

Distribuição espacial dos postos de combustíveis na cidade de Campina Grande - PB

Wylliam E. A. Silva^{1†}, Ricardo A. Olinda¹, Gilmar B. Silva¹, Mateus S. Peixoto¹, Rivaldo R. Cavalcante Jr².

¹Universidade Estadual da Paraíba, Campus de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia, Departamento de Estatística, PB, Brasil.

²Fundo Municipal de Defesa dos Direitos Difusos PROCON, Campina Grande, PB, Brasil. E-mail: rcavalcantejr@gmail.com.

Resumo: *O presente trabalho teve por objetivo estudar a distribuição espacial dos postos de combustíveis na cidade de Campina Grande - PB. Para isso foi coletado a localização geográfica dos postos, os dados dos postos de combustíveis foram fornecidos pelo Fundo Municipal de Defesa dos Direitos Difusos PROCON (Órgão de defesa do consumidor) de Campina Grande. Para tratamento e análise dos dados foi utilizado o programa computacional R. Os resultados mostram a localização espacialmente dos postos de combustíveis e que seguem um padrão de agrupamento. O método espacial utilizado foi Processo Pontual que é caracterizado pela localização dos pontos e a relação entre eles, para isso usamos o estimador de kernel (“Kernel Estimation”).*

Palavras-chave: Localização; Estrutura Espacial; Processo Pontual.

Abstract: *The present work had for objective was to study the spatial distribution of gas stations in the city of Campina grande - PB. For this, the location geographical of the posts was collected, the data of the posts were obtained through the Municipal Fund for the Defense of Diffuse PROCON (Consumer Protection Agency) of Campina Grande. For treatment and analysis of the data was used the computer program R. The results show the location of the gas stations spatially and following a clustering pattern. The Spatial method used was Point Process which is characterized by the location of the points and the relationship between them, for this we use (“The Kernel Estimation”).*

Keywords: Location; Spatial Structure; Point Process.

Introdução

De acordo com Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (2017), posto de combustível é uma instalação que vende combustível para veículos a motor, os tipos mais comum de combustível vendidos são gasolina ou diesel, alguns postos fornecem combustível alternativos como álcool (etanol combustível) e gás natural. Para que um posto de combustível seja instalado e entre em funcionamento deve passar por uma vistoria minuciosa da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). Em alguns municípios do Brasil tem restrições de distância de um estabelecimento para outro.

[†]Autor correspondente: wylliameduardo99@hotmail.com.

Desta forma, o objetivo deste trabalho é estudar a distribuição espacial dos postos de combustíveis da cidade de Campina Grande na Paraíba, testando hipóteses sobre o padrão observado: se é aleatório, se apresenta-se em aglomerados ou se os pontos estão regularmente distribuídos, por meio de processo pontual, que é caracterizado pela localização dos pontos e a relação entre eles, onde para observar esses aspectos usa-se estimadores de primeira e segunda ordem. Estimadores de primeira são calculados através do estimador de intensidade Kernel, já o de segunda ordem é calculado por funções empíricas.

A distribuição espacial dos postos de combustíveis é um componente importante por fornecer informações básicas para a população visualizar o posicionamento de cada posto, bem como saber onde estão localizados os postos com os preços mais atrativos e servir de referência ao consumidor campinense na hora de abastecer seus veículos.

Material e Método

Segundo Oliveira (2007), Campina Grande é um município brasileiro localizado no interior do estado da Paraíba, na Zona Centro Oriental da Paraíba no planalto da Borborema. A cidade de Campina Grande apresenta uma localização com $7^{\circ} 13' 11''$ de latitude Sul e $35^{\circ} 52' 31''$ de longitude Oeste de Greenwich. Está a uma altitude média de 555 metros acima do nível do mar. Foi fundada em 1 de Dezembro de 1697, ocupa uma área de $620,63 \text{ km}^2$. Com uma população estimada de 409.731 habitantes de acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE de 2019. Possui o segundo maior PIB entre os municípios paraibanos, representando 15,63% do total das riquezas produzidas na Paraíba. As principais atividades econômicas da cidade de Campina Grande são: extração mineral; de beneficiamento e de desenvolvimento de software; comércio varejista, culturas agrícolas; pecuária; indústrias de transformação, atacadista e serviços. Em Campina Grande existem oficialmente 52 bairros. O shapefile do município de Campina Grande foi obtido através do site do IBGE. Os dados para o estudo foram obtidos através do Fundo Municipal de Defesa dos Direitos Difusos PROCON (Órgão de defesa do consumidor) de Campina Grande. Para o tratamento dos dados e análise dos resultados foi utilizado o software gratuito e estatístico R.

Processos Pontuais

De acordo com Câmara e Carvalho (2002), numa visão estatística, processos pontuais são definidos como um conjunto de pontos irregularmente distribuídos em um terreno, cuja localização foi gerada por um mecanismo estocástico. Para sua caracterização, este processo estocástico pode ser descrito em termos dos efeitos de primeira ordem e efeitos de segunda ordem.

Estimação da propriedade de primeira ordem

Os efeitos de primeira ordem é representado por $\lambda(x)$, que é a função intensidade de primeira ordem. Ela indica a intensidade do processo na localização x . Segundo Câmara e Carvalho (2002) os efeitos de primeira ordem, considerados globais ou de larga escala, correspondem a variações no valor médio do processo no espaço.

Considerando-se $Z = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ um conjunto de pontos em uma determinada região A , S uma sub-região de A e dx uma pequena região em torno do ponto x . Assim,

a função intensidade que caracteriza as propriedades de primeira ordem de um processo pontual é dado por

$$\lambda(x) = \lim_{|x| \rightarrow 0} \left\{ \frac{E[Z(dx)]}{|x|} \right\},$$

em que $E[\]$ denota o valor esperado, dx é uma pequena região ao redor do ponto x e $|x|$ é a área desta região.

Estimador de Intensidade (“Kernel Estimation”)

De acordo com Frade (2014) dentre as diversas técnicas existente para representar a forma da distribuição dos pontos, destaca-se a estimação por kernel, a qual consiste num estimador de intensidade do processo pontual por meio da função de kernel.

De acordo com Bailey e Gatrell (1995), x representa uma localização qualquer em A e x_1, \dots, x_n são localizações dos n eventos observados, então um estimador para λ , em x é dado por :

$$\hat{\lambda}_\tau(x) = \frac{1}{\delta_\tau(x)} \sum_{i=1}^n \frac{1}{\tau^2} k\left(\frac{d(x_i; x)}{\tau}\right)$$

em que : $\lambda(x)$: Intensidade de x ; x : Localização arbitrária; τ : Raio de influência; k : Função densidade de probabilidade bivariada; $\delta_\tau(x)$: Volume sob o kernel centrado em x .

Estimação da propriedade de segunda ordem

Efeitos de segunda ordem, denominados locais ou de pequena escala, representam a dependência espacial no processo, proveniente da estrutura de correlação espacial. A técnica de análise espacial que estuda esses efeitos é o método do vizinho mais próximo que consiste em estudar a distribuição espacial entre os eventos pontuais. As técnicas mais utilizadas para estimar as propriedades de segunda ordem são baseadas nas funções empíricas G e K .

Função G

A função G definida por Ripley (1977), é uma função de distribuição acumulada da distância entre um evento e o vizinho mais próximo. O mais simples estimador para a função G é definido por:

$$\hat{G}(h) = \lambda^{-1} \sum_{i=1}^n I_h(h_i),$$

em que, n é o número de pontos arbitrário e aleatório no mapa h_i é a distância do i -ésimo ponto aleatório para o mais próximo dos n eventos analisado no mapa e $I_h(h_i)$ é uma função indicadora igual a 1 quando h_i é menor ou igual a h e 0 caso contrário.

Um estimador não viesado proposto por Ripley (1977) que corrige o efeito de bordas é dado pela equação:

$$\hat{G}(h) = \frac{\sum_{i=1}^n I_h(h_i, d_i)}{\sum_{i=1}^n I_h(d_i)}, \quad h > 0$$

em que d_i é a distância de um evento até o mais próximo na borda do mapa, $I_h(h_i, d_i)$ é uma função indicadora.

Função K

Diggle (2003), mostra que a função G é mais poderosa para detectar eventos regularmente distribuídos. Contudo, este método peca por considerar apenas distâncias pequenas. A função K é uma alternativa ao método do vizinho mais próximo, pois é mais sensível à distâncias maiores.

A função descritiva do padrão espacial com interpretações mais diretas:

$$K(h) = \lambda^{-1} E[N_0(h)],$$

em que $N_0(h)$ é o número de pontos mais próximos dentro de uma distância h de um ponto arbitrário e λ é a intensidade.

O mais simples e natural estimador de $K(h)$ que corrige o efeito de bordas é dado por:

$$\hat{K}(h) = \frac{|\mathbb{S}|}{n^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \frac{I_h(d_{ij})}{w_{ij}}, \quad d > 0$$

em que (d_{ij}) é a distância entre os eventos i e j , $\forall i \neq j$, $I_h(d_{ij})$ é uma função indicadora igual a 1 quando d_{ij} é menor que a distância h e 0, caso contrário; n é o número de eventos no mapa analisado com área $|\mathbb{S}|$; e w_{ij} é um fator de correção que representa a proporção da circunferência ao redor do evento i , passando sobre o ponto j que está dentro de $|\mathbb{S}|$.

Resultados e Discussão

Inicia-se a análise explanatória do material verificando a distribuição espacial dos postos de combustíveis com uma estatística descritiva simples, que é um ramo da estatística que aplica várias técnicas para descrever e sumarizar um conjunto de dados. As representações gráficas dos postos de combustíveis em relação ao preços dos combustíveis gasolina comum e o etanol, estão apresentada na (Figura 1).

A Tabela 1 apresenta algumas estatísticas descritivas obtidas para os preços das variáveis Gasolina Comum e Etanol no mês de junho, no intuito de se fazer um levantamento sobre algumas características importantes.

Os gráficos apresentam as distribuições espaciais dos postos de combustíveis referente ao preço médio no mês de junho. Para a gasolina comum os posto que estão representados na cor vermelha significam que o preço estava acima do valor médio para o mês de junho, já para o etanol é a cor amarela.

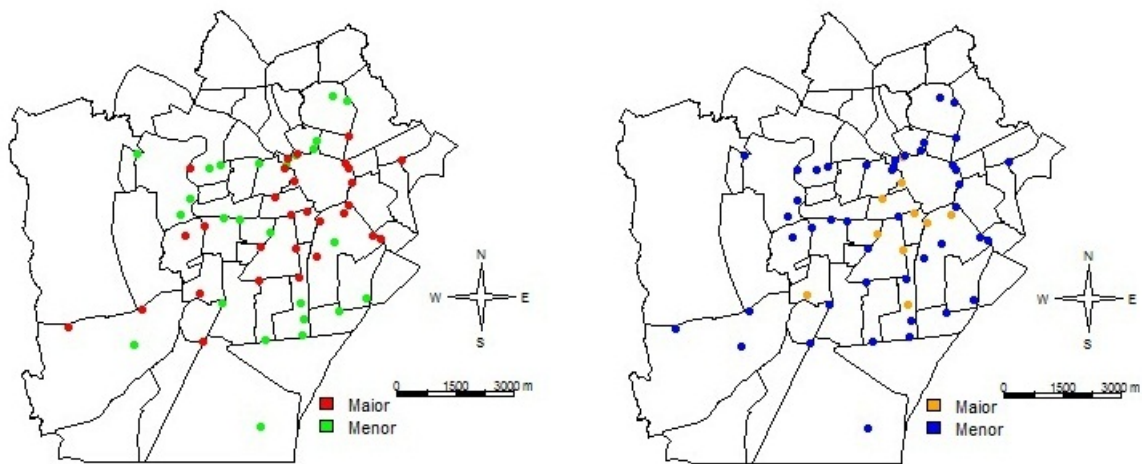


Figura 1: Distribuição espacial dos postos em relação ao preço médio da gasolina comum (mapa esquerdo) e do etanol (mapa direito) no mês de junho na cidade de Campina Grande-PB.

Tabela 1: Estatísticas descritivas para as variáveis

Estatísticas	Gasolina Comum	Etanol
Mínimo	4,3900	3,3900
Máximo	4,5990	3,5990
Média	4,4838	3,5021
Variância	0,0012	0,0024

Visualmente percebe-se que os postos que tem o preços maiores e menores que a média se encontram perto uns dos outros. Os cidadãos campineses podem identificar onde estão localizados os postos de combustível com o preço menor que o preço médio assim economizando dinheiro.

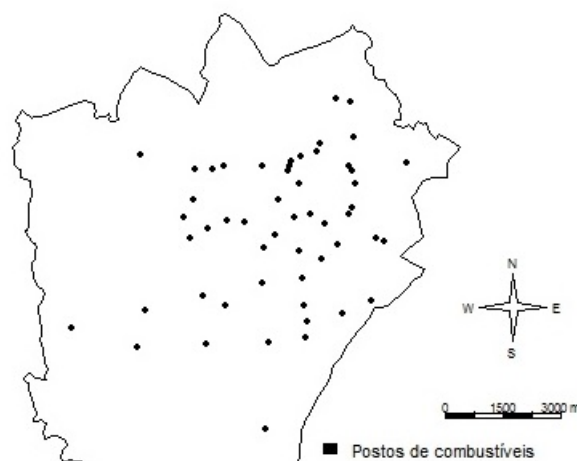


Figura 2: Distribuição espacial dos postos de combustíveis em Campina Grande-PB

O primeiro passo da análise espacial é verificar as propriedades de primeira ordem. Para isso analisa-se a intensidade pontual dos postos de combustíveis por meio do estimador de kernel, analisando-se a Figura 3 percebeu-se que os postos apresentam áreas onde a concentração de postos é considerável, formando-se pequenos agrupamento, porem visualmente é difícil identifica se os postos apresentam algum tipo de padrão sistemático ou (agrupamento ou regularidade).

De acordo com Ripley (1981), está análise é apenas um passo preliminar para entender que tipo de padrão espacial seguem os dados. continuando a análise espacial investiga-se a hipótese de completa aleatoriedade espacial.

A representação gráfica da localização dos postos de combustíveis está representada na Figura 2. Na Figura 2 observa-se que algumas regiões da área em estudo apresentam aglomeração de postos de combustíveis, indicando a falta de homogeneidade no padrão de distribuição dos postos. Esse fato pode ser verificado através avaliação de primeira ordem, analisando a intensidade pontual dos postos por meio do estimador de Kernel.

Teste de kolmogorov-smirnow para completa aleatoriedade espacial

P-valor obtido: $2,195 \times 10^{-6}$. Portanto, ao nível de significância de 5%, rejeita-se a hipótese nula e conclui-se que os postos de combustível segue um comportamento de agrupamento. A intensidade suavizada de kernel para os postos de combustíveis (Figura 3), mostra uma intensidade de posto mais próximos um dos outros no centro da cidade, os veículos que cruzam a cidade tem que passa na maioria das vezes pelo centro da cidade, por isso postos muitos próximos nessa localidade, tem pessoas das cidades circo vizinhas que vem para Campina Grande realizar compras, o que faz com que chegue mais veículos na cidade, assim abastecendo no centro. Segundo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE o numero de veículos na cidade era de 182.241 em 2018.

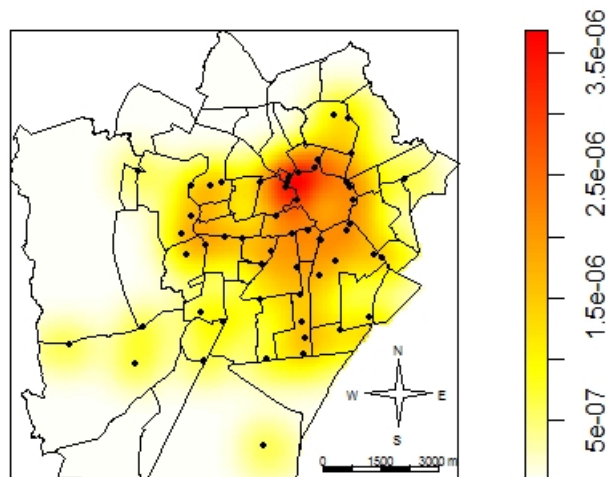


Figura 3: Distribuição espacial dos postos de combustíveis por meio da suavização de Kernel, em que a escala (lado direito) representa a intensidade de pontos por unidade de área na região de estudo.

Conclusão

O desenvolvimento do presente trabalho possibilitou uma análise da distribuição espacial dos postos de combustíveis na cidade de Campina Grande - PB, através do método espacial, processo pontual. Portanto, diante dos resultados expostos, é possível concluir que os postos de combustíveis situado na cidade de Campina Grande - PB segue um padrão de agrupamento.

Por meio da suavização de Kernel, que analisa a intensidade pontual dos postos de combustíveis na região de estudo, pode-se observa que as menores distância entre os postos de combustível se encontra no centro da cidade onde se concentra 16,67% dos postos.

Referências Bibliográficas

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO. *Cartilha do posto revendedor de combustíveis* - 6. ed. - Rio de Janeiro, 2017. 22 p.

BAILEY, T. C.; GATRELL, A. *Interactive spatial data analysis*. Essex: Longman Scientific. New York: Imperial College, 1995. 409p.

CÂMARA, G.; CARVALHO, M. S. *Análise de processos pontuais*. São José dos Campos: INPE, 2002.

DE OLINDA, Ricardo Alves; SCALON, João Domingos. *Métodos de Monte Carlo para análise de processos pontuais marcados*. Rev. Bras. Biom, v. 28, n. 1, p. 39-56, 2010.

DIGGLE, P. J. *Statistical analysis of spatial point patterns*. London: Arnold, 2003. 153p.

FRADE, DJAIR DURAND RAMALHO. *Relações entre fatores ambientais e espécies florestas por metodologia de processo pontuas*. 2014. 94p. Dissertação (Mestrado) - Escola superior de Agricultura "Luiz Queiroz". Piracicaba - SP.

KAWAMOTO, Marcia Tiemi. *Análise de técnicas de distribuição espacial com padrões pontuais e aplicação a dados de acidentes de trânsito e a dados da dengue de Rio Claro-SP..* 53 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Instituto de Biociências de Botucatu, 2012.

OLINDA, RICARDO. ALVES. *Métodos para análise de independência entre marcas e pontos em processos pontuas marcados*. 2008. 90p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras. Lavras - MG.

OLIVEIRA, Júlio César Mélo de. *Campina Grande: a cidade se consolida no século xx* 2007.41p. João Pessoa - PB. Monografia (Graduação em Geografia) Centro de Ciências Exatas e da Natureza. Departamento de Geociências. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa - Campus I.

RIPLEY, B. D. *Spatial Statistics*. New York: Jhon Wiley & Sons, 1981. 183p.

Sigmae, Alfenas, v.9, n.1, p. 35-41. 2020.

30^o Encontro Nacional dos Estudantes de Estatística (ENESTE 2019/Paraíba).