

MODO ALTERNATIVO BASEADO NA OCUPAÇÃO DO SOLO PARA A DISTRIBUIÇÃO DE HIDRANTES URBANOS

Alternative Mode Based on Soil Occupation for the Distribution of Urban Hydrants

Rafael Cavalcanti Bizerra

Universidade de São Paulo (EESC-USP)

Pós-graduação em Engenharia de Transportes – STT Endereço da Instituição
Av. dos Trabalhadores São-carlense, 400 - Parque Arnold Schimidt, São Carlos - SP, 13566-
590rafael.bizerra@usp.br

Paulo Cesar Lima Segantine

Universidade de São Paulo (EESC-USP)

Pós-graduação em Engenharia de Transportes – STT Endereço da Instituição
Av. dos Trabalhadores São-carlense, 400 - Parque Arnold Schimidt, São Carlos - SP, 13566-
590pclsegantine@usp.br

Resumo:

Em áreas urbanas o hidrante é o principal meio de abastecimento de viaturas em atendimento a ocorrências de incêndios. Atualmente no Estado de São Paulo os municípios possuem dificuldades para atender a quantidade de hidrantes urbanos prevista pelo Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo. O objetivo deste trabalho é apresentar um modo alternativo para uma eficiente distribuição espacial de hidrantes para a cidade de São Carlos SP, baseado na ocupação do solo. Para isso pretende-se estruturar uma base de dados georreferenciada em uma plataforma de Sistema de Informação Geográfica – SIG, com a finalidade de analisar dados alfanuméricos de forma geográfica, podendo compreender padrões espaciais e classificar áreas com maiores probabilidades de incêndios. Gerando como resultado um modo de distribuição que melhor atenda a demanda de possíveis incêndios.

Palavras-chave: hidrantes urbanos, ocupação do solo, distribuição.

Abstract

In urban areas the fire hydrant is the main means of supplying vehicles in response to fire events. Currently, in the State of São Paulo, the municipalities have difficulties to meet the amount of urban hydrants provided by the Fire Brigade of the Military Police of the State of São Paulo. The objective of this work is to present an alternative way for an efficient spatial distribution of hydrants to the city of São Carlos-SP, based on the occupation of the soil. For this purpose, we intend to structure a georeferenced database in a Geographic Information System (GIS) platform, with the purpose of analyzing alphanumeric data in a geographic way, being able to understand spatial patterns and classify areas with higher probability of fires. Generating as a result a distribution mode that best meets the demand for possible fires.

Keywords: urbanhydrants, landoccupation, distribution.

1.INTRODUÇÃO

No atendimento a uma ocorrência de incêndio, as viaturas tanque são as principais fontes de abastecimento de água para o combate as chamas, porém o volume destes veículos é finito e caso não seja suficiente para o controle do incêndio, a viatura precisa buscar suprimento no ponto de captação de água mais próximo.

Em áreas urbanas o hidrante é a principal fonte de captação de água pelas viaturas do corpo de bombeiros, em situação de combate a incêndios. Permitindo que o combate as chamas ocorra de forma intermitente. De acordo com Manual..., (2006, p.23), a falta de um hidrante próximo ao local da ocorrência dificulta o combate, uma vez que a viatura necessita se deslocar até o hidrante mais próximo e voltar ao local da ocorrência, procedimento que possivelmente provoque aumento nas proporções do sinistro em virtude da descontinuidade no combate.

Para Ono (2000), o hidrante urbano é o equipamento de combate a incêndios de melhor relação custo-benefício, quando a instalação é planejada e ocorre em locais prioritários. Porém algumas cidades paulistas possuem dificuldades em acompanhar o acelerado espalhamento urbano. E com isso nem sempre os hidrantes estão próximos ao local das ocorrências de incêndio, devido as cidades apresentarem dificuldades em atender a quantidade dos dispositivos prevista pelo Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo - CBPMESP (principalmente em decorrência do alto custo de implantação dos equipamentos). Esta dificuldade é constatada por Bizerra (2014), que através de um inventário, levantou a quantidade de hidrantes urbanos em 21 cidades no Estado, existindo uma deficiência média de 216 equipamentos, para atender a quantidade prevista pela Instrução Técnica (IT) Nº 34/2011 - Hidrante Urbano do CBPMESP.

No sentido de apoiar e otimizar o planejamento da distribuição de hidrantes em áreas prioritárias, este trabalho apresenta um modo para uma eficiente distribuição espacial dos hidrantes urbanos na cidade de São Carlos SP, priorizando a distribuição dos equipamentos conforme a ocupação do solo. Para alcançar este objetivo, o trabalho estrutura uma base de dados georreferenciada, em uma plataforma de Sistema de Informação Geográfica – SIG, com a finalidade analisar dados alfanuméricos de forma geográfica, podendo então compreender padrões espaciais e classificar áreas com maiores probabilidades à ocorrência de incêndios.

1.1 Aspectos Legais

No Brasil os principais guias para a distribuição de hidrantes urbanos são: a ABNT NBR 12.218/1994 - Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público (ABNT, 1994); e a Instrução Técnica do CBPMESP Nº 34/2011 – Hidrante Urbano, que apresenta instruções para distribuição de hidrantes em municípios conveniados atendendo ao previsto no Decreto Estadual nº 56.819/11. Comparando a IT Nº 34/2011 e a ABNT NBR 12.218/1994, é possível verificar que a IT é mais exigente do ponto de vista de oferecer maior segurança à população. É neste sentido que o estudo utilizará a IT Nº 34/2011 como base.

Para a instrução técnica os hidrantes urbanos devem ser instalados com uma distância máxima entre os equipamentos de 600 m (com raio de cobertura de 300 m), essa forma matricial de alocação gera “vazios” em meio aos raios de atendimento. Estas características podem ser visualizadas na Figura 1.

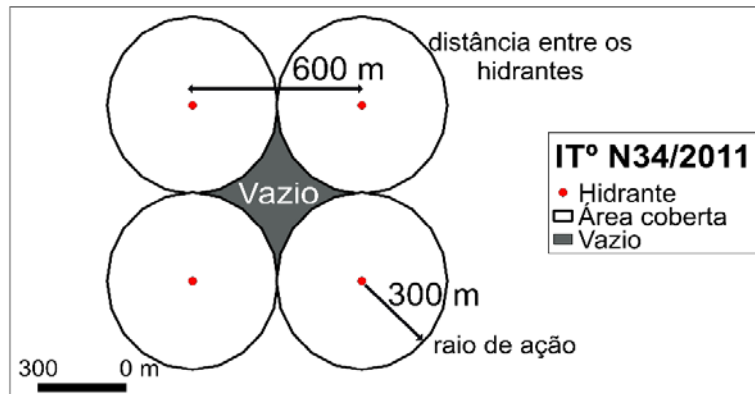


Figura 1: Áreas de cobertura pelos equipamentos e vazios
Fonte: Autor

Para Bizerra e Segantine (2018), um dos principais fatores que dificultam as cidades a possuírem a quantidade de hidrantes indicada pela IT N° 34/2011 é o custo de instalação de cada equipamento, onde segundo os autores, a disposição de um equipamento seguindo as diretrizes da instrução técnica tem um custo aproximado de R\$ 30.000.

Com a finalidade de entender a distribuição de hidrantes urbanos, este estudo levantou a quantidade e o posicionamento geográfico dos equipamentos instalados na cidade de São Carlos-SP, verificando se estes estão de acordo com os assentamentos urbanos.

2.DESENVOLVIMENTO

O método de trabalho e o fluxo de desenvolvimento do estudo são apresentados na Figura 2.

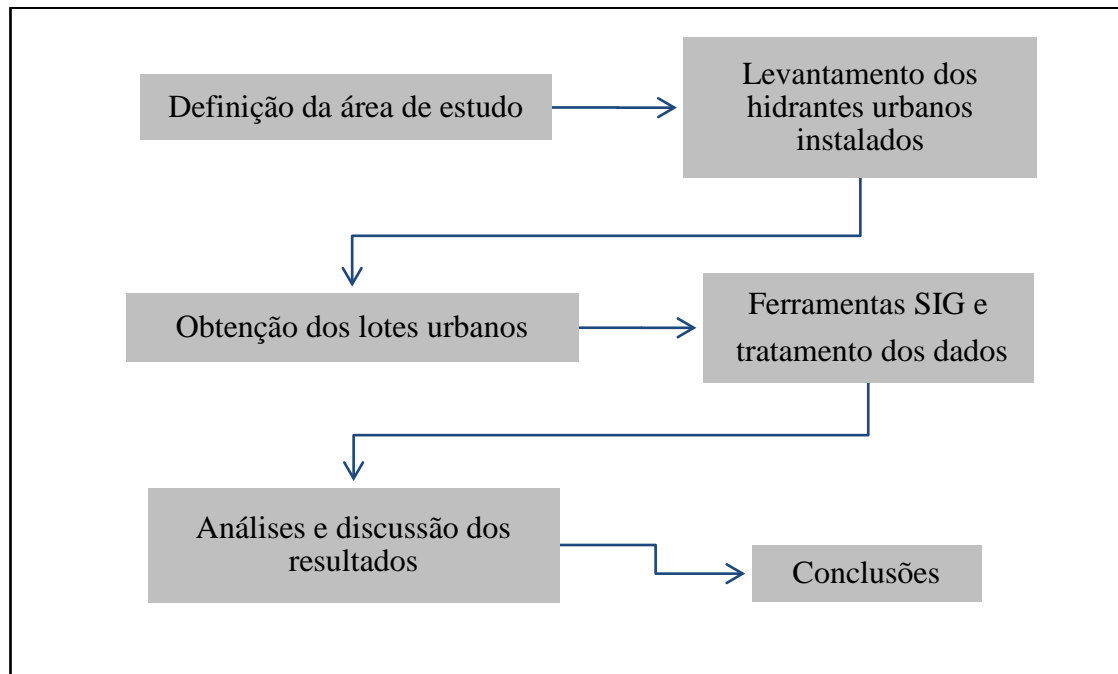


Figura 2 - Plano de trabalho realizado

2.1. Definição da Área de Estudo

A área de estudo compreende a cidade de São Carlos, que está localizada na região central do Estado de São Paulo, em uma área aproximada de 81 km², com uma população estimada de 246.000 habitantes (IBGE, 2017). A Figura 3, apresenta a localização da área de estudo.

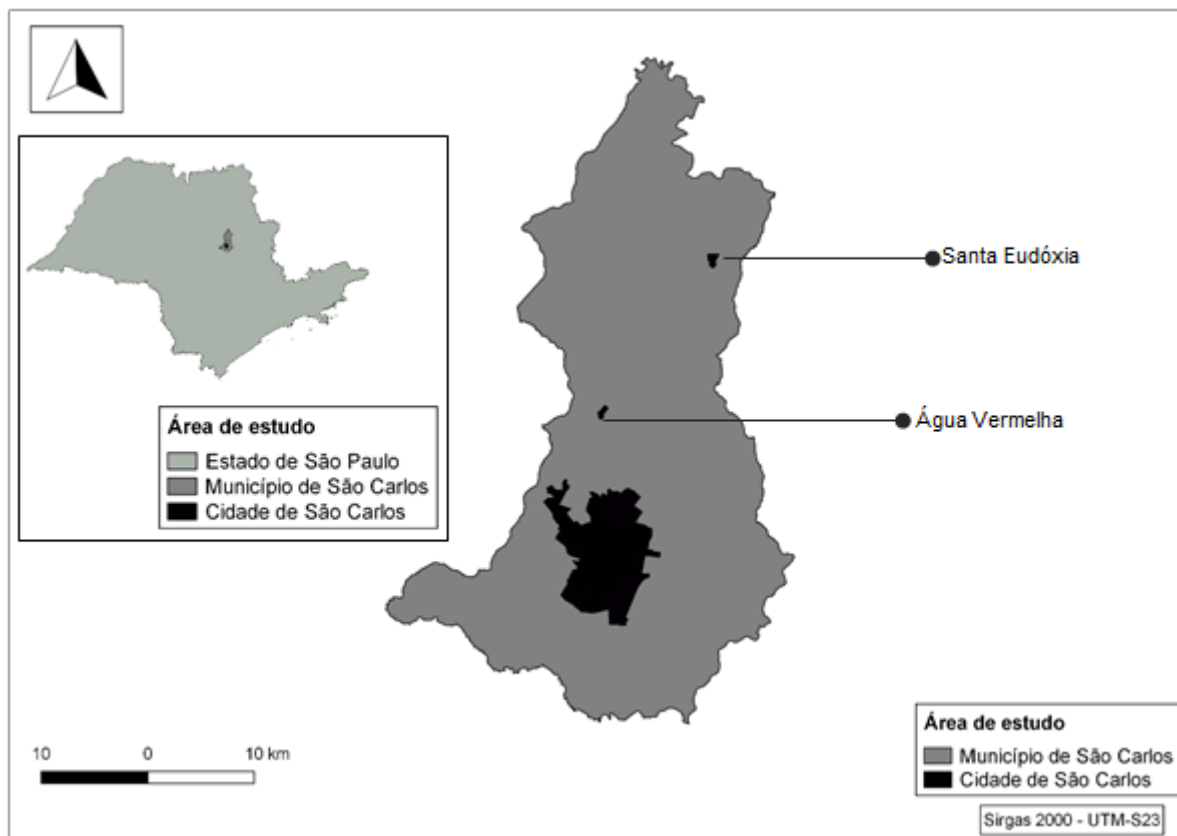


Figura 3 - Localização do Município de São Carlos-SP, destacando a área urbana

A área urbana concentra 95% da população. As áreas indicadas na Figura 3, são os distritos de Água Vermelha e Santa Eudóxia que pertencem a área urbana, porém não serão consideradas em virtude destas áreas serem pouco representativas quanto a ocupação urbana.

2.2. Levantamento dos Hidrantes Urbanos Instalados

Após obter o endereçamento dos hidrantes com o Grupamento de Bombeiros local, os equipamentos foram levantados com o uso de dois receptores *Global Positioning System* - GPS da marca Leica modelo System 300. Realizou-se o levantamento com a aplicação do método de posicionamento relativo estático rápido. O levantamento dos hidrantes utilizou como referência uma estação localizada no Departamento de Engenharia de Transportes da EESC-USP, cujas coordenadas geográficas geodésicas foram $\phi = - 22^\circ 00' 17,784''$, $\lambda = - 47^\circ 53' 57,02''$ e $h = 822,052$ m. Para o processamento dos dados foi utilizado o programa SKY/Leica, de acordo com procedimentos indicados no manual do usuário.

O pós-processamento atendeu as exigências de precisão do trabalho, e na Figura 4, é possível verificar os hidrantes levantados, juntamente com as suas áreas de cobertura, com a aplicação da técnica de *Buffers* com 300 m de raio (uma área de aproximadamente 0,283 km²) seguindo as orientações da IT N° 34/2011.

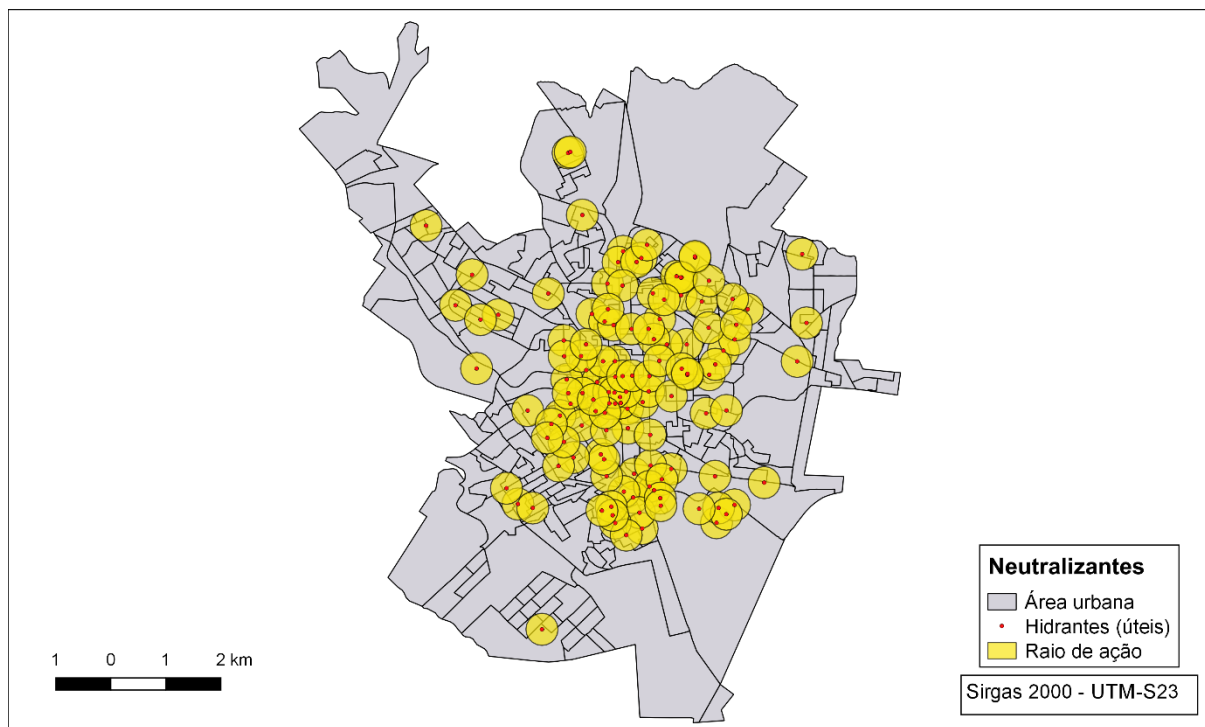


Figura 4 – Hidrantes urbanos levantados e área de cobertura (2014)

No ano de 2014 na cidade de São Carlos-SP, havia 128 hidrantes instalados, a quantidade prevista para a cidade pela Instrução Técnica N° 34/2011 do CBPMESP era de 287, ou seja, havia uma ineficiência de 159 equipamentos para o total atendimento da instrução técnica.

2.3. Obtenção dos Lotes Urbanos

Conforme os dados obtidos em formato Shapefile, projeção UTM, Datum: SAD-69, Fuso 23naSecretaria Municipal de Habitação e Desenvolvimento Urbano–SMH DU, da prefeitura municipal de São Carlos-SP, em 2017 o arquivo possuía o registro de 87.051 lotes, destes 60.375 continham atributos de endereçamento. Na Figura 5, é possível verificar os 60.375 lotes utilizados no estudo, já transformados em Datum: SIRGAS2000, projeção UTM com o uso do software Qgis 2.18.6.

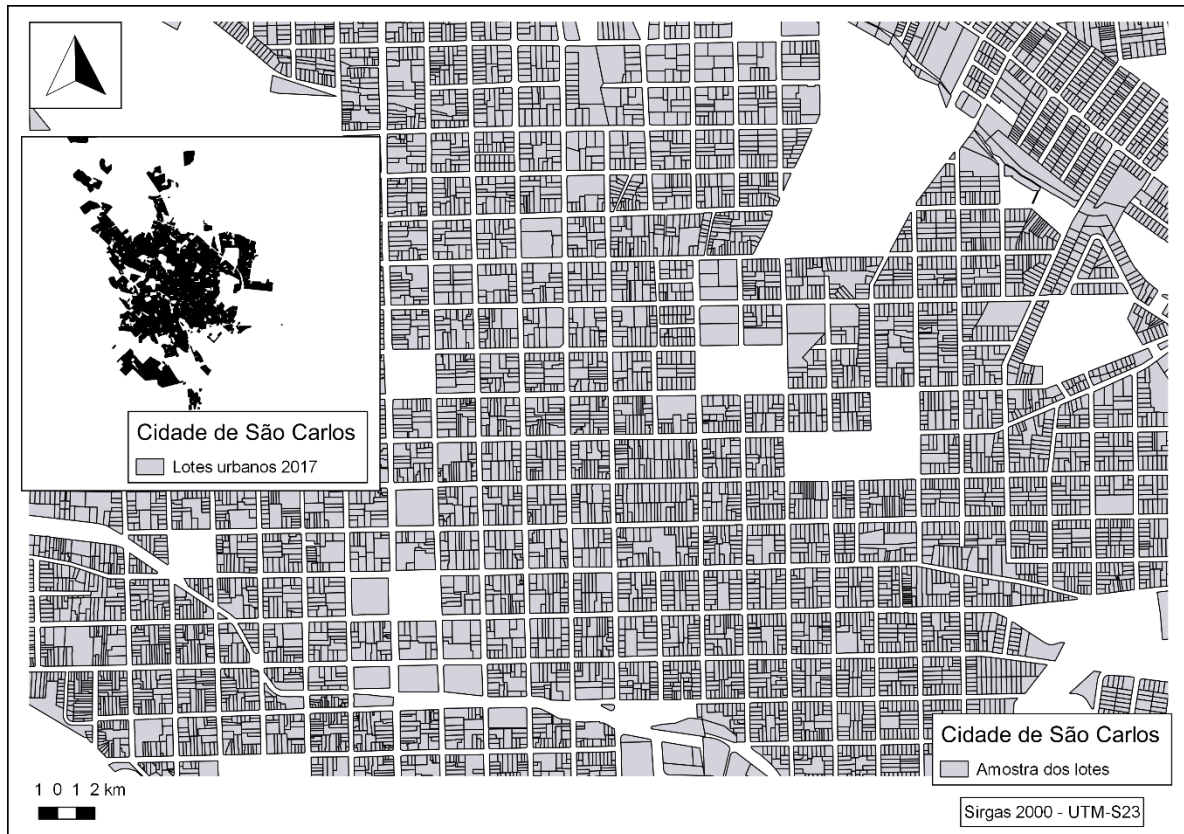


Figura 5 - Lotes urbanos obtidos na prefeitura da cidade de São Carlos-SP (2017)

2.4. Ferramentas SIG e Tratamento dos Dados

Para obter uma visão inédita sobre a distribuição de hidrantes urbanos na cidade de São Carlos-SP em relação a ocupação do solo, foi necessário inter-relacionar a camada levantada no item 2.2 e a camada obtida no item 2.3. Para tornar esta relação visual, foi extraído o centroide de cada lote urbano. Após esta etapa foi utilizada a técnica de Mapa de Kernel na camada de lotes urbanos.

Esta técnica é difundida em estudos geoespaciais, para Câmara e Carvalho (2004) a técnica de Mapa de Kernel “*Kernel Estimation*”, permite averiguar o comportamento de padrões, estimando intensidades diferentes na área de estudo, onde a função realiza uma contagem de todos os pontos dentro de uma região de influência R, ponderando-os pela distância de cada ponto à localização de interesse. Na Figura 6, verifica-se uma distribuição de pontos, sendo possível observar uma região de influência, bem como o estimador de Kernel e os pontos a serem interpolados, além disso a Equação (1) apresenta a formulação matemática do estimador.

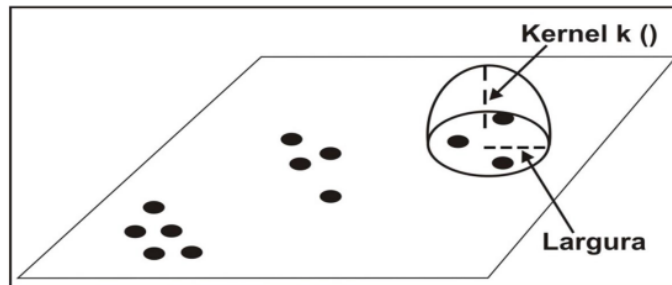


Figura 6: Estimador de intensidade
Fonte: Câmara e Carvalho, 2004.

(1)

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

Onde:

$\lambda (s)$: Intensidade em s ;

s : localização arbitrária;

τ : raio de influência;

k : função densidade de probabilidade bivariada; e

$\delta_{\tau} (s)$: volume sob o Kernel centrado em s .

No presente trabalho, adotou-se a aplicação de um Kernel quártico com um raio de 1.000 m, este raio foi definido levando em consideração que esta área de cobertura seria suficiente e ao mesmo tempo interessante para classificar adensamentos por região na cidade de São Carlos-SP. A definição de raio foi efetivada no módulo Raster – Mapa de calor (utilizando o software Qgis, versão 2.18.6) e assim permitiu a classificação de zonas com diferentes densidade.

2.5. Análises

A aplicação do estimador de Kernel, foi útil para apresentar as áreas com maior intensidade de calor, onde existem maiores concentrações de ocupação do solo, ou seja, locais onde há maiores probabilidades de ocorrência de um incêndio, conforme apresenta a Figura 7 as regiões dos bairros: Boa Vista, Cidade Aracy, Maria Stella Faga, Santa Felícia, Vila Jacobucci e Vila Monteiro, são as que apresentam maiores concentração de ocupação do solo, existindo nestas maiores probabilidades à ocorrência de incêndios. Na impossibilidade de instalar equipamentos em toda a cidade, a tomada de decisão deveria levar em consideração este tipo de análise para verificar áreas prioritárias.

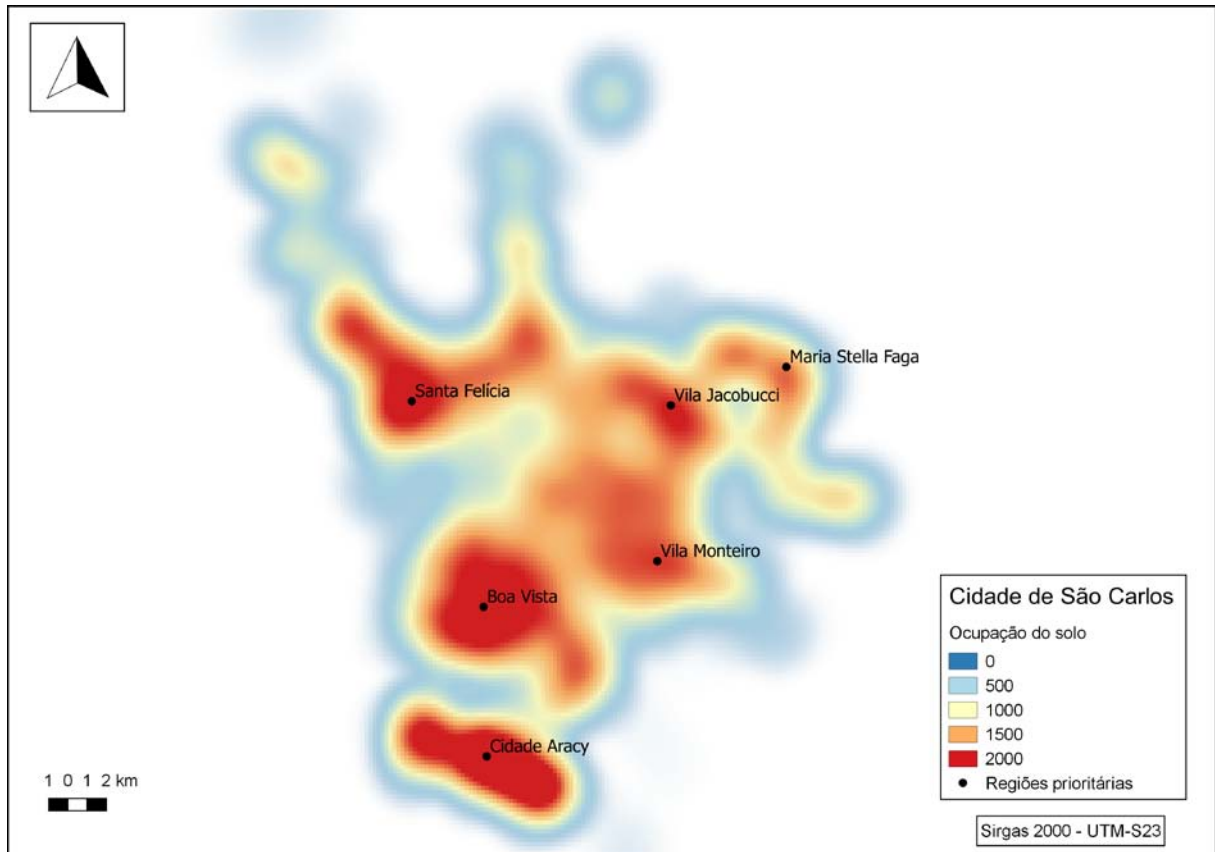


Figura 7 – Indicação de áreas prioritárias a instalação de hidrantes

A Figura 8 da mesma forma foi desenvolvida fazendo uso da técnica de estimador de Kernel, apresentando as áreas com as maiores concentrações de ocupação urbana, com a adição da rede de hidrantes instalados na cidade de São Carlos-SP, permitindo analisar visualmente e detectar que há algumas áreas com alta concentração de ocupação do solo, onde não há a presença de hidrantes ou não são atendidas pelo raio de ação de 300 m dos dispositivos, conforme a IT N° 34/2011 indica.

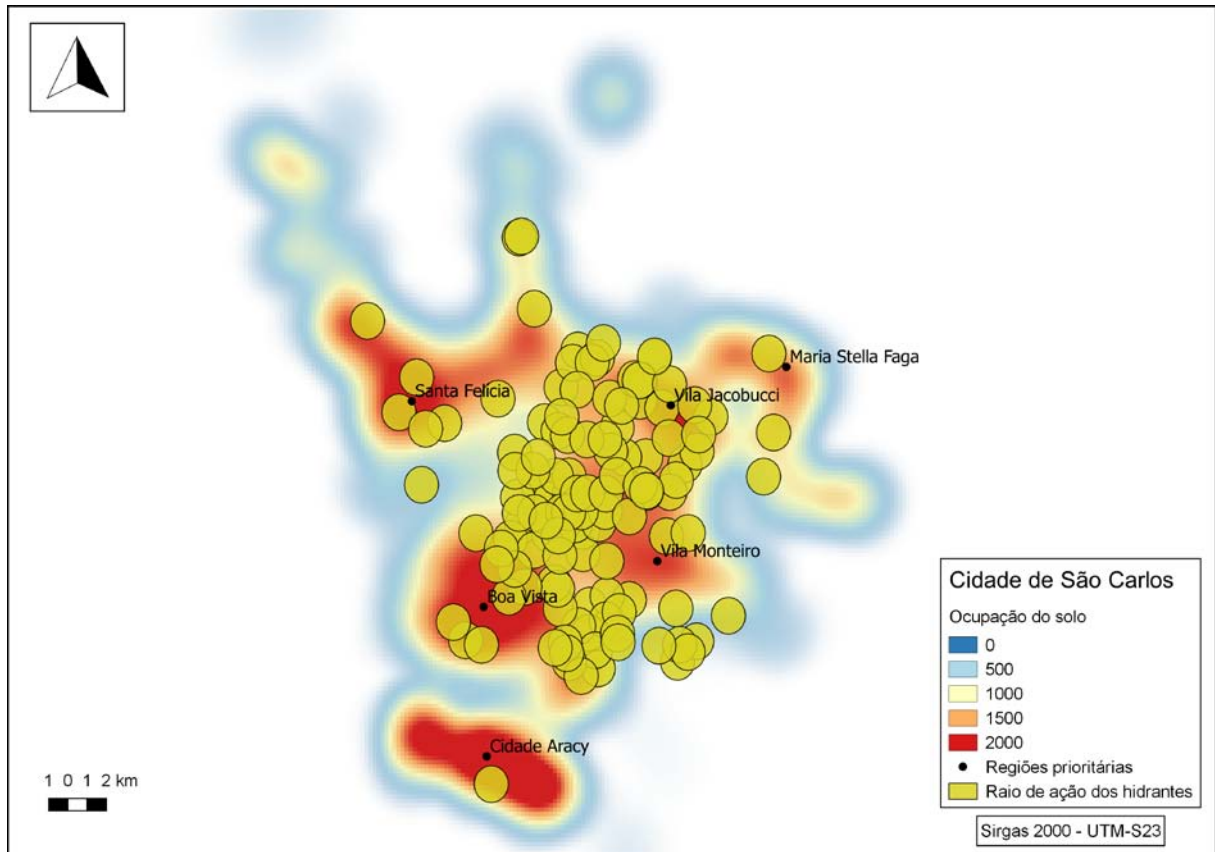


Figura 8 – Área atendida por hidrantes em relação a concentração da ocupação do solo

Após a análise visual é possível verificar que as regiões dos bairros: Boa Vista, Cidade Aracy, Maria Stella Faga e Santa Felícia, são cobertas de forma insuficientes pela rede de hidrantes, mesmo sendo algumas destas regiões as mais adensadas da cidade. A análise permite ainda verificar que a maior parte dos hidrantes estão alocados na região central da cidade, havendo até sobreposições, já em regiões periféricas mesmo que fortemente adensadas, há ineficiência na cobertura.

3. CONCLUSÕES

Este trabalho apresentou um modo alternativo que se baseia na ocupação do solo para indicar a distribuição de hidrantes urbanos, no entanto, outros parâmetros devem ser considerados, visto que toda probabilidade tem um erro e como há investimento financeiro envolvido na situação, vale a pena pensar essa questão. Porém devido a sua simplicidade em ser replicado, este modo é indicado para uma tomada de decisão sobre a localidade de se implantar um hidrante onde não se tenha outras informações disponíveis.

Foi entendido na revisão bibliográfica que as cidades possuem problemas em atender as normas, e este trabalho pode contribuir primeiramente com a verificação de que nem sempre houve um estudo para os hidrantes instalados, isso se deve muitas vezes a instalação do equipamento estar associada apenas a obrigatoriedade do empreendimento no momento da

renovação do Auto de Vistoria do Corpo de Bombeiros - AVCB, ou seja, nem sempre há uma motivação por segurança, mas sim por burocracia do sistema.

Acredita-se que é de responsabilidade do gestor público criar condições de antecipar as ocorrências que venham a prejudicar a vida dos habitantes, e neste sentido o estudo aqui apresentado em sua simplicidade tem o potencial de colaborar no planejamento da segurança contra incêndios de muitas cidades.

Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (1994). NBR 12.218 - Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público. Rio de Janeiro.

BIZERRA, Rafael Cavalcanti. Modelo para otimização ao atendimento a ocorrências de incêndios: estudo de caso para a cidade de São Carlos - SP [doi:10.11606/D.18.2014.tde-10092014-151902]. São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2014. Dissertação de Mestrado em Infraestrutura de Transportes. [acesso 2018-03-30].

BIZERRA, Rafael Cavalcanti; SEGANTINE, Paulo Cesar Lima. Avaliação da Rede de Hidrantes na Cidade de São Carlos-SP em Relação a Expansão Urbana, Densidade Populacional e Agentes de Incêndios. South American Development Society Journal, [S.l.], v. 4, n. 10, p. 185 - 202, mar. 2018. ISSN 2446-5763. Disponível em: <<http://www.sadsj.org/index.php/revista/article/view/130>>. Acesso em: 30 abr. 2018. doi: <http://dx.doi.org/10.24325/issn.2446-5763.v4i10p185-202>.

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.

CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO. (2011). Instrução técnica nº 34. São Paulo.

ESTADO DE SÃO PAULO. Decreto: Institui o Regulamento de Segurança contra Incêndio das edificações e áreas de risco no Estado de São Paulo e estabelece outras providências. (2011). Disponível em: <http://www.corpodebombeiros.sp.gov.br/dsci_publicacoes2/_lib/file/doc/dec_est_56819_10MA_R2011.pdf/>. Acesso em: 20 mar. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Cidades: IBGE divulga as estimativas populacionais dos municípios em 2017. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/sao-carlos/panorama/>>. Acesso em: 25 mar. 2018.

MANUAL: estratégia e tática de combate a incêndio. (2006). São Paulo: Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo. v.32.



13º Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário e Gestão Territorial
11º Encontro de Cadastro Técnico Multifinalitário para os países do Mercosul
8º Encontro de Cadastro Técnico Multifinalitário para os países da América Latina

Florianópolis/SC - 21 a 24 / OUT / 2018

Realização:



PPGTG
Programa de Pós-graduação
em Engenharia de Transportes
e Gestão Territorial



ONO, R. (2000). Rede de hidrantes urbanos para proteção contra incêndio em áreas urbanas. In: Seminário Internacional em Arquitetura e Urbanismo: tecnologia & desenvolvimento, 2000, São Paulo. Anais... São Paulo. p.535-543.