

ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO DOS HIDRANTES URBANOS NO MUNICÍPIO DO NATAL/RN ATRAVÉS DO ESTIMADOR DE DENSIDADE KERNEL

E. M. Rosa¹ e F. M. Silva¹

¹Universidade Federal do Rio Grande do Norte
eliezmazzetti@gmail.com

Artigo submetido em 26/02/2015 e aceito em 07/11/2016
DOI: 10.15628/holos.2016.2804

RESUMO

A existência de hidrantes nas cidades é de suma importância no combate a incêndios, principalmente para garantir o abastecimento de água nos veículos-tanques utilizados pelo corpo de bombeiros. Nesse sentido, o presente estudo teve como objetivo analisar a distribuição desses equipamentos nas zonas administrativas sul, leste e oeste da cidade do Natal, Estado do Rio Grande do Norte (RN). Na primeira etapa, os equipamentos foram localizados através da ferramenta *Street View* do *software Google Earth*. As coordenadas geográficas foram obtidas através do modo de visualização Terra e depois conferidas in loco por meio de equipamento de navegação por satélite (GPS - *Global Position System*). Foram localizados e registrados um total de 110 hidrantes nas três regiões. Destes registros, utilizando o *software ArcGIS 9.3*, foi gerado um arquivo vetorial de pontos e por meio das

ortofotocartas na escala 1:2000, a localização geográfica de cada equipamento foi ajustada e convertida para projeção Universal Transversa de Mercator no Datum SAD69 e Zona 25 sul. Como método de análise de distribuição espacial, utilizou-se o estimador de densidade Kernel. O resultado observado foi uma distribuição geometricamente irregular de hidrantes nas três zonas administrativas analisadas, com algumas zonas com grande concentração e outras com ausência total de equipamentos. Assim, o uso desta ferramenta integrada ao Sistema de Informações Geográficas – SIG demonstrou ser útil para a localização espacial dos hidrantes e para nortear o planejamento para a instalação de novos equipamentos em zonas ainda não atendidas, uma vez que se trata de equipamentos essenciais para a segurança humana e proteção do patrimônio público e privado no combate a incêndios.

PALAVRAS-CHAVE: Rio Grande do Norte, incêndios, densidade, distribuição, hidrantes.

ANALYSIS OF THE DISTRIBUTION OF URBAN HYDRANTS IN NATAL CITY/RN THROUGH THE DENSITY KERNEL ESTIMATOR

ABSTRACT

The existence of fire hydrants in cities is of paramount importance in fighting, mainly to ensure water supply in vehicle stank sused by the fire department. In this sense, the present study aimed to analyse the distribution of such equipment in the south, east and West administrative areas of the city of Natal, Rio Grande do Norte (RN). In the first stage, the equipment was located through the Street View tool Google Earth software. The geographical coordinates were obtained through the Earth view mode and then, conferred in place through satellite navigation device (GPS - Global Positioning System). They were located and recorded 110 hydrants in the three regions. These records, using ArcGIS 9.3 software, was generated a vector file points and through ortofotocartas in scale 1:2000, the geographical location of each piece of equipment was adjusted and converted to projection Universal Transverse Mercator in SAD69 Datum and Zone 25 South. As spatial distribution

analysis method, we used the kernel density estimator. The result observed was a geometrically irregular distribution of hydrants in the three administrative areas analysed, with some areas with great concentration and others with total lack of equipment. Thus, the use of this integrated tool to Geographic Information System - GIS proved to beuseful for the spatial location of hydrant sand to guide planning for the installation of new equipment in unmet areas, since it is essential equipment for human security and protect public and private property during fire fighting.

KEYWORDS: Rio Grande do Norte, fires, density, distribution, hydrants.

1 INTRODUÇÃO

Em uma situação de incêndio, as equipes do Corpo de Bombeiros deslocam-se com unidades móveis especiais, denominadas auto-tanques, até o local da ocorrência. Apesar de ser a principal fonte de suprimento de água, estas unidades são veículos pesados e possuem uma capacidade limitada de armazenamento, onde acabam sendo difíceis de manobrar nas grandes cidades, principalmente, devido ao trânsito caótico, o que acaba comprometendo o fator tempo-resposta no atendimento às ocorrências (ONO, 2000).

Atenta a esses fatores, Ono (2000) chama a atenção para um equipamento simples, de menor custo e fundamental para um melhor atendimento às ocorrências de incêndios, o hidrante urbano. Conectado a uma rede de abastecimento de água, este equipamento é interligado ao auto-tanque através de uma mangueira fazendo com que a unidade fique suprida de água no momento da ocorrência (Figura 1).



Figura 1: Interligação do hidrante urbano ao auto-tanque através de mangueira de abastecimento. Fonte: Jornal T1noticias¹, 2014.

Desta forma, Ono (2000) considera que a instalação de hidrantes urbanos nas áreas urbanas é de melhor eficácia e economicamente viável, porém desde que sua disposição ocorra de forma coerente e objetiva, a fim de cobrir todas as áreas da cidade.

Nesse sentido, a utilização de um Sistema de Informações Geográficas (SIG) vem a ser de fundamental importância na gestão destes equipamentos na cidade.

Câmara e Davis (2001, p. 1), explicam que os Sistemas de Informação Geográfica (SIG):

[...] realizam o tratamento computacional de dados geográficos e recuperam informações não apenas com base em suas características alfanuméricas, mas também através de sua localização espacial; oferecem ao administrador (urbanista, planejador, engenheiro) uma visão inédita de seu ambiente de trabalho, em que todas as informações disponíveis sobre um determinado assunto que estão ao seu alcance, inter-relacionadas com base no que lhes é fundamentalmente comum – a localização geográfica.

¹ Disponível em: <http://www.t1noticias.com.br/cidades/quantidade-de-hidrantes-e-insuficiente-e-pode-prejudicar-trabalho-dos-bombeiros/46286/>. Acesso em: abr. 2014.

Nesse contexto, a partir da localização geográfica dos hidrantes, os questionamentos: Onde? O que? Como? Poderão ser respondidos prontamente através de um SIG. Pois, além de oferecer uma visão geral da distribuição dos hidrantes urbanos instalados, poderá auxiliar na identificação de novos pontos de instalação, com base no que estabelece a legislação vigente.

Assim, esse trabalho tem como objetivo analisar a distribuição dos hidrantes urbanos instalados nas regiões administrativas Sul, Leste e Oeste no município do Natal/RN através de um Sistema de Informações Geográficas e estimador de densidade *Kernel*.

1.1 Aspectos legais

No que diz respeito à legislação que trata sobre rede de distribuição de água para abastecimento público, a Norma Brasileira - NBR 12218: 1994 fixa as condições exigíveis na elaboração de projeto de rede de distribuição de água (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1994).

Segundo Ono (2000, p. 537), a norma se mostra vaga, pois os “critérios básicos para implantação se apresentam de forma extremamente sucinta, sendo necessária a elaboração de um documento específico que garanta um bom desempenho dos hidrantes urbanos”.

Alguns Estados da federação brasileira elaboraram tais documentos regulando as condições mínimas para a instalação dos hidrantes. O estado de São Paulo, por meio da Secretaria de Estado dos Negócios da Segurança Pública, por exemplo, elaborou a Instrução Técnica 34/2010, que estabelece as condições mínimas para a instalação do hidrante urbano, o que acabou se tornando referência para outros Estados.

Desta forma, a Secretaria de Segurança Pública e da Defesa Social do Estado do Rio Grande do Norte (SESED) através do Gabinete do Comando Geral do Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio Grande do Norte (GAB CMDO/CBMRN) publicou a Portaria nº191/2013 – adotando a Instrução Técnica 34/2010 como o documento referência para a instalação de hidrante urbano no Rio Grande do Norte.

A Instrução técnica nº34/2010 determina que a concessionária local dos serviços de águas e esgotos – Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN) - em conjunto com o Corpo de Bombeiros estabelecerá os locais para a instalação dos hidrantes urbanos e, para cada equipamento, será delimitado um raio de ação de 300 metros até que toda a área urbana no município seja totalmente atendida por este benefício, após o que ele poderá ser estendido à área rural (SECRETARIA DE ESTADO DOS NEGÓCIOS DA SEGURANÇA PÚBLICA, 2010).

No que diz respeito às leis brasileiras que tratam sobre os hidrantes urbanos, denominados anteriormente de hidrantes públicos, a Norma Brasileira - NBR 5667-1: 2006 define o hidrante de coluna como sendo um dispositivo instalado sobre o piso de passeios públicos, com corpo cilíndrico e três saídas, utilizadas para combate a incêndios (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2006).

2 METODOLOGIA

2.1 Área de estudo

A área de estudo compreende 29 bairros e 1 unidade de conservação estadual – Parque das Dunas, distribuídos nas três zonas administrativas Sul, Leste e Oeste no município do Natal/RN, equivalente a uma área de 10.964,74ha (NATAL, 2014) (Figura 2).

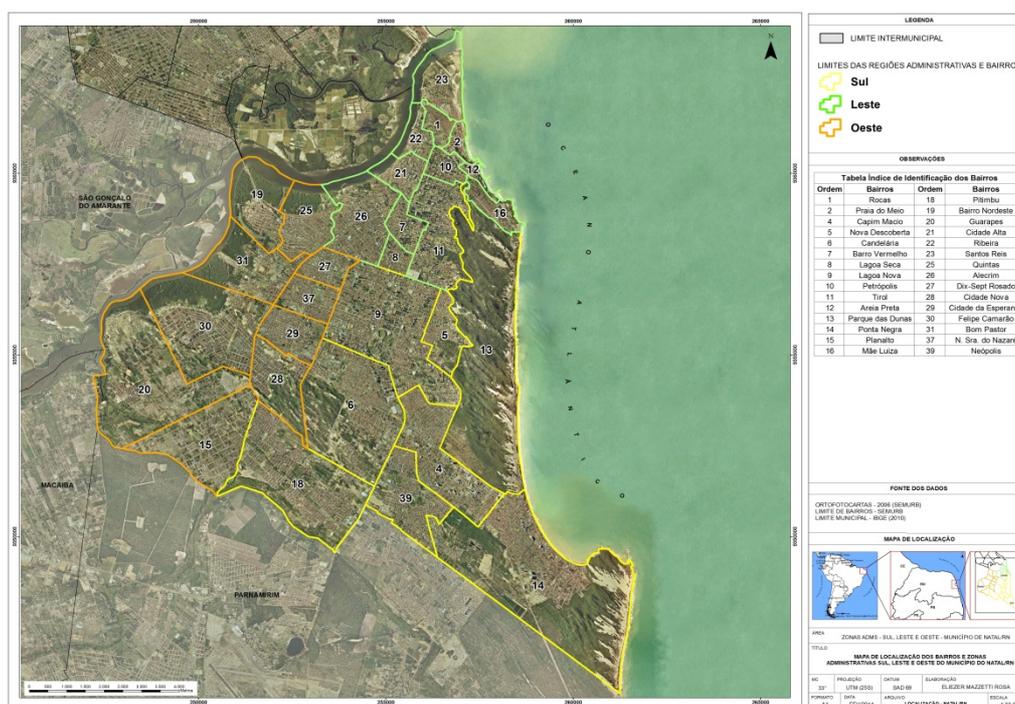


Figura 2: Mapa no município do Natal, destacando as três zonas administrativas e respectivos bairros. Fonte: Autor, 2014.

2.2 Materiais

Através da Unidade de Operação e Manutenção de Águas (UNAS) da CAERN - Regional Natal Sul (RNS), obteve-se os endereços dos hidrantes urbanos instalados nas zonas administrativas Sul, Leste e Oeste no município do Natal/RN.

A partir desses endereços utilizou-se o recurso *Street View* do software *Google Earth* para identificar os equipamentos já instalados e capturar suas respectivas imagens, a fim de, compor um banco de imagens, como também, através do modo visualização da terra coletar as coordenadas geográficas.

Os hidrantes que não puderam ser visualizados através do recurso *Street View* foram fotografados e georeferenciados *in loco* por meio do aparelho de navegação por satélite (*Global Positioning System- GPS*), da marca *Garmin* Modelo 62SC com câmera acoplada. Após a obtenção das coordenadas geográficas dos hidrantes via *Google Earth* e em campo, utilizando o software *ArcGIS 9.3*, foi gerado um arquivo vetorial (*shapefile*) de pontos, no qual através das ortofotocartas na escala 1:2000 do ano de 2006, as coordenadas geográficas destes equipamentos foram

ajustadas e convertidas para a projeção Universal Transversa de Mercator (UTM) no DATUM SAD69.

Com relação à análise da distribuição dos hidrantes, a ferramenta utilizada nesse estudo para examinar tal comportamento, estimando a intensidade pontual em toda região foi o estimador de densidade de *Kernel*.

Segundo Câmara e Carvalho (2004, p. 5), a técnica de *Kernel* consiste em:

Examinar o comportamento dos padrões pontuais, estimando a intensidade pontual do processo em uma região de estudo, ponderando-os pela distância de cada um à localização de interesse, por meio de um ajuste de uma função bidimensional dos eventos considerados, compondo em uma superfície da qual o valor será proporcional das amostras por unidade de área.

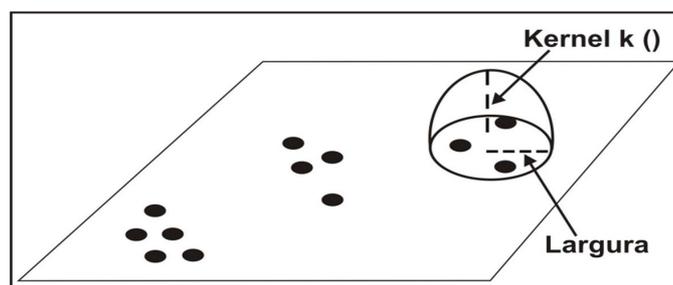


Figura 3: Estimador de intensidade de distribuição de pontos. Fonte: Câmara e Carvalho, 2004.

Souza et al. (2013, p. 4453) explicam que “se S é uma localização arbitrária na região R e $S_1, S_2, S_3, \dots, s_n$, são localizações de N eventos observados, então a intensidade, $\lambda(S)$, em S é estimada através da equação 1”.

Equação 01:

$$\lambda(s) = \frac{1}{\delta\tau(s)} \sum_{i=1}^n \frac{1}{\tau^2} k\left(\frac{s-s_j}{\tau}\right)$$

Onde:

$\lambda(s)$ → Intensidade em s ;

s → localização arbitrária;

τ → raio de influência;

k → função densidade de probabilidade bivariada;

$\delta\tau(s)$ → volume sob o *Kernel* centrado em s .

Fonte: Câmara e Carvalho, 2004.

Desta forma, através do estimador *Kernel* foi possível observar o padrão da distribuição espacial dos hidrantes urbanos instalados no município.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A instalação do hidrante urbano está condicionada na primeira emissão ou renovação do Atestado de Vistoria do Corpo de Bombeiros (AVCB ou “Habite-se”) de um empreendimento. Nesse sentido, foram contabilizados 110 hidrantes instalados e distribuídos nas três zonas administrativas do Natal/RN, sendo a zona Sul a com maior número de equipamentos instalados, seguido pela zona Leste e Oeste, conforme a tabela 1.

Tabela 1: Distribuição de hidrantes por zona administrativa do Natal/RN.

Zona Administrativa	Quantidade
Sul	52
Leste	49
Oeste	9
Total	110

Fonte: Autor, 2014.

Com relação à quantidade de hidrantes instalados por bairro, a tabela 2 apresenta a distribuição destes equipamentos nos 29 bairros e unidade de conservação que compõem as 3 zonas administrativas.

Tabela 2: Distribuição de hidrantes por bairro em Natal/RN.

Bairros	Quantidade de hidrantes instalados	Bairros	Quantidade de hidrantes instalados
Lagoa Nova	15	N. S. de Nazaré	1
Ponta Negra	12	Nova Descoberta	1
Cidade Alta	12	Areia Preta	1
Alecrim	11	Planalto	1
Candelária	8	Praia do Meio	1
Capim Macio	8	Felipe Camarão	1
Tirol	8	Rocas	1
Petrópolis	6	Quintas	1
Neópolis	5	Bom Pastor	0
Barro Vermelho	4	Mãe Luiza	0
Lagoa Seca	3	Bairro Nordeste	0
Ribeira	2	Guarapes	0
Pitimbu	3	Santos Reis	0
Dix-Sept Rosado	3	Cidade Nova	0
Cidade da Esperança	2	Parque das Dunas ²	0

Fonte: Autor, 2014.

Os bairros de Lagoa Nova e Ponta Negra, ambos pertencentes à zona administrativa Sul, juntos correspondem a 24,54% do total de equipamentos instalados.

Na figura 4 é possível observar a distribuição dos 110 hidrantes nos 29 bairros e nas 3 zonas administrativas. Nota-se que tal distribuição não ocorre de forma homogênea em todos os bairros, pois na área em destaque há uma concentração excessiva de hidrantes instalados, enquanto que no extremo oeste da cidade não existe hidrantes instalados.

² Parque das Dunas é considerado unidade de conservação, desta forma não há lei de criação do bairro Parque das Dunas.



Figura 4: Distribuição dos hidrantes urbanos por bairros e zonas administrativas Sul, Leste e Oeste. Fonte: Autor, 2014.

A Instrução Técnica nº 34/2010, determina um raio de ação para cada hidrante equivalente a 300 metros, cabendo atender toda a área urbana (SECRETARIA DE ESTADO DOS NEGÓCIOS DA SEGURANÇA PÚBLICA, 2010). Assim, através do software ArcGIS 9.3 foram gerados os raios de ação para cada um dos 110 hidrantes urbanos instalados (Figura 5).

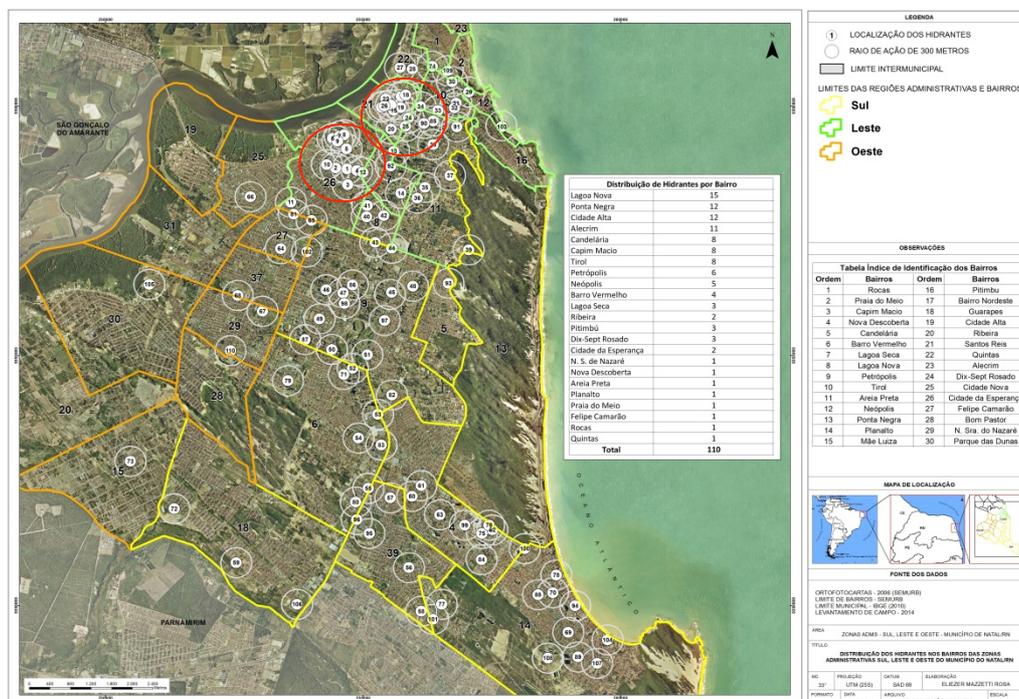


Figura 5: Raio de ação de 300 metros dos hidrantes urbanos instalados zonas administrativas Sul, Leste e Oeste. Fonte: Autor, 2014.

O resultado mostra um conflito de sobreposições de raios de ação, principalmente, nos bairros Alecrim, Tirol e Cidade Alta (em destaque), demonstrando a falta de gestão da quantidade de equipamentos instalados.

Com relação à distribuição dos equipamentos, o estimador de densidade *Kernel* da ferramenta de análise espacial do *software ArcGIS 9.3* foi utilizado para verificar o padrão de distribuição espacial dos hidrantes urbanos pelos bairros e, conseqüentemente, nas zonas administrativas Sul, Leste e Oeste (Figura 6).

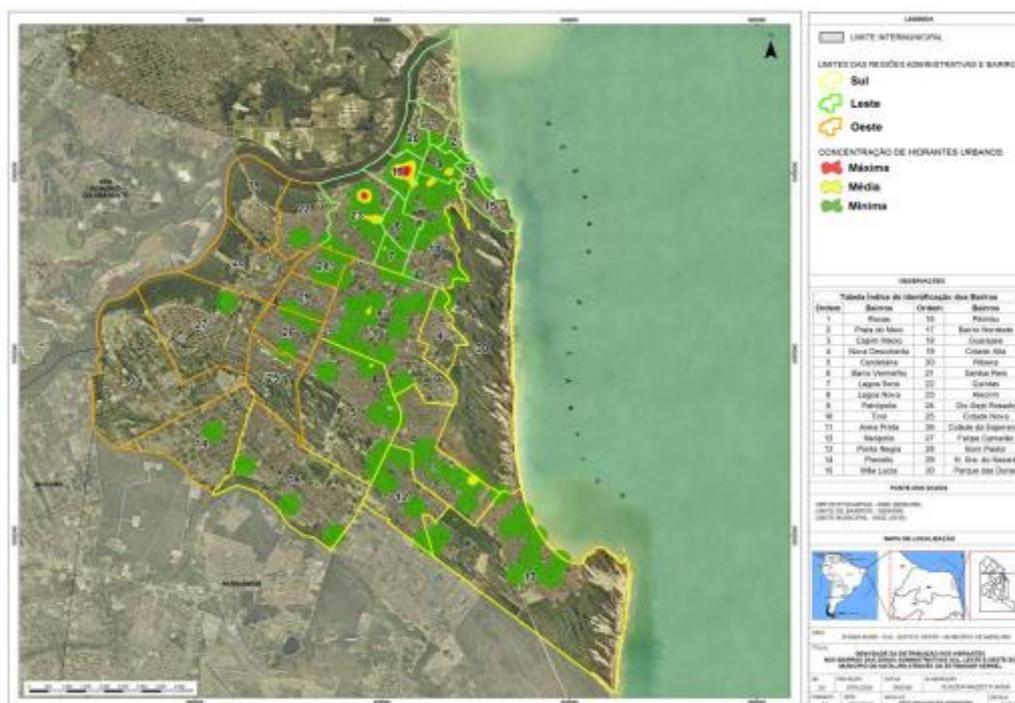


Figura 6: Estimador de densidade *Kernel* da distribuição dos hidrantes instalados. Fonte: Autor, 2014.

Como pode ser observado na figura 6, as “zonas quentes” ou *hot spots*, representadas pela cor vermelha no mapa, são aquelas cuja densidade é máxima de hidrantes instalados, já a cor verde representa às “zonas frias”, onde refere-se à densidade mínima de hidrantes e a cor amarela à densidade média de equipamentos instalados.

Após aplicar o estimador percebe-se que o padrão de distribuição dos hidrantes é geometricamente irregular, porém não aleatório com ocorrência de aglomeração nas zonas Sul e Leste, sendo nesta última, os bairros de Cidade Alta e Quintas com concentração máxima de equipamentos. Já na zona Sul os bairros de Capim Macio, Lagoa Seca e Candelária os resultados são de intensidade média de distribuição de equipamentos.

4 CONCLUSÃO

Utilizando o estimador de densidade *Kernel*, junto ao SIG, verificou-se um padrão de instalação de hidrantes não-aleatório. Esse resultado está associado à obrigatoriedade da instalação do hidrante por parte do empreendedor no momento da renovação ou emissão do primeiro AVCB ou “Habite-se”, ou seja, há uma motivação para sua existência naquele local,

justificando a forma geometricamente irregular da distribuição dos hidrantes, com ocorrências de aglomeração nos bairros de Cidade Alta e Alecrim, ambos na zona Leste.

A Instrução Técnica nº34/2010 estabelece que toda a cidade deva estar coberta por hidrantes. Entretanto, a motivação para a instalação do hidrante urbano está associada ao surgimento de um novo empreendimento e/ou na renovação de sua atividade e não no princípio da prevenção, que garante a segurança das vidas humanas, do patrimônio público e privado, sendo necessária uma melhor distribuição de hidrantes em quantidade suficiente para cobrir toda a área urbana da cidade do Natal/RN.

Assim, o uso de um Sistema de Informações Geográficas demonstrou o quão é importante na análise da identificação e distribuição dos hidrantes urbanos, sendo uma ferramenta de gestão na instalação de novos equipamentos no espaço urbano, otimizando a escolha dos novos locais.

5 REFERÊNCIAS

- ABNT NBR 12218, de 30 de julho de 1994. Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público. São Paulo: Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- ABNT NBR 5667-1, de 28 de fevereiro de 2006. Hidrantes urbanos de incêndio de ferro fundido dúctil Parte 1 - Hidrantes de coluna. São Paulo: Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- Câmara, G., & Davis, C. (2001). Arquitetura de sistemas de informação geográfica. In G. Câmara, C. Davis, A. M. Vieira (Orgs). Fundamentos de Geoprocessamento (pp. 1-35). São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Recuperado de <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/tutoriais/fundamentos/>.
- Câmara, G., & Carvalho, M. S. (2004). Análise espacial de eventos. In S. Druck, M. S. Carvalho, G. Câmara, G. Monteiro (Eds). Análise Espacial de Dados Geográficos. (pp. 55-75). Planaltina: Embrapa Cerrado.
- Secretaria de Estado dos Negócios da Segurança Pública. (2010). Instrução Técnica nº 34 - Hidrante urbano. São Paulo: Polícia Militar do Estado de São Paulo. Recuperado de http://www.corpodebombeiros.sp.gov.br/rev_it/IT34.pdf.
- Secretaria de Meio Ambiente e Urbanismo do Natal. (2014). Anuário Natal. Natal: Autor. Recuperado de http://www.natal.rn.gov.br/semurb/paginas/ctd-102.html#legislacao_div.
- Ono, R. (2000). Rede de hidrantes urbanos para proteção contra incêndio em áreas urbanas: A situação atual e seu aprimoramento. Resumos do Congresso Ibérico e V Congresso Ibero - Americano de Energia Solar, São Paulo, SP, Brasil.10 e 3. (pp. 535-543). Recuperado de <http://www.lmc.ep.usp.br/grupos/gsi/wp-content/nutau/ono002.pdf>.
- Souza, G. M., Medeiros, C. N., & Pinheiro, F. S. A. (2013). Correlações espaciais entre ocorrência de homicídios e concentração de aglomerados subnormais em Fortaleza. Anais do Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Foz de Iguaçu, PR, Brasil.15. (pp. 4451-4458). Recuperado de <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2013/files/p1410.pdf>.