and local labor market opportunities in the United States: 1979 - 1997. *The Review of Economics and Statistics*, 84(1), 45–61.
- Greco, S., Matarazzo, B. e Slowinski, R.**, (1999), Rough approximation of a preference relation by dominance relations. *European Journal of Operational Research*, 117(1), 63–83.
- Greco, S., Matarazzo, B. e Slowinski, R.**, (2001), Rough sets theory for multicriteria decision analysis. *European Journal of Operational Research*, 129(1), 1–47.
- Greco, S., Matarazzo, B. e Slowinski, R.**, (2002), Rough sets methodology for sorting problems in presence of multiple attributes and criteria. *European Journal of Operational Research*, 138(2), 247–259,
- Haddad, G.K. e Moghadam, H.M.**, (2010). The Socioeconomic and Demographic Determinants of Crime in Iran (A Regional Panel Study). *European Journal of Law and Economics*, 32(1), 99–114.
- Hartung, G.C. e Pessoa, S.**, (2007) Fatores demográficos como determinantes da criminalidade, *Anais do XXXV Encontro Nacional de Economia*, 1-19.

- Lemos, A.A.M., Santos Filho, E.P. e Jorge, M.A.,** (2005), Um modelo para análise socioeconômica da criminalidade no município de Aracaju. *Estudos Econômicos*, 35(3), 569-594.
- Levitt, S.D.,** (2001), Alternative strategies for identifying the link between unemployment and crime. *Journal of Quantitative Criminology*, 17(4), 377-390.
- Lochner, L. e Moretti, E.,** (2004), The Effect of Education on Crime : Evidence from Prison Inmates, Arrests, and Self-Reports. *The American Economic Review*, 94(1), 155-189.
- Oliveira, C.A.,** (2008), Análise espacial da criminalidade no Rio Grande do Sul. *Revista de Economia*, 34 (3), 35 -60.
- Pawlak, Z. e Slowinski, R.,** (1994), Rough set approach to multi-attribute decision analysis *European Journal of Operational Research*, 72(3): 443-459, 1994.
- Pereira Filho, O.A., Tannuri-Painto, M.E. e Sousa, M.C.S.,** (2010), Medidas de custo-eficiência dos serviços subnacionais de segurança pública no Brasil: 2001-2006. *Economia Aplicada*, 14(3), 313-338.
- Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento.** *Atlas do Desenvolvimento Humano no Recife*, 2005. Disponível em <http://www.recife.pe.gov.br/pr/secplanejamento/pnud2006/04/04/2013>.
- Ramão, F.P. e Wadi, Y.M.,** (2010), Espaço Urbano e Criminalidade Violenta: Análise da Distribuição Espacial dos Homicídios no Município de Cascavel/PR, *Revista de Sociologia e Política*, 18(35), 207-230.
- Resende, J.P. e Andrade, M.V.,** (2011), Crime Social, Castigo Social: Desigualdade de Renda e Taxas de Criminalidade nos Grandes Municípios Brasileiros. *Estudos Econômicos*, São Paulo, 41(1), 173-195.
- Secretaria de Defesa Social.** *Ocorrências no Município do Recife entre 2006 e 2012*, Relatório nº 117/ 2013/ GACE/ SDS-PE, Governo do Estado de Pernambuco, Gerência de Análise Criminal e Estatística, 2013.
- Shikida, P.F.A.** (2005), Economia do crime: teoria e evidências empíricas a partir de um estudo de caso na penitenciária estadual de Piraquara (PR). *Revista de Economia e Administração*, 4(3), 315-342.
- Slowinski, R. e Vanderpooten, D.** (2000), A Generalized Definition of Rough Approximations Based on Similarity, *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 12 (2), 331-336.
- Soares, L.E.** (2007), A Política Nacional de Segurança Pública: histórico, dilemas e perspectivas. *Estudos Avançados*, 21(61), 77-97.
- Vincke, P.** *Multicriteria decision-aid*. John Wiley & Sons, 1992.