

USO DE DADOS GEORREFERENCIADOS NA LOCALIZAÇÃO DE SERVIÇOS PÚBLICOS DE SAÚDE

William David Morán Herrera¹
william.herrera@unirio.br

Julia Celia Mercedes Strauch^{2,3}
julia.strauch@ibge.gov.br

Miguel Antonio Pinho Bruno^{2,4,5}
miguel.bruno@ibge.gov.br

Resumo

No Brasil, estudos pertinentes mostram que as estatísticas públicas não são utilizadas em toda sua potencialidade e um destes em particular é área de saúde pública. Em décadas passadas, a localização de instalações era baseada na experiência. Atualmente, esse processo tem se tornado mais fácil e preciso com a disponibilidade de dados geográficos, em diversas escalas, e de ambiente de sistemas de informações geográficas, que possibilitam aplicar técnicas de *geomarketing*. O presente trabalho é um estudo de caso cujo objetivo é mostrar como esse processo pode ser realizado, supondo a necessidade de localizar um hospital para atendimento infantil de emergência, com foco nas populações mais carentes da zona Sul do Rio de Janeiro. Para isso utilizou-se como unidade geográfica mínima a área de ponderação do Censo de 2010 e os seus microdados e o método do Processo Hierárquico Analítico (AHP) para definir a localização da instalação de saúde. A área selecionada como a mais adequada foi aquela que apresentava um maior número crianças com idade menor ou igual a cinco anos. O estudo de caso mostrou que o Censo e o método AHP têm grande potencial de melhorar processos decisórios relacionados com a localização de instalações públicas.

Palavras-chave: *Geomarketing*, Processo Hierárquico Analítico, Saúde Pública.

USE OF GEOREFERENCED DATA IN THE LOCATION OF PUBLIC HEALTH SERVICES

Abstract

In Brazil, pertinent studies show that public statistics are not used to their full potential and one of these in particular is the area of public health. In past decades, the location of facilities was based on experience. Nowadays, this process has become easier and more accurate with the availability of geographic data, at various scales, and the environment of geographic information systems, which make it possible to apply *geomarketing* techniques. The present paper is a case study whose objective is to show how this process can be carried out, assuming the need to locate a hospital for emergency child

¹ Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO)

² Escola Nacional de Ciências Estatísticas (ENCE)

³ Universidade Federal Fluminense (UFF)

⁴ Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ)

⁵ Faculdade Presbiteriana Mackenzie - RJ



care, focusing on the most needy populations in the south zone of Rio de Janeiro. For this, the weighting area of the 2010 Census and its microdata was used as the minimum geographic unit, and the Analytical Hierarchical Process (AHP) method was used to define the location of the health facility. The area selected as the most suitable was that with the largest number of children under the age of five years. The case study showed that the Census and the AHP method have great potential to improve decision-making processes related to the location of public facilities.

Keywords: Geomarketing, Analytic Hierarchy Process, Public Health.

1. INTRODUÇÃO

As pesquisas sociais realizadas por diversas instituições dentro do Brasil, principalmente as realizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), servem como insumos para a elaboração e monitoramento das políticas públicas. Porém, há estudos que mostram que elas não são tão utilizadas tanto quanto deveriam e, portanto, não estão sendo utilizadas em toda sua potencialidade (JANNUZZI, 2005, p. 149). Todavia o setor da saúde pública, e às vezes a rede privada também, focam-se nos setores mais carentes, contudo, muitas vezes esse setor é negligenciado e em muitos casos os processos decisórios relacionados com a instalação desses serviços públicos apresentam deficiências, não atendendo a população alvo. Assim, neste trabalho se busca ilustrar como poderiam ser utilizados os dados das pesquisas do IBGE – mais especificamente o Censo de 2010 – dentro de um processo decisório mais racional e aprimorado, que vise à instalação de um hospital infantil voltado para os setores mais carentes.

Segundo Reis e Crespo (2009, p. 19), pessoas com menos recursos geralmente se estabelecem em ambientes em que as condições de moradia são precárias e, conseqüentemente, apresentam piores condições de saúde. Assim, fazer um atendimento adequado dessa população em relação à saúde, principalmente para os setores mais oprimidos economicamente, é uma demanda real como forma de melhorar o bem-estar em geral de uma sociedade. A esse respeito, Figueiredo e Mello (2007, p. 2) afirmam que na área materno-infantil os estudos epidemiológicos têm demonstrado associação entre saneamento, nutrição, renda, assistência médica, entre outros, e que esses aspectos estão correlacionados entre si.

Como explicitado pelo Ministério da Saúde (2003, p. 19), o cuidado em saúde demanda um tratamento abrangente, sendo necessária uma visão integrada da rede



Esta obra está licenciada sob uma licença
Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0).

de assistência, com o intuito de potencializar os recursos e, por conseguinte, oferecer uma resposta adequada ao usuário. Do ponto de vista da saúde pública, se concentrar no atendimento de crianças, mulheres, idosos ou para o público em geral, irá melhorar as condições de saúde da sociedade. Conseqüentemente, identificar os potenciais usuários é uma tarefa importante que vai nortear a localização das instalações de saúde.

Atualmente, para esse tipo de estudo devem ser efetuadas análises de dados geográficos e aplicadas técnicas que permitam identificar as localizações adequadas a determinados critérios definidos pelos *stakeholders* em função das necessidades dos usuários. A essa área de pesquisa dá-se o nome de *geomarketing*. Trata-se de um conjunto de técnicas de análises aplicadas a dados geográficos, provenientes do Censo Demográfico ou de pesquisas domiciliares, que possibilitam tomar uma decisão racional fazendo uso da localização georreferenciada. O presente trabalho aplica conceitos do *geomarketing* com o objetivo de encontrar possíveis locais para a instalação de postos de saúde e emergência voltadas para o atendimento infantil, na zona Sul do Rio de Janeiro, mais especificamente nos bairros de Botafogo, Flamengo e Urca.

Em relação às áreas de estudo, cabe ressaltar que embora os bairros selecionados sejam considerados de classe média ou alta, a geomorfologia do município mistura populações tanto de alta renda como de baixa renda, estando estas últimas inseridas em aglomerados subnormais (favelas) contidos nesses bairros. Conforme Jannuzzi (2005, p. 151) salienta, os esforços públicos devem-se dirigir às populações mais carentes, não interessando onde elas estejam alocadas. A esse respeito, para o problema abordado, não há dúvidas de que existem outros bairros que são mais oprimidos economicamente daqueles considerados neste trabalho, mas isso não quer dizer que nas zonas mencionadas, não existam bolsões de pobreza e, portanto, demanda que deve ser atendida. Essa ideia fica reforçada pela condição de cidades como Rio de Janeiro, onde coexistem bairro de classe média-alta e favelas, como no caso dos bairros selecionados de Botafogo, Flamengo e Urca. Por outro lado, se sabe que a maior procura por atendimento de emergência se dá entre os usuários do Sistema Único de Saúde (SUS) devido a pouca oferta dos serviços de postos de saúde e emergência (COMISSÃO NACIONAL SOBRE DETERMINANTES SOCIAIS



DA SAÚDE, 2008, p. 79). Nesse contexto é, portanto, relevante desenvolver metodologias para apontar uma localização que se mostre eficiente na prestação destes serviços.

Jannuzzi (2005, p. 149) discute que a possibilidade de dispor de informação estatística por setor censitário ou por área de ponderação, ao longo dos anos não tem sido explorada em toda sua potencialidade, tanto na esfera federal e estadual como na municipal. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o setor censitário é a menor unidade territorial, formada por área contínua, integralmente contida em área urbana ou rural, com dimensão adequada à operação de pesquisas e cujo conjunto esgota a totalidade do Território Nacional, o que permite assegurar a plena cobertura do País (IBGE, 2011, p. 3). Define-se área de ponderação como sendo uma unidade geográfica, formada por um agrupamento de setores censitários, para a aplicação dos procedimentos de calibração das estimativas com as informações conhecidas para a população como um todo (IBGE, 2010, p.20). Desta forma, o município é definido como a unidade autônoma de menor hierarquia dentro da organização político-administrativa do Brasil, porém, um município é composto de áreas de ponderação e estas, como já mencionado, de setores censitários.

2. GEOMARKETING APLICADO AS ÁREAS DAS CIÊNCIAS SOCIAIS COM DADOS DEMOGRÁFICOS

Os estudos na área da demografia vêm contribuindo para análises cada vez mais detalhadas das populações e as dinâmicas que as envolvem. Observa-se, porém, que há potencialidades da demografia que poderiam ser mais e mais bem exploradas para aplicações em outras áreas. Não é incomum encontrar uma certa desinformação sobre os fenômenos demográficos atuais por parte da população em geral (GUIMARÃES, 2006, p. 8). Essa lacuna de conhecimento dificulta um melhor desempenho de atividades que poderiam aproveitar essa informação, das quais se pode destacar os processos decisórios tanto no âmbito público quanto privado. Um maior conhecimento sobre os fenômenos demográficos permite realizar projeções mais sólidas sobre cenários futuros e ter uma visão mais detalhada sobre diversos aspectos da população, o que pode ser de grande auxílio para essas atividades.



Torres (2006, p. 29) estudou as contribuições da aplicação de análises demográficas nas políticas sociais de caráter urbano, ressaltando que apesar de se observar uma explosão na produção de indicadores demográficos diversos, o uso destes é ainda baixo devido a pouca familiaridade dos gestores locais com técnicas e informações demográficas, desconhecendo seu potencial, além do menor desenvolvimento da área no que se refere ao problema de pequenas áreas. O autor apontou como tarefa urgente para os demógrafos brasileiros a produção de respostas ágeis e adequadas para atender as demandas por parte dos gestores públicos, visando dar suporte a diversos processos de decisão, tais como: *i)* focalização de programas sociais; *ii)* planejamento das políticas de infraestrutura e habitação; *iii)* expansão e manutenção de redes de serviços públicos ou privados de água, esgoto, eletricidade, telefonia, tv a cabo, etc; *iv)* produção de indicadores de base territorial para diversos fins de políticas específicas tais como segurança pública, saúde, etc.; *v)* identificação de locais para a instalação de equipamentos públicos; *vi)* caracterização de áreas de assentamentos precários em bairros, favelas e loteamentos clandestinos; *vii)* avaliação do impacto de obras de infraestrutura; e *viii)* identificação de populações em situações de “risco”; e geração de indicadores de alerta (*early warning indicators*).

O estudo realizado por Borges (2008, p. 21) trata da característica interdisciplinar do *geomarketing*, uma vez que entre os problemas aos quais pode ser aplicado requer o conhecimento de diversas áreas, como Geografia, Economia e Administração, associadas à localização do problema ou a busca de soluções ou cenários. O autor tem por objetivo realizar uma análise sobre o setor terciário varejista no município de Belo Horizonte, MG, especialmente na Região Centro-Sul, observando seus elementos físico-territoriais, demográficos, elementos históricos no desenvolvimento espacial varejista na região e a diversificação de seus formatos, bem como sua distribuição comercial. Desta forma o autor observa o desenvolvimento da Geografia, desde a Geografia Teórico-Quantitativa ao Geoprocessamento atual e apresenta aspectos das Teorias Clássicas da Localização e da Localização Microespacial Varejista.

Petersen *et al.* (2011, p. 174) mostram o uso da geodemografia como ferramenta para seleção de regiões alvo para campanhas de saúde pública na cidade



Esta obra está licenciada sob uma licença
Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0).

de Londres. Os autores ressaltam que através da geodemografia podem ser obtidos indicadores de saúde da população alvo, o que pode auxiliar na definição de áreas mais indicadas para a divulgação de campanhas de saúde pública. A população da cidade foi dividida em grupos, considerando variáveis demográficas como idade, etnia, estrutura familiar, nível educacional etc., e dessa forma é possível observar melhor características da população de cada região. As informações utilizadas para essa segmentação foram coletadas do Censo 2001 da Grã-Bretanha e tratadas mediante técnicas de agrupamento. Assim os autores identificaram grupos e indicadores epidemiológicos sobre enfermidades, de modo a apresentar padrões da população afetada. Em seguida foram definidas regiões alvo, isto é, regiões cuja população apresentava características próximas aos padrões identificados.

Herrick (2007, p. 91) demonstra o uso da geodemografia voltada à questão de saúde pública relacionada à obesidade que demandam medidas por parte do governo. A autora parte do princípio de que campanhas de publicidade voltadas para a conscientização sobre a obesidade podem ser uma boa medida para o combate desse problema. Destarte, o estudo visa identificar regiões onde a população estaria mais vulnerável a desenvolver esse tipo de problema e assim realizar campanhas de conscientização através de publicidade.

Em relação a problemas de localização pode ser citado o trabalho de Cirino *et al.* (2018). Os autores visaram localizar unidades prestadoras de serviço público mediante um modelo cuja função objetiva minimizar o tempo médio de viagem gasto pelos usuários para alcançar as unidades médicas. A cada iteração era encontrada uma solução aleatória a qual era melhorada na seguinte iteração. As soluções parciais podiam ser penalizadas caso não atingissem um mínimo arbitrado de acessibilidade (baseado nas distâncias percorridas pelos usuários). Em um outro trabalho, Cirino *et al.* (2016) apresentam um modelo hierárquico de p-medianas, em três níveis, que busca localizar unidades hospitalares considerando diferentes graus de especialização. A metodologia empregada permitiu comparar quais seriam as localizações desejáveis versus as localizações reais, por meio da qual era possível propor melhorias, no caso de uma reestruturação da rede de saúde.

Na literatura, são poucos os trabalhos de localização de instalações que fazem análises intramunicipais. Um exemplo é o trabalho de Pizzolato *et al.* (2004), que



propõe uma metodologia para localizar escolas públicas em cinco grandes áreas urbanas para crianças entre 7 e 15 anos. De forma resumida a metodologia proposta consiste em: (1) encontrar os vértices da rede (geocentros - ponto central de cada setor censitário); (2) determinar a matriz de distâncias baseada nos geocentros; (3) identificar quais setores censitários possuem escolas; (4) aplicar o modelo de p-mediana de modo a encontrar as localizações ótimas; (5) determina se as áreas de atração em função da proximidade são adequadas; e 6) comparar a capacidade real com a ideal investigando e validando as maiores discrepâncias nas anormalidades.

Pizzolato *et al.* (2004) esclarecem que a qualidade do atendimento ao público no que tange ao setor educacional é reflexo em grande parte do crescimento demográfico (organizado/desorganizado) das áreas estudadas. Dentre os resultados interessantes os autores: i) ressaltam problemas de migração escolar de outros municípios, os quais complicam o entendimento dos resultados; ii) destacam que em alguns setores a oferta de cadeiras é maior que a demanda e vice-versa, iii) também chamam a atenção que a proximidade de escolas públicas é mais importante para a faixa de 7-11 anos e menor para a faixa 12-15 anos.

O trabalho de Afshari e Pen (2014) é uma revisão de diferentes trabalhos que visam fazer uma localização de instalações de saúde de forma ótima. Os autores descrevem diferentes modelos para abordar o problema. Além dos métodos de otimização e de outras técnicas matemáticas, mencionam que métodos multicritérios, de simulação, modelos gravitacionais e sistemas de informações geográficas (SIG) são usados para resolverem problemas de localização de instalações de saúde.

Ferreira e Raffo (2012) destacam que a utilização dos SIG permite refinar o problema de localização de instalações, já que possibilitam desenvolver metodologias considerando locais específicos, adequados às especificidades de cada caso. Para os autores, entretanto, um ponto negativo são as operações básicas disponíveis nos SIG, sendo necessário avançar mais em novas formulações que apliquem técnicas mais adequadas a problemas específicos, como no caso do *geomarketing*.

Alves e Alves (2015) efetuam um estudo sobre uma localidade mais adequada para uma instalação fabril do segmento automotivo por meio do método AHP (*Analytical Hierarchical Process*). Os autores destacam que o problema abordado é multicritério e que isso pode ser perfeitamente realizado com o AHP, que busca solucionar



problemas com múltiplas alternativas, critérios e importâncias relativas. Segundo os autores, o AHP possibilita modelar o problema com dados quantitativos e qualitativos, e, efetuar uma análise detalhada das alternativas e critérios envolvidos em conformidade com a estratégia da empresa. As comparações por pares permitem que seja determinada a prioridade de cada alternativa que orienta a escolha da melhor alternativa.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Nesse trabalho, o problema abordado visa determinar a melhor localização possível de um hospital infantil de emergência que atenda às pessoas mais carentes dos bairros da Urca, Flamengo e Botafogo. A ideia é mostrar a versatilidade dos dados do Censo para fornecer informação útil para a tomada de decisão na escolha da melhor localização de um hospital infantil.

Assim foram usados os microdados do Censo de Demográfico 2010 (IBGE, 2020), referentes ao Estado do Rio de Janeiro. Os microdados são registros de um banco de dados onde as linhas representam as unidades de coleta. Ressalta-se que foi considerado o plano amostral no cálculo das variáveis, o qual é um plano de amostragem estratificada, onde os estratos são os setores censitários, e a seleção de domicílios é sistemática com equiprobabilidade em cada estrato.

Com relação às áreas de ponderação (agrupamento de setores censitários), se sabe que o menor tamanho de uma área de ponderação é de 400 domicílios particulares ocupados (CORTEZ *et al.*, 2012, p. 1). No caso de áreas de ponderação de maior tamanho, uma área de ponderação pode ser igual a um município, se ele tiver uma população menor a 190.000 habitantes. Isso dá uma ideia do ganho potencial de usar às áreas de ponderação em problemas de localização de instalações, pois sua menor granularidade, quando comparado a distritos ou municípios permite ter uma maior qualidade nos resultados, neste caso permite fazer análises intramunicipais. Além disso, dá flexibilidade para inclusive agrupar áreas de ponderação segundo uma quantidade de domicílios alvo por agrupamento (CORTEZ *et al.*, 2012, p. 2).

Atualmente, um aspecto negativo é a defasagem dos dados do Censo que é realizado decenalmente e o ultimo realizado foi em 2010. Infelizmente não foi

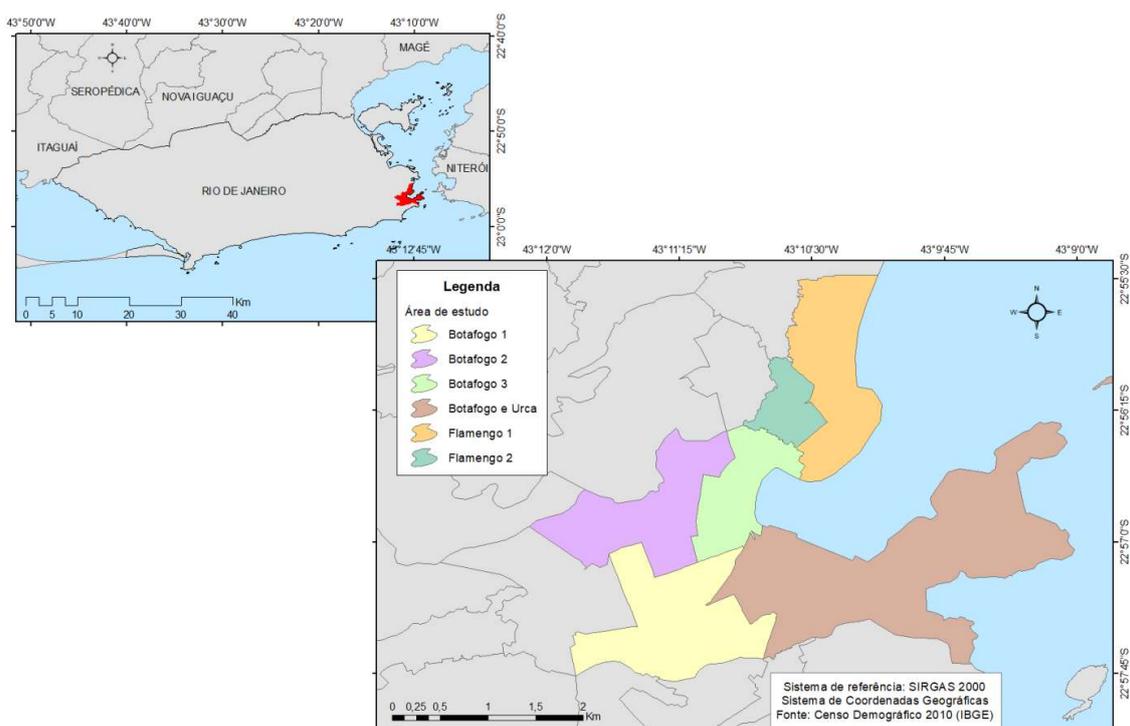


Esta obra está licenciada sob uma licença
Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0).

encontrada outra pesquisa no Brasil que possa fornecer dados para analisar recortes geográficos pequenos (por exemplo, áreas de ponderação), como os envolvidos no problema analisado. As áreas de ponderação consideradas nesse estudo de caso são seis localizadas nos bairros da Urca, Flamengo e Botafogo, conforme ilustrado na Figura 1.

Nesse sentido, identificaram-se variáveis representativas das áreas de ponderação que abrangem os bairros considerados como: número de crianças com idade menor ao igual a cinco anos (C); número de mulheres com idade entre 15 e 49 anos (M); número de domicílios com renda menor ou igual a dois salários mínimos (R); número de pessoas com idade maior ou igual a 14 anos que cursaram até o ensino médio (E). A variável C descreve as crianças que têm maior potencial de precisar algum estabelecimento de saúde público e representa a variável principal; a variável M aponta as mulheres em idade fértil; a variável R busca captar os domicílios com menores recursos econômicos; a variável E capta as pessoas com menos anos de estudo.

Figura 1 — Localização das áreas de ponderação



Fonte: Os autores (a partir de dados do IBGE, 2016).



Esta obra está licenciada sob uma licença
Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0).

Desta forma, a partir dos microdados do Censo de 2010 foram calculadas as variáveis mencionadas. Foi desenvolvido um programa no pacote estatístico R para realizar os cálculos. Nos cálculos se considerou que em 2010 o salário mínimo era de R\$510,00 (quinhentos e dez reais). Na Tabela 1, se observam os resultados dos cálculos para as áreas de ponderação consideradas. Os nomes e códigos da tabela são os originalmente atribuídos pelo IBGE às áreas de ponderação. As colunas à direita das variáveis foram normalizadas, isto é, as células dessas colunas foram divididas pelo maior valor de cada coluna.

O método selecionado para esse trabalho foi o AHP, o qual se utilizará no cálculo dos pesos das variáveis consideradas. Assim, cada área de ponderação será avaliada, determinando-se em função dos pesos, qual área de ponderação seria a mais adequada para a instalação do hospital infantil de emergência.

Tabela 1 — Valores obtidos para as áreas de ponderação.

Nome	Área Ponderação	Número de domicílios com rendimento domiciliar menor igual a dois SM		Número de pessoas maior de 14 anos que no máximo cursaram até o ensino médio		Número de crianças de até cinco anos		Número de mulheres entre 15 e 49 anos	
		R	E	C	M				
Botafogo e Urca	3304557005035	560	0,47	1.834	0,61	951	0,70	11.567	0,76
Botafogo 1	3304557005037	850	0,71	2.566	0,85	1.056	0,78	11.777	0,78
Botafogo 2	3304557005038	947	0,80	3.021	1,00	1.355	1,00	12.316	0,81
Botafogo 3	3304557005039	831	0,70	1.992	0,66	597	0,44	10.285	0,68
Flamengo 1	3304557005163	758	0,64	1.931	0,64	749	0,55	13.716	0,90
Flamengo 2	3304557005164	1.190	1,00	2.921	0,97	898	0,66	15.170	1,00

Fonte: Os autores (elaborada a partir dos microdados do Censo de 2010 – IBGE 2020)

Cabe ressaltar que este método utiliza também a experiência e o conhecimento das pessoas, que no mínimo, são tão valiosos quanto os dados numéricos disponíveis em um processo de tomada de decisão. Durante a sua aplicação, alternam-se etapas de cálculo e etapas de diálogo, havendo uma intervenção direta e contínua dos decisores (pessoa ou grupo de pessoas que fazem a tomada de decisões), na construção da solução e não somente na definição do problema.



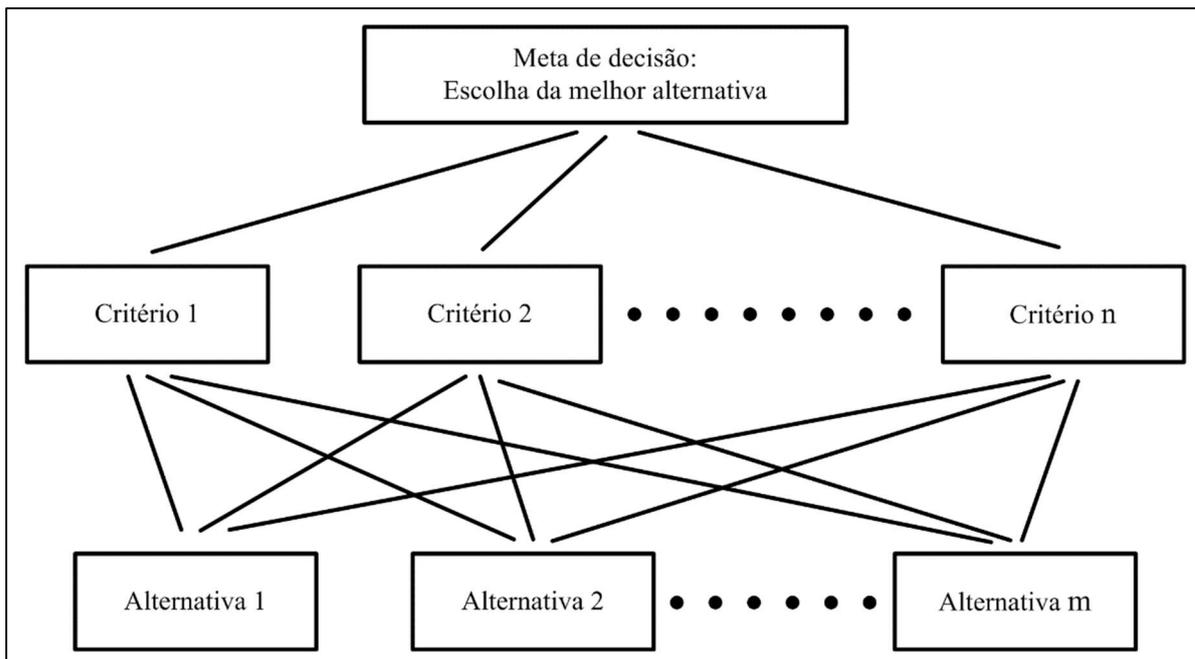
Esta obra está licenciada sob uma licença
Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0).

O problema é analisado através da construção de níveis hierárquicos, ou seja, para se ter uma visão global de uma realidade complexa, o problema é decomposto em fatores. Esses fatores são decompostos em um novo nível de fatores, e assim por diante (Gráfico 1). Os elementos, previamente selecionados, são organizados numa hierarquia descendente, ficando os objetivos finais no topo e os vários resultados possíveis no nível mais baixo (MARINS *et al.*, 2009, p. 1779).

A aplicação do método AHP envolve quatro etapas (SAATY, 2008, p. 85):

- Definição do problema e do tipo de conhecimento requerido para sua solução;
- Estruturação da hierarquia;
- Julgamentos comparativos; e
- Síntese das prioridades.

Gráfico 1 — Estrutura hierárquica básica do AHP.



Fonte: Marins *et al.* (2009, p. 1780).

Embora o AHP tenha sido inicialmente desenhado para escolher a melhor alternativa, é muito usual utilizá-lo para determinar pesos para um grupo de critérios. Os julgamentos comparativos par a par, para determinar qual é o peso de cada critério, se faz utilizando a escala de julgamentos do AHP, conforme descrita no Quadro 1.



Esta obra está licenciada sob uma licença
Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0).

Quadro 1 — Escala de julgamentos do AHP.

Intensidade da importância	Definição
1	Mesma importância
3	Importância pequena de uma sobre a outra
5	Importância grande ou essencial
7	Importância muito grande ou demonstrada
9	Importância absoluta
2, 4, 6, 8	Valores intermediários entre os valores
Recíprocos dos valores acima de zero	Se a atividade “i” recebe uma das designações diferentes acima de zero, quando comparada com a atividade “j”, então “j” tem o valor recíproco quando comparada com “i”

Fonte: Saaty (2008, p. 86)

As comparações, por meio das quais cada fator é confrontado com todos os outros, assumem a forma de matrizes quadradas, conforme o modelo a seguir:

$$A = \begin{vmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \dots & 1 \end{vmatrix}$$

As matrizes devem atender às seguintes condições:

- $a_{ij} > 0$ - todos os elementos positivos;
- $a_{ii} = 1$ - todos os elementos da diagonal principal iguais a 1, por comparação entre iguais;
- $a_{ij} = 1/a_{ji}$ - propriedade das matrizes recíprocas; e
- “i” e “j” variam de 1 a n, onde n representa o número de critérios.

O número de julgamentos necessários para a composição de cada matriz é $n(n - 1)/2$, considerando que “n” retrata o número de critérios e coincide com o número de linhas e/ou colunas.

A etapa seguinte consiste nos cálculos de normalização, os quais resultam na obtenção de vetores de prioridades, expressando as importâncias relativas de cada critério. Os cálculos de normalização podem ser efetuados por diferentes métodos e, pela quantidade de trabalho envolvido, torna-se indispensável a utilização de recursos



computacionais. A integridade dos julgamentos é testada através de uma grandeza definida como razão de consistência (RC).

Os conceitos de consistência e inconsistência baseiam-se na ideia de que, quando se tem uma quantidade básica de dados, todos os outros podem ser deduzidos logicamente a partir deles (MARINS *et al.*, 2009, p. 1781). Os julgamentos recíprocos implicam que $a_{ij} = 1/a_{ji}$. Assim, se por exemplo, se sabe que a atividade 1 é três vezes mais dominante que a atividade 2, então o par ordenado (1,2) na matriz é igual a três. Pelo estabelecido pela condição dos recíprocos, então o par ordenado (2,1) será igual a 1/3. Também, se a atividade 1 é 6 vezes mais dominante que a atividade 3, daí pode ser deduzida a relação de dominância entre as atividades 2 e 3. Se essa relação é diferente de 2, pela opinião expressa dos julgadores, isso reflete a inconsistência.

A inconsistência ocorre frequentemente nos problemas práticos, em razão da subjetividade dos julgamentos, sejam eles realizados por várias pessoas ou por apenas uma. Para a sua quantificação, foi definida, com base em conceitos estatísticos, a RC. O limite máximo de aceitação da RC é 10% ou 0,10 (SAATY E VARGAS, 2012, p. 9). Caso ela se situe acima desse limite, o decisor deve rever seus julgamentos, de modo a reduzi-la a uma faixa aceitável, o que envolve um maior refinamento na coleta de informações.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com os julgamentos realizados pelos autores, se confeccionou a matriz de julgamento representada na Tabela 2. Essa matriz serve de base para calcular os pesos das variáveis. A relação de importância das variáveis consideradas foi: C > M > R > E. A variável C (Número de crianças de até cinco anos) é mais importante do que M (Número de mulheres entre 15 e 49 anos), R (Número de domicílios com rendimento domiciliar menor igual a dois SM) e E (Número de pessoas maior igual de 14 anos que no máximo cursaram até o ensino médio) dado que o hospital é infantil. A variável M é mais importante do que R e E porque as mulheres em idade fértil são candidatas fortes a utilizarem o hospital. A variável R é mais importante do que a variável C porque representa o número de domicílios mais pobres. Ao aplicar o método



AHP se obtiveram os pesos mostrados na última coluna da tabela. Ressalta-se, que se obteve uma RC de aproximadamente 0,0603, menor que 0,10, isso aponta que os julgamentos tiveram poucas inconsistências. Dessa forma, a RC obtida neste trabalho é um indicador de que houve coerência nos julgamentos atribuídos às variáveis.

Tabela 2 — Julgamentos e pesos obtidos para os critérios de avaliação considerados

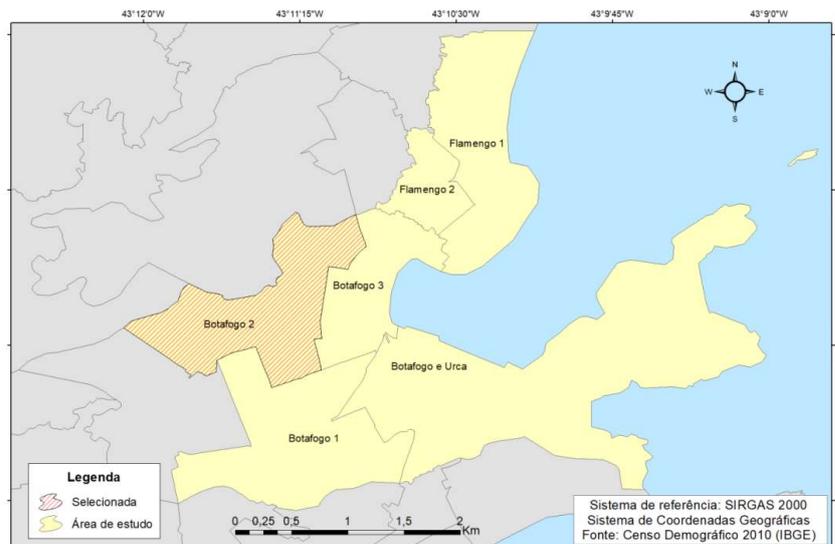
	R	E	C	M	Pesos
R	1	2	1/7	1/5	0,0981
E	1/2	1	1/9	1/4	0,0679
C	7	9	1	5	0,6045
M	5	4	1/5	1	0,2295

Legenda: C = Número de crianças de até cinco anos;
M = Número de mulheres entre 15 e 49 anos;
R = Número de domicílios com rendimento domiciliar menor igual a dois SM; e
E = Número de pessoas > 14 anos que no máximo cursaram até o ensino médio.

Fonte: Os autores (2021).

Assim, a área de ponderação mais adequada para sediar o hospital para atendimento infantil à luz dos critérios e julgamentos considerados foi a área de ponderação 3304557005038, que corresponde a Botafogo 2 (Figura 2), com pontuação de 0,9368⁶. Pode ser percebido que essa área de ponderação tem um maior número crianças com idade menor ou igual a cinco anos (C), o qual é precisamente o critério com maior peso.

Figura 2 — Localização da área de ponderação selecionada.



Fonte: Os autores (a partir de dados do IBGE, 2016).

⁶ $(0,80)(0,0821)+(1,00)(0,0537)+(1,00)(0,6360)+(0,81)(0,2282) = 0,9402$

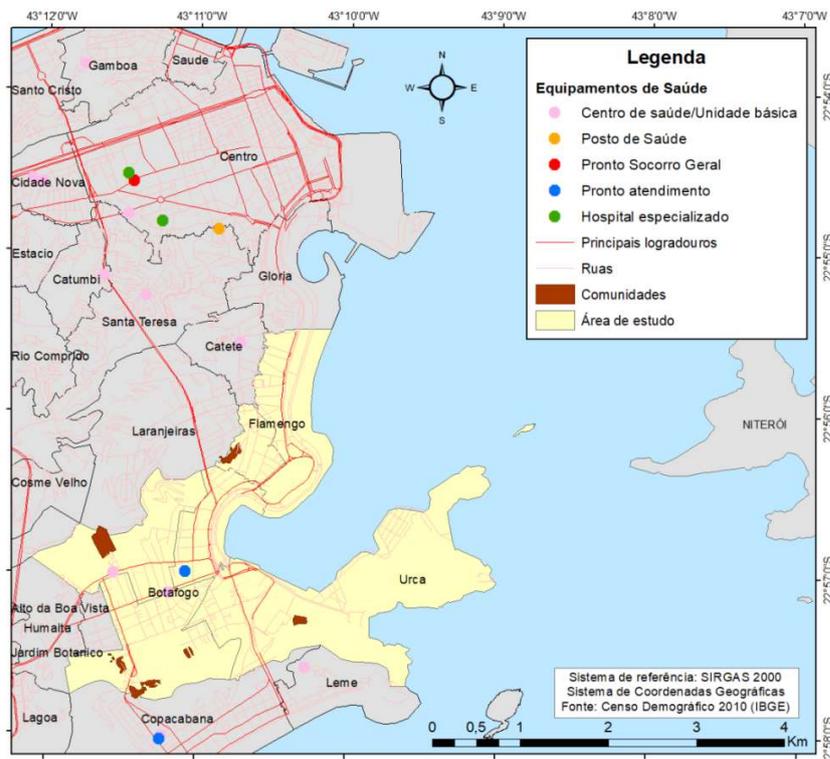


Esta obra está licenciada sob uma licença
Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0).

Segundo dados da Prefeitura do Rio de Janeiro, especificamente da Secretaria Municipal de Saúde (SMS), em 2016, o município do Rio de Janeiro contava com 14 Unidades de Pronto Atendimento (UPA's), 7 Coordenações Regionais de Emergência (CER), 8 Hospitais de Emergência e 2 Hospitais de Pronto Atendimento. Dessas unidades de saúde, só uma se encontrava nos bairros em estudo, o Hospital de Pronto Atendimento Rocha Maia, localizado em Botafogo, e o Hospital de Emergência e Pronto Atendimento Souza Aguiar, situado no Centro (PREFEITURA DE RIO DE JANEIRO, 2016), conforme ilustrado na Figura 3.

Dessa forma, observa-se que existe apenas um hospital em Botafogo, próximo da área de ponderação, mas esse hospital é de pronto atendimento. Também, se percebe que existe um hospital de emergência localizado no Centro. Todavia, cabe destacar que devido ao tempo ser extremamente importante em casos de emergência, se houver a necessidade de traslado de um paciente entre os bairros considerados neste trabalho, para o Centro, o desfecho poderia ser extremamente desfavorável, pela distância e o fluxo de trânsito para o Centro.

Figura 3 — Equipamentos de saúde próximos da área de estudo e principais vias de acesso.



Fonte: Os autores (a partir de dados do IBGE, 2016).



Esta obra está licenciada sob uma licença
Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0).

Segundo Cirino *et al.* (2018), a gestão do sistema de saúde pública objetiva maximizar o acesso do serviço à população, otimizando a utilização dos recursos disponíveis, diferentemente da iniciativa privada, que visa a maximizar lucros. Para isso, se faz necessário reduzir o custo que a população despende para alcançar uma unidade prestadora de serviço de saúde. Assim, para fomentar a equidade na utilização do serviço de saúde pública, é necessário desenvolver métodos para analisar uma forma em que todas as localidades tenham acesso.

No setor privado, o fato de não alcançar uma boa eficiência nos processos da empresa, pode significar que a empresa tenha que sair do mercado, porém, quem perde com esses investimentos são os próprios proprietários ou os acionistas, se for o caso. No nível de empresas públicas essa responsabilidade aumenta, pois, as quantias investidas provêm dos impostos que são pagos pela sociedade como um todo. Nesse caso, trabalhar com uma menor eficiência não necessariamente implica que a empresa tenha que fechar as portas, pois o que se busca é prestar um serviço público, contudo, essa possível falta de eficiência provoca que o investimento poderia estar sendo mais bem utilizado em outros setores da economia, como o da saúde, educação ou saneamento básico, por exemplo.

Ante o exposto, fica claro que na gestão do sistema de saúde pública alcançar o equilíbrio entre eficiência locacional das unidades de saúde e a equidade na distribuição dos serviços é uma tarefa árdua. A otimização da eficiência locacional das unidades de saúde objetiva que o máximo possível de usuários seja servido para um dado orçamento público, com o mínimo de custo para os usuários como um todo (CIRINO *et al.*; 2018). Em contrapartida, a equidade significa distribuir o serviço de forma a que todos os usuários comprometam um esforço compatível com a sua necessidade para alcançá-lo (CIRINO *et al.*; 2018).

Por outro lado, os avanços tecnológicos têm permitido que cada vez mais, as estatísticas públicas melhorem suas características principais, entre elas, que a informação seja disponibilizada com menor custo, maior qualidade e tudo isso em um tempo menor. Um exemplo disso, é o Censo Demográfico realizado pelo IBGE. A utilização de dados do Censo (ou qualquer outra pesquisa domiciliar) permite que sejam estabelecidos vínculos entre os potenciais usuários/consumidores e determinadas áreas geográficas. Entretanto, o uso dessas informações a nível federal,



estadual e municipal ainda se mostra precário. Esse trabalho mostra que as pesquisas sobre localização de instalações comumente não usam os dados georreferenciados em toda sua potencialidade, pois os (poucos) trabalhos encontrados de pesquisadores brasileiros usavam dados cuja menor granularidade é o município, apontando a necessidade de um uso mais frequente de dados georreferenciados mais granulares, dada a potencialidade de melhorar as análises locais.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em problemas de localização, empregar a menor granularidade para os dados geográficos geralmente permite um ganho de qualidade e fornece maior flexibilidade aos pesquisadores para fazer agrupamentos de forma que se possa trabalhar de acordo com as necessidades do problema abordado. Isso é especialmente importante em problemas de localização intramunicipais, como o abordado neste trabalho. Cabe destacar que esse fato é especialmente verdade para municípios com populações superiores a 190.000 habitantes, pois municípios menores a essa população poderiam ser a própria área de ponderação.

O *geomarketing* emprega dados georreferenciados e o cruzamento com informações cruciais, oriundas de pesquisas domiciliares ou censitárias, torna o resultado da análise mais próxima da realidade local. O uso de dados georreferenciados permite também melhorar a identificação de áreas onde se concentram as populações mais necessitadas, para que dessa forma norteiem o processo de localização dos serviços públicos. Todavia, um aspecto negativo em considerar unidades geográficas menores é arcar com um gasto computacional maior.

Um obstáculo que pode explicar o pouco uso de dados georreferenciados para domínios espaciais pequenos como as áreas de ponderação ou setores censitários em problemas de localização, é que as áreas de engenharia, geralmente envolvidas nesses processos, comumente não lidam com esses cálculos. Esse tipo de cálculos é mais comum em ciências sociais, demografia, geografia ou a economia, por exemplo.

O método AHP empregado permite obter pesos para alternativas com múltiplos critérios. A importância do emprego do método aumentará quando as alternativas sejam muito similares, pois se poderia fazer uma escolha mais racional. Isto é, o



Esta obra está licenciada sob uma licença
Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0).

método AHP pode ter pouca importância nos casos em que uma alternativa é muito melhor do que outra, porém, nos casos em que existe uma equivalência relativa entre alternativas, o método facilita a escolha de uma delas.

Assim, cabe destacar que o emprego de dados censitários de 2010 e o método AHP se mostraram uma ferramenta que permitem nortear a localização de qualquer tipo de instalação, entre elas, a localização de instalações públicas de saúde, como o caso abordado neste trabalho. Além disso, o trabalho mostrado aqui pode servir de referência no que tange à importância de utilizar dados georreferenciados de áreas geográficas mais granulares dado que isso pode permitir a utilização de modelos mais aprimorados buscando obter a melhor decisão possível por parte dos agentes públicos envolvidos em problemas de localização.

Este trabalho foi um exercício que terá como trabalhos futuros o uso de dados georreferenciados, mais granulares, em modelos como a p-mediana em problemas de localização de instalações intramunicipais.



REFERÊNCIAS

AFSHARI, Hamid; PENG, Qingjin. Challenges and Solutions for Location of Healthcare Facilities. **Industrial Engineering & Management**, v. 3, n. 2, p. 1-12, 2014.

ALVES, José Roberto Xavier; ALVES, João Murta. Definição de localidade para instalação industrial com o apoio do método de análise hierárquica (AHP). **Production**, v. 25, n. 1, p. 13-26, jan./mar. 2015.

BORGES, Elton. **Do empírico e espontâneo ao científico e estratégico**: O varejo à luz das Teorias de Localização e na região Centro-Sul de Belo Horizonte. Belo Horizonte, f. 208, 2008. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Geografia) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.

CIRINO, Silvana et al. Avaliação de acessibilidade geográfica em sistemas de saúde hierarquizados usando o modelo de p-medianas: aplicação em Santa Catarina, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 32, n. 4, p. 1-11, abr. 2016.

CIRINO, Silvana et al. Modelo não linear de localização de instalações de serviço de saúde com indicador de acessibilidade incorporado. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 34, n. 3, p. 1-12, 2018.

Comissão Nacional sobre Determinantes Sociais da Saúde. **As causas sociais das iniquidades em saúde no Brasil**. Editora: FIOCRUZ, v. 3, f. 108, 2007. 215 p.

CORTEZ, Bruno; MONTENEGRO, Flávio; BRITO, José. Censo Demográfico 2010: definição das áreas de ponderação para o cálculo das estimativas provenientes do questionário da amostra. In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS (ABEP), XVIII. 2012. **Anais [...]** Lindóia/SP.

FERREIRA, Ricardo Vicente; RAFFO, Jorge da Graça. O uso dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) no estudo da acessibilidade física aos serviços de saúde pela população rural: Revisão de literatura. **Hygeia, Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, v. 8, n. 15, p. 177-189, 2012.

FIGUEIREDO, Glória Lúcia Alves; MELLO, Débora Falleiros de. Atenção à Saúde da Criança no Brasil: Aspectos da vulnerabilidade programática e dos direitos humanos. **Revista Latino-americana de Enfermagem**, v. 15, n. 6, novembro-dezembro 2007.

GUIMARÃES, José (Org.). **Demografia dos Negócios**: campo de estudos, perspectivas e aplicações. Campinas: ABEP, 2006.

HERRICK, Clare. Risky bodies: Public Health, social marketing and the governance of obesity. **Geoforum**, v. 38, n. 1, p. 90-102, 2007.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Base de Informações do Censo Demográfico 2010**: Resultados do Universo por setor censitário. 2011. 125 p. Disponível em:



Esta obra está licenciada sob uma licença
Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0).

https://www.ipea.gov.br/redeipea/images/pdfs/base_de_informacoes_por_setor_censitario_universo_censo_2010.pdf. Acesso em: 2 ago. 2020.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010: Educação e deslocamento - Resultados da amostra**. 2010. 201 p. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/545/cd_2010_educacao_e_deslocamento.pdf. Acesso em: 7 jul. 2020.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010: Microdados**. 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9662-censo-demografico-2010.html?%2520edicao=9754&t=microdados>. Acesso em: 1 ago. 2020.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Downloads: Geociências**. 2016. Disponível em: http://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm. Acesso em: 28 out. 2016.

JANNUZZI, Paulo de Martino. Indicadores para diagnóstico monitoramento e avaliação de programas sociais no Brasil. **Revista da Serviço Público**, v. 56, n. 2, p. 137-160, Abr/Jun 2005.

MARINS, Cristiano Souza; SOUZA, Daniela de Oliveira; BARROS, Magno da Silva. O uso do método de Análise Hierárquica (AHP) na tomada de decisões gerenciais: Um estudo de caso. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, XLI. 2009. **Anais [...]** Porto Seguro. 1778-1788 p.

Ministério da Saúde. **Agenda de compromissos para a saúde integral da criança e redução da mortalidade infantil**. Rio de Janeiro: Ministério da Saúde, f. 40, 2003. 80 p.

PETERSEN, Jakob *et al.* Geodemographics as a tool for targeting neighbourhoods in public health campaigns. **Journal of Geographical Systems**, v. 13, p. 173-192, 2011.

PIZZOLATO, Nélio Dominguez *et al.* Localização de escolas públicas: Síntese de algumas linhas de experiências no Brasil. **Pesquisa Operacional**, v. 24, n. 1, p. 111-131, 2004.

Prefeitura do Rio de Janeiro - Secretaria Municipal de Saúde (SMS). **Lista de Unidades de Urgência e Emergência**. Disponível em: <http://www.rio.rj.gov.br/web/sms/exibeconteudo?id=4206759#>. Acesso em: 20 nov. 2016.

REIS, Maurício; CRESPO, Ana. **O impacto de a renda domiciliar sobre a saúde infantil no Brasil**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Rio de Janeiro: IPEA, Texto para discussão, n° 1397, fevereiro, 2009.

SAATY, Thomas L. Decision making with the analytic hierarchy process. **International Journal Services Sciences**, v. 1, n. 1, p. 83-98, 2008.



Esta obra está licenciada sob uma licença
Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0).

SAATY, Thomas L.; VARGAS, Luis G. **Models, Methods, Concepts & Applications of the Analytic Hierarchy Process**. 2. ed. Springer Science & Business Media, 2012. 333 p.

TORRES, Haroldo da Gama. Demografia urbana e políticas sociais. **Revista Brasileira de Estudos Populacionais**, v. 23, n. 1, p. 27-42, jan./jun. 2006.



Esta obra está licenciada sob uma licença
Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0).

PROVER - Revista de Tecnologias Sociais, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p. 66 - 86, 2021.