

UTILIZAÇÃO DE GEOPROCESSAMENTO PARA ANÁLISE DA ACESSIBILIDADE A EQUIPAMENTOS PÚBLICOS DE ENSINO FUNDAMENTAL EM ÁREAS DE EXPANSÃO URBANA: BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO DO SALSO – PORTO ALEGRE/RS

Pedro Godinho Verran
Mestrando em Geografia - UFRGS
Bacharel em Geografia - UFRGS
E-mail: pedroverran@gmail.com

RESUMO

O trabalho investigatório objetivou realizar a análise da acessibilidade espacial aos equipamentos públicos de ensino fundamental presentes na bacia hidrográfica do arroio do Salso, na zona sul do município de Porto Alegre. Para isso, considerou-se a acessibilidade como uma variável diretamente relacionada à distância a ser percorrida pelo aluno até a escola mais próxima. Foram utilizados dados demográficos do Censo de 2010, informações do Censo Escolar de 2013, dado vetorial da área urbanizada de Porto Alegre, assim como os softwares Google Earth e Arc Gis 10.1. Com base nesses dados, foram gerados um mapa de expansão urbana entre 2002 e 2013 na área de estudo, um mapa dasimétrico com a população na faixa etária do ensino fundamental, assim como um mapa de acessibilidade dessa população às escolas mais próximas. Como conclusão, destaca-se que o ensino fundamental está universalizado na área de estudo, não havendo a necessidade da implantação de novas escolas de ensino fundamental.

PALAVRAS-CHAVE: geoprocessamento; acessibilidade; equipamentos públicos de ensino fundamental; mapa dasimétrico.

GEOPROCESSING USE FOR ANALYSIS OF ACCESSIBILITY TO ELEMENTARY SCHOOL PUBLIC EQUIPMENTS IN EXPANSION URBAN AREAS: HYDROGRAPHIC BASIN OF ARROIO DO SALSO - PORTO ALEGRE / RS

ABSTRACT

The investigative work aimed to carry out the analysis of spatial accessibility to public equipment of elementary school present in the basin of the stream Salso, in the southern area of Porto Alegre city. For this, it was considered accessibility as a variable directly related to the distance to be covered by the student to the nearest school. There were used the 2010 Census demographic data, School Census data 2013, vectorial data of the urbanized area of Porto Alegre, as well as Google Earth and Arc Gis 10.1. softwares. Based on these data, there were generated, an urban expansion map between 2002 and 2013 in the study area, one dasymetric map with the population in the age group of elementary school, as well as a map of this population accessibility to the nearest schools. As a conclusion, it is emphasized that elementary education is universalized in the study area, there being no need for construction of new elementary schools.

KEYWORDS: geoprocessing; accessibility; public equipment of elementary education; dasymetric map.

INTRODUÇÃO

O processo de urbanização é um fenômeno que abrange grande parte do território brasileiro. Com base nos dados do IBGE, pode-se afirmar que o Brasil é um país predominantemente urbano desde a década de 1970. Embora esse fenômeno tenha sido acompanhado por uma melhora significativa em índices econômicos e sociais, esses índices estatísticos muitas vezes mascaram realidades da escala local, nas quais a população está sujeita a diversos problemas socioeconômicos e ambientais, não percebidos em uma macroescala de análise.

Dessa forma, torna-se importante o desenvolvimento de pesquisas com o intuito de identificar problemas na escala local, conferindo um maior nível de detalhamento no planejamento e na tomada de decisão em ações de políticas públicas, afinal, são os agentes da escala municipal os principais organizadores de políticas públicas para os cidadãos. Nesse sentido, para que o poder executivo municipal consiga fazer uma melhor aplicação dos recursos financeiros no sistema de serviços públicos, torna-se necessário o uso de metodologias que auxiliem na avaliação da realidade local. Algumas metodologias que podem auxiliar esse processo são as que envolvem o uso do geoprocessamento.

Para a presente pesquisa, o tipo de serviço público escolhido para ser avaliado foi o de educação, mais especificamente, as escolas públicas de ensino fundamental. Nessa avaliação, realizou-se a análise de acessibilidade espacial dos alunos com relação às escolas mais próximas às suas residências. Para isso, foi utilizado o conceito de acessibilidade proposto por Nahas *et al* (2006, p. 15), sendo esta “uma variável que decresce com o tempo de deslocamento, estando diretamente relacionada à distância a ser percorrida”.

Nesse contexto, o objetivo geral dessa pesquisa foi realizar uma análise socioespacial da rede escolar da bacia hidrográfica do arroio do Salsinho nas suas condições de acessibilidade com relação à população em faixa etária estudantil residente na bacia, e buscar identificar se há a necessidade de se construir novas escolas na área de estudo. Para isso, foram utilizados dados demográficos do Censo de 2010, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), informações do Censo Escolar de 2013, realizado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisa Anísio Teixeira (INEP), assim como os softwares Google Earth e Arc Gis 10.1.

Como recorte espacial, foi utilizada a área da bacia hidrográfica do arroio do Salsinho, tendo em vista o fato de que ela representa uma área geograficamente distante do centro de Porto Alegre, representando uma descontinuidade na mancha urbana do município.

Por fim, através do uso de ferramentas de geoprocessamento, foi possível analisar os equipamentos públicos de ensino fundamental na referida área de estudo, e suas condições de acessibilidade em relação à população do entorno, podendo-se identificar áreas com maior necessidade de implantação desse tipo de equipamento.

GEOPROCESSAMENTO E POLÍTICAS PÚBLICAS NO BRASIL: O GEOPROCESSAMENTO COMO SUBSÍDIO À GESTÃO PÚBLICA

O geoprocessamento representa a área do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento de informações geográficas. As ferramentas computacionais para geoprocessamento, chamadas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), permitem realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados. Tornam ainda possível automatizar a produção de documentos cartográficos (CÂMARA *et al*, 2001).

Segundo Cordovez (2002), no estágio atual das tecnologias e na busca da modernização administrativa, o uso do geoprocessamento na gestão pública não pode mais ser contestado.

A disseminação do geoprocessamento mostra-se inerente ao desenvolvimento tecnológico em diferentes setores na atualidade, pois, “compreender a distribuição espacial de dados oriundos de fenômenos ocorridos no espaço constitui hoje um grande desafio para a elucidação de questões centrais em diversas áreas do conhecimento, como na saúde, meio ambiente, geologia, agronomia, entre tantas outras” (CÂMARA *et al*, 2004, p. 1).

Nesse sentido, Torres menciona que:

Cabe destacar o importante problema de promovermos uma cultura de livre acesso à informação de caráter público. Não raramente, gestores locais têm dificuldades de conseguir informações ou bancos de dados relevantes de outros órgãos públicos. Parte dessa informação é também monopolizada por organizações privadas como empresas de consultoria. Embora o advento da Internet venha melhorando substancialmente as condições de acesso à informação de caráter público, é preciso fazer um esforço consciente de promoção continuada dessa nova cultura de acesso a esse tipo de informação, sobretudo naqueles segmentos da gestão governamental onde a burocracia é menos organizada (TORRES, 2005, p. 21).

Mesmo assim, nos últimos anos percebe-se uma universalização do uso do geoprocessamento. Isso tem ocorrido devido à disponibilidade de softwares de baixo custo, e até mesmo gratuitos, com interfaces amigáveis, o que tem contribuído para uma maior diversidade de informações espaciais.

Simultaneamente, há uma complexidade maior em manipular essas informações, fazendo com que muitos profissionais não consigam acompanhar essas mudanças tecnológicas, como é o caso em muitos órgãos da administração pública no Brasil. Torres (2005, p. 12) ressalta que “poucas administrações públicas dispõem desses sistemas com a qualidade e sofisticação desejada, e poucas têm as competências necessárias para utilizá-los adequadamente”, o que acaba refletindo sobre um dos mais complexos problemas da gestão urbana: o problema de onde agir.

ANÁLISE DE ACESSIBILIDADE A EQUIPAMENTOS PÚBLICOS URBANOS E O USO DO GEOPROCESSAMENTO: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Paralelo à universalização do geoprocessamento, temos a Lei Federal Nº 10.257 de 2001, comumente conhecida como Estatuto da Cidade. Esta lei estabelece normas de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental. O artigo 2º da referida legislação prevê, entre outros, a “oferta de equipamentos urbanos e comunitários, transporte e serviços públicos adequados aos interesses e necessidades da população e às características locais” (BRASIL, 2001).

Nesse contexto, diversos trabalhos têm sido publicados onde os autores têm utilizado técnicas de geoprocessamento para analisar o acesso da população aos equipamentos urbanos e comunitários em diversas regiões brasileiras. O ponto em comum em muitos desses trabalhos é a geração de mapas levando-se em consideração o conceito de acessibilidade. Uma técnica amplamente utilizada em geoprocessamento para medir a acessibilidade a um determinado equipamento urbano é através da aplicação de um *buffer*, através do qual se pode medir o raio de abrangência de determinado equipamento.

O uso de SIG em análise espacial urbana permite integrar uma série de dados geográficos, tais como: a malha urbana municipal, a base temática com dados por setores censitários do IBGE, os pontos com a localização dos equipamentos públicos, a área de acessibilidade desses equipamentos, entre outros dados, e assim extrair resultados que tem o potencial de subsidiar o planejamento da instalação de novos equipamentos comunitários urbanos.

Para Mondo (2002), a importância de trabalhos de planejamento público reside no fato de que:

As políticas e a escolha de projetos para o setor público são normalmente orientadas pelo custo social dos recursos utilizados e, consequentemente, dos produtos gerados. (...) Através do planejamento pode-se detectar e diagnosticar os problemas existentes, desenhar

cenários de evolução, avaliar decisões alternativas, estruturar programas de intervenção, antecipar dificuldades e desafios futuros (MONDO, 2002, p. 17).

Nesse sentido, Batista, Bortoluzzi e Orth (2011) realizaram um trabalho com o objetivo de determinar a acessibilidade dos equipamentos educacionais na Planície Quaternária do Campeche, em Florianópolis, utilizando a metodologia de Brau, Mercê e Tarrago (1980), a qual trata dos raios de abrangência das escolas, em uma hierarquia qualitativa. Semelhantemente, Verran & Strohaecker (2014) realizaram um estudo de acessibilidade a equipamentos públicos de saúde em uma bacia hidrográfica na zona sul do município de Porto Alegre, utilizando as mesmas medidas de acessibilidade do trabalho anterior, vinculando-as ao polígono da mancha urbana da área de estudo. Embora o objetivo desses trabalhos tenha sido dimensionar exclusivamente o acesso espacial da oferta do serviço, ficou evidente que, para ter uma maior consistência nos resultados quando se trabalha com análise espacial e SIG, a utilização de um conjunto de variáveis rigorosamente definidas é mais eficiente do que a utilização de uma variável individual.

Dessa forma, com relação à escolha das variáveis, uma fonte de dados bastante confiável para se trabalhar junto aos SIG's, no Brasil, são os dados do Censo do IBGE, realizados decenalmente. Para a realização da coleta de informações demográficas e socioeconômicas da população, o IBGE utiliza os setores censitários. 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. Cada setor censitário possui entre 200 e 300 domicílios, respeitando os limites das divisões político-administrativas (IBGE, 2010).

Como exemplo de trabalho usando dados do censo demográfico associados a medidas de acessibilidade, Silva (2013) realizou um estudo buscando compreender a relação entre vulnerabilidade social e localização de escolas públicas em Porto Alegre. Para isso, utilizou dados socioeconômicos do Censo do IBGE (2010), a malha digital dos setores censitários para o município de Porto Alegre, o dado vetorial da área urbanizada do Diagnóstico Ambiental de Porto Alegre (2006) e os pontos georreferenciados de toda rede pública de educação do município, dos quais foram extraídas medidas de acessibilidade das escolas. De acordo com a autora, os resultados obtidos sugerem que os locais de maior vulnerabilidade social apresentam uma distância maior em relação às escolas públicas.

É interessante destacar que, nesse mesmo trabalho, Silva (2013) realizou um cruzamento entre a malha digital dos setores censitários com o dado vetorial da área urbanizada de Porto Alegre,

com o objetivo de ter uma melhor estimativa possível da densidade populacional, uma vez que as unidades censitárias não discriminam os vazios urbanos. Dessa forma, percebe-se que considerar a área dos setores censitários para estimar a densidade da população em um mapa acarreta uma grande distorção com relação à realidade, principalmente nos setores maiores, onde a distribuição da população é mais rarefeita.

Nesse sentido, devemos considerar que um dos grandes desafios em se trabalhar com a malha digital dos setores censitários é justamente pelo fato de os dados estarem agregados em unidades de análise contínuas, representadas por polígonos fechados, como se a informação estivesse homogeneamente distribuída dentro dessas áreas. Por se tratar de uma unidade de coleta de dados de cunho administrativo, os limites dos setores censitários não necessariamente coincidem com os recortes espaciais necessários ao planejamento urbano, como por exemplo, os dados das áreas de influência das escolas, distritos de saúde, unidades de planejamento policial, conjuntos habitacionais, etc (D'ANTONA, DAGNINO, BUENO, 2010).

Uma forma de contornar esse problema é através do método dasimétrico, através do qual é possível definir onde a população está espacialmente distribuída em um mapa. De acordo com Silveira & Kawakubo (2013), no método dasimétrico apenas as áreas habitadas são consideradas no cálculo da densidade demográfica. As informações relacionadas às áreas urbanizadas são extraídas de fontes complementares – como imagens de satélite – e, posteriormente, são combinadas com os dados do censo demográfico por meio de ferramentas de geoprocessamento. Procura-se com a adoção do método dasimétrico a construção de um mapa que represente de maneira mais realística possível a distribuição espacial da população no espaço intraurbano, através de um maior nível de desagregação espacial das informações do IBGE.

Nesse sentido, por desagregação espacial da informação, podemos entender como uma mudança de escala na informação geográfica. Por exemplo, os dados demográficos do IBGE, quando associados aos setores censitários, representam uma informação com maior nível de desagregação espacial se comparados ao município do qual faz parte. Embora o maior nível de desagregação espacial que o IBGE fornece seja ao nível dos setores censitários, é possível, através de técnicas de geoprocessamento, aumentar o grau de desagregação dos setores censitários, eliminando os vazios urbanos que podem existir no interior do setor. Enfim, o objetivo é sempre associar as informações a unidades menores, preservando a origem dos dados, a exemplo do método dasimétrico (Figura 4).

Torres (2005) trata da questão da desagregação espacial da informação, mencionando algumas técnicas de SIG, tais como os Polígonos de Voronoy – que estimam a área de abrangência a partir da distância relativa dos diversos equipamentos - e a técnica de *intersect*, presente no grupo de ferramentas de *overlay* do Arc Gis - onde dados do setor censitário são atribuídos ao raio de abrangência de uma escola, por exemplo, na proporção em que a área do setor intersecta com a superfície do raio de abrangência do equipamento.

Como exemplo do uso dessas técnicas, podemos citar o estudo técnico publicado pela Secretaria de Avaliação e Gestão da Informação (SAGI). O estudo buscou estimar o percentual de pessoas dentro da linha de extrema pobreza que eram atendidas pelos Centros de Referência de Assistência Social (CRAS) em todo o território do Estado da Paraíba. Para isso, aplicou a técnica de *intersect* entre os dados vetoriais dos setores censitários e os dados vetoriais dos raios de abrangência dos equipamentos do CRAS, em todo o território do referido estado. Dessa forma, chegou-se ao resultado de que 44% da população em situação de extrema pobreza na Paraíba estão a uma distância de pelo menos dois quilômetros do CRAS mais próximo (SAGI, 2014).

Todavia, por ser uma medida de acessibilidade euclidiana, um problema que a metodologia dos raios de abrangência não resolve é a questão das chamadas “barreiras físicas”: rios, estradas e outras barreiras que impedem a circulação de usuários de um dado equipamento que, mesmo sendo o mais próximo, é inacessível para usuários localizados além dessa barreira (TORRES, 2005). Uma forma de contornar esse problema é através da vinculação das medidas de acessibilidade ao sistema viário urbano, como fizeram Ramos, Ferreira e Mattos (2011) em seu trabalho sobre a análise espacial de acesso aos serviços de saúde das unidades de atendimento aos adolescentes no município do Rio de Janeiro.

Também podemos mencionar o trabalho de Silva *et al* (2013), desenvolvido no Instituto Pereira Passos. O trabalho consistiu na geração de um mapa que possibilita o cálculo da população, por pixel, em toda a cidade do Rio de Janeiro. O processo se iniciou a partir da base de dados do Censo 2010, do IBGE, na escala de setor censitário, visando calcular o número de habitantes por m^2 ocupado de cada setor censitário do município. A partir desta informação, foi gerado o *raster* com informação de população por pixel, considerando-se o pixel como uma unidade de área. Como produto final, obteve-se um mapa interativo da distribuição populacional de toda a cidade do Rio de Janeiro tendo o pixel de $3m^2$ como a unidade de área. Esse mapa está disponibilizado na Web¹,

¹ Disponível em: http://portalgeo.rio.rj.gov.br/ipp_viewer/?config=config/ipp/censo.xml.

então, qualquer usuário pode acessar a plataforma e fazer o cálculo populacional para zonas geográficas de seu interesse.

As técnicas citadas anteriormente são métodos bastante pertinentes, visto que possibilitam unir dados de medida espacial (*intersect*, Polígonos de Voronoy, etc), com dados sociodemográficos, os quais se encontram vinculados a uma base espacial (setores censitários). Através da utilização dessas técnicas, é possível superar o clássico problema da incompatibilidade de dados espaciais. Todavia, devemos ser críticos quanto à utilização desses métodos. Embora eles apresentem um bom grau de ponderação, no momento em que fazemos a alteração em uma base de dados oficial, há uma relativa perda de informações. Ainda assim, mesmo que essas técnicas proporcionem uma representação ponderável da realidade, elas têm como objetivo final gerar um produto que é o ponto de partida inicial para o planejamento de políticas públicas, pois, existem níveis de realidade que somente o estudo *in loco* proporciona.

O PANORAMA ATUAL DO PLANEJAMENTO DE REDES ESCOLARES NO BRASIL

Embora sejam diversas as políticas e programas educacionais do governo brasileiro em execução, praticamente inexistentes são as que se referem ao planejamento espacial de redes escolares. No Plano Nacional de Educação (PNE), de 2014, encontra-se uma simples menção à universalização do atendimento escolar, mas sem fazer alusão ao acesso espacial à rede escolar. Por outro lado, o Plano Municipal de Educação de Porto Alegre (PMEPA), de 2004, apenas menciona a necessidade de se consolidar o cadastramento de todas as instituições de educação infantil em funcionamento, para possibilitar uma visão mais clara do atendimento nesta faixa etária, através de um mapeamento por regiões.

Dentre os poucos trabalhos encontrados que envolvem o planejamento de redes escolares, podemos citar o manual intitulado de Planejamento de Rede Escolar Urbana de 1º grau, publicado pelo extinto Centro Brasileiro de Construções e Equipamentos Escolares (CEBRACE), em 1981. Embora no período de publicação desse trabalho não fosse disseminado o uso do geoprocessamento, seus procedimentos de pesquisa garantem um vasto apoio ao pesquisador atual, já que fornece os tipos de análise necessários para fazer um planejamento espacial consistente, em redes escolares de ensino fundamental.

Menciona-se também o trabalho do INEP, que realiza anualmente o Censo Escolar, o qual consiste no levantamento de dados estatístico-educacionais. Essas informações são utilizadas para traçar um panorama nacional da educação básica e servem de referência para a formulação de

políticas públicas e execução de programas na área da educação (INEP, 2011). O uso dessas informações para o planejamento de redes escolares é de extrema utilidade, principalmente em trabalhos que envolvem o uso do geoprocessamento.

Sobre o planejamento de redes escolares em áreas urbanas, Torres (2005) menciona que:

Em áreas urbanas de pequeno porte, os gestores locais têm condições de inspecionar pessoalmente cada escola, bem como podem conversar com a população local, tendo capacidade de identificar facilmente as situações de pressão da demanda. No entanto, este problema torna-se muito mais complexo nas grandes áreas urbanas, uma vez que tal gestão pode envolver milhares de escolas, bem como nas áreas urbanas em permanente expansão (TORRES, 2005, p.10).

Cabe assinalar, também, que esse tipo de cenário urbano complexo tende a se tornar cada vez mais frequente, afinal, já na metade dos anos noventa, a ONU (Organização das Nações Unidas) estimava que quatro de cada dez habitantes urbanos da América Latina habitavam cidades com mais de um milhão de habitantes (ARRIAGADA, 2000, p. 20). Em cenários complexos como o das grandes metrópoles, o uso do geoprocessamento possibilita um diagnóstico mais preciso sobre a realidade de determinado serviço público prestado à população. No caso do planejamento de redes escolares, isso significa não apenas uma maior eficiência na análise espacial do acesso da população à educação, como possibilita também uma otimização dos recursos aplicados no setor, devido ao rigor metodológico que essa ferramenta proporciona para a gestão urbana.

Nesse sentido, Torres (2005) ressalta que:

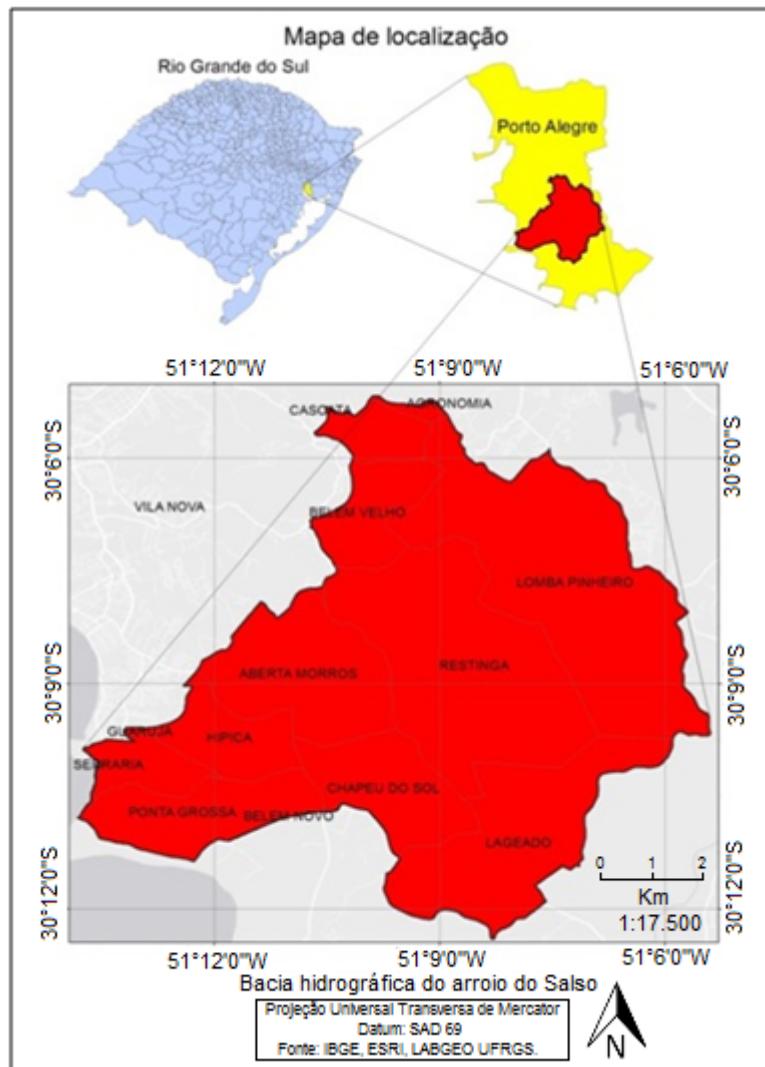
Sistemas desse tipo permitem realizar uma série de procedimentos relativamente problemáticos em formatos analógicos, tais como trabalhar com uma escala geográfica muito detalhada (pontos, setores censitários, etc.). Sistemas desse tipo também permitem ao analista trabalhar com bases de dados de origens distintas, numa escala geográfica detalhada, compatibilizando, por exemplo, o número de alunos numa dada escola com o número de crianças nos setores censitários mais próximos. Finalmente, sistemas desse tipo permitem ao analista introduzir num banco de dados tradicional, informação “geográfica” anteriormente não disponível, tais como a distância média de um dado setor censitário à escola mais próxima. Tais informações podem construir novos indicadores de acesso a serviços públicos não disponíveis anteriormente e de grande utilidade operacional (TORRES, 2005, p.15).

Nesse contexto, a tendência é que as próximas gerações de técnicos, cientistas e gestores brasileiros venham a fazer uso cada vez mais frequente do SIG nas atividades de pesquisa e planejamento, visto que o geoprocessamento é um campo do conhecimento que possui um caráter interdisciplinar, contribuindo para o avanço nas diversas áreas científicas, tanto no setor público como no setor privado. No caso específico do planejamento de redes escolares, essa ferramenta torna-se imprescindível em um país como o Brasil, o qual carece de equipamentos de educação em diversas regiões do seu território.

ÁREA DE ESTUDO

A bacia hidrográfica do arroio do Sals se localiza na zona sul de Porto Alegre, entre as coordenadas $30^{\circ}5'10''$ e $30^{\circ}12'25''$ de latitude sul e $51^{\circ}13'50''$ e $51^{\circ}5'25''$ de longitude oeste, em uma área de $93,6 \text{ km}^2$ (Figura 1), destacando-se por ser a maior bacia hidrográfica do município.

Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo.



Elaboração: Verran (2014).

Na bacia estão inseridos, total ou parcialmente, 11 bairros do município de Porto Alegre: Lomba do Pinheiro, Restinga, Hípica, Serraria, Ponta Grossa, Belém Velho, Cascata, Chapéu do Sol, Guarujá, Lajeado e Campo Novo. Também fazem parte da bacia as localidades de Aberta dos Morros e a vertente norte do Morro São Pedro, ainda sem denominação oficial (zonas indefinidas), segundo informações disponíveis no site eletrônico da Prefeitura Municipal de Porto Alegre.

Segundo Hahn (2012), a área da bacia apresenta uma considerável preservação de seu ambiente natural, apresentando muitos trechos com vegetação nativa. Apesar da existência desses espaços naturais preservados na bacia do Salso, há também áreas em que a urbanização encontra-se bem consolidada, como nos bairros Restinga e Lomba do Pinheiro, embora a parte mais densamente urbanizada deste último bairro não esteja localizada dentro do perímetro da bacia.

METODOLOGIA

Análise espaço-temporal da expansão urbana na área de estudo

Como ponto de partida, a presente pesquisa objetivou analisar o crescimento de áreas urbanizadas na bacia hidrográfica do arroio do Salso, no intervalo de tempo de 2002 a 2013. As informações referentes ao ano de 2002 não precisaram ser geradas, visto que para a elaboração do Diagnóstico Ambiental de Porto Alegre, Hasenack, Weber & Marcuzzo (2008) realizaram a vetorização de toda a área urbanizada do município, com imagens de 2002.

Dessa forma, foi realizada a sobreposição do dado vetorial da área urbanizada do Diagnóstico Ambiental sobre o mosaico de imagens de satélite do Google Earth, na área da bacia do Salso, para então ser realizada a vetorização das áreas em que houve expansão da mancha urbana. Evidentemente, os polígonos de áreas urbanas que transcendiam os limites da bacia tiveram que ser cortados de acordo com o perímetro da área de estudo.

Identificação dos equipamentos públicos de educação

Na etapa seguinte, foi realizada a identificação dos equipamentos públicos de ensino fundamental. Para isso, foi realizada uma busca pelo endereço desses equipamentos no banco de dados do Censo Escolar de 2013, disponível no site do INEP². Também foi extraída a informação de matrículas por escola referente ao ano de 2013.

Após, foi utilizado o software Google Earth para localizar os equipamentos e inserir os marcadores com as coordenadas geográficas específicas dos equipamentos. Feita a coleta das coordenadas geográficas, os marcadores com a localização dos equipamentos foram exportados para Arc Gis 10.1, agregando a cada escola o seu respectivo número de matrículas.

² Disponível em: <<http://www.dataescolabrasil.inep.gov.br/dataEscolaBrasil/>>.

Criação dos raios de abrangência desses equipamentos

Para a criação dos raios de abrangência dos equipamentos de educação, foi utilizada a metodologia de Brau, Merce e Tarrago (1980) conforme a Tabela 1. Dessa forma, foi gerado um *buffer* nos pontos com a localização dos equipamentos de ensino fundamental, através do Arc Gis 10.1.

Tabela 1 – Determinação das distâncias dos equipamentos de educação

Acessibilidade	Distância da escola de ensino fundamental
Excelente	Menos de 250m
Ótima	250m – 500m
Regular	500m – 750m
Baixa	750m – 1000m
Péssima	Mais de 1000m

Fonte: adaptado por Verran (2014)
de Brau, Merce e Tarrago (1980).

Geração do mapa dasimétrico da área de estudo

Nesta etapa, foi realizada a associação dos dados dos setores censitários do IBGE com relação às áreas urbanizadas, com a finalidade de obter uma melhor estimativa da distribuição demográfica na área da bacia. Para isso foi utilizado o método dasimétrico, descrito anteriormente por Silveira & Kawakubo (2013).

Após a criação do mapa dasimétrico, foi realizada a intersecção entre os raios de abrangência e a população na faixa etária do ensino fundamental dentro de cada nível de acessibilidade, conforme a Figura 2.

Figura 2 - Metodologia aplicada para mensurar a população na faixa etária do ensino infantil dentro de cada nível de acessibilidade.



Elaboração: Verran (2014).

O exemplo ilustrativo da Figura 2 mostra como foi realizada esta operação. A ferramenta de geoprocessamento utilizada para realizar a intersecção entre os raios de abrangência e a população estudantil foi a técnica de *intersect*, disponível no Arc Gis 10.1. Essa técnica permitiu que os dados do mapa dasimétrico, com a população em faixa etária de ensino fundamental, fossem atribuídos aos raios de influência das escolas, na proporção em que a área dos polígonos com informação demográfica coincidia com a superfície do raio de influência.

46

Geração de mapas temáticos e gráficos para fins de análise

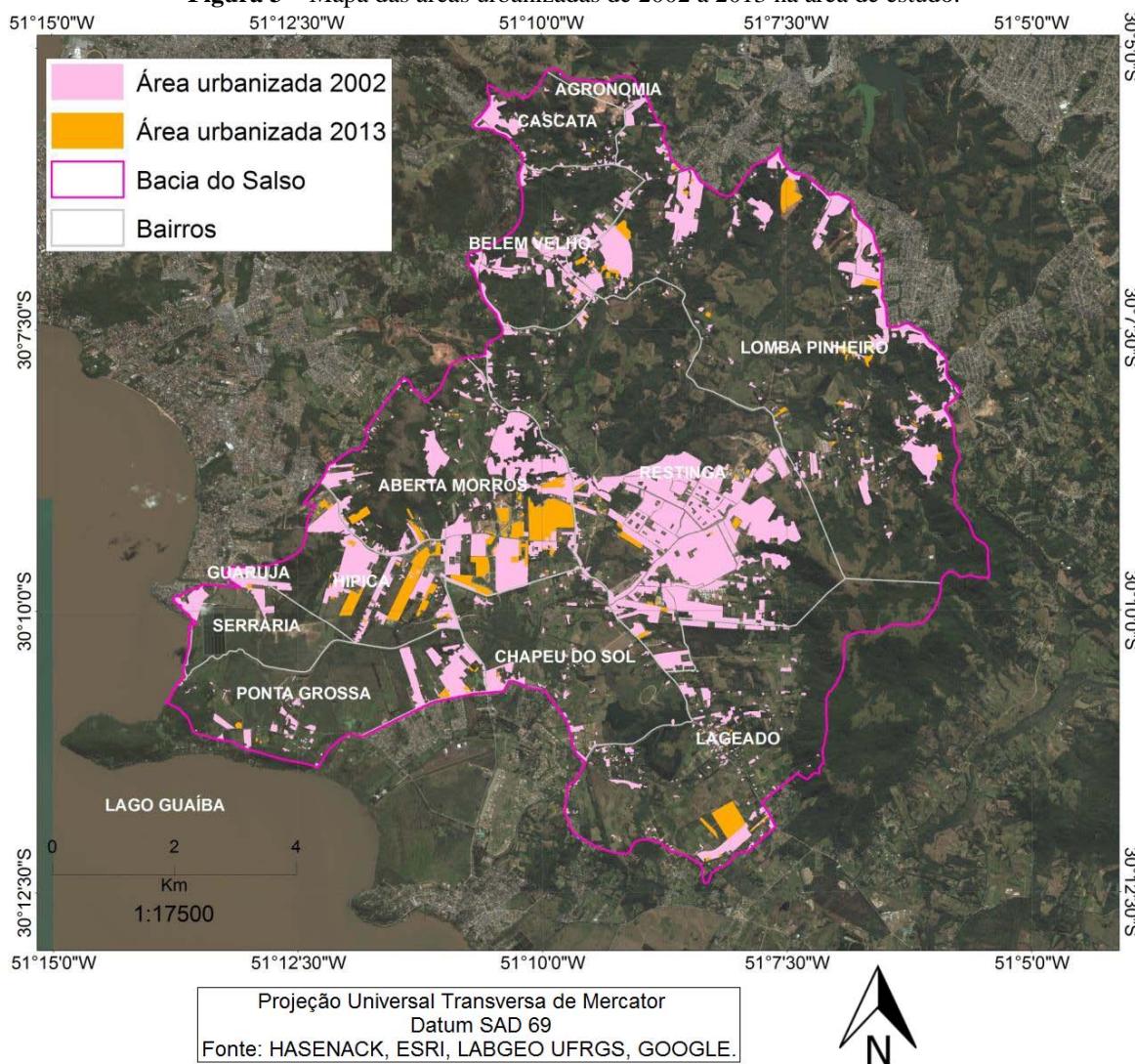
Após a geração de todas as informações necessárias para a presente pesquisa, os dados espaciais foram editados no *layout* do Arc Gis 10.1 para a geração dos mapas temáticos. Concomitantemente a isso, esses dados foram exportados para uma planilha eletrônica e tratados no Excel onde foram gerados gráficos indicando a população em faixa etária do ensino fundamental dentro de cada nível de acessibilidade, com relação à população total dessa mesma faixa etária para toda a bacia.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise espaço-temporal da expansão urbana na área de estudo

O mapa da Figura 3 nos revela a expansão da urbanização no período de 2002 a 2013 na área de estudo. Através dele podemos perceber que o maior acréscimo de área urbanizada ocorreu nos bairros Aberta dos Morros e Hípica. Podemos perceber também a criação de uma área bastante expressiva no bairro Lageado, contudo, com menor adensamento urbano que nos bairros anteriores. No restante da bacia ocorreu uma ocupação mais rarefeita em áreas menores.

Figura 3 – Mapa das áreas urbanizadas de 2002 a 2013 na área de estudo.



Elaboração: Verran (2014).

A Tabela 2 nos revela que houve um aumento de 2,1 Km² na urbanização, o que indica um acréscimo de 12,5% de urbanização na área de estudo. Deve-se frisar que a região da bacia que teve a maior contribuição para esse acréscimo de urbanização foi a área conjunta dos bairros Hípica e Aberta dos Morros.

Tabela 2 – Área urbanizada em 2002 e 2013.

Ano	Área Urbanizada (Km ²)	Aumento (%)
2002	14,1	
2013	16,2	12,5

Elaboração: Verran (2014).

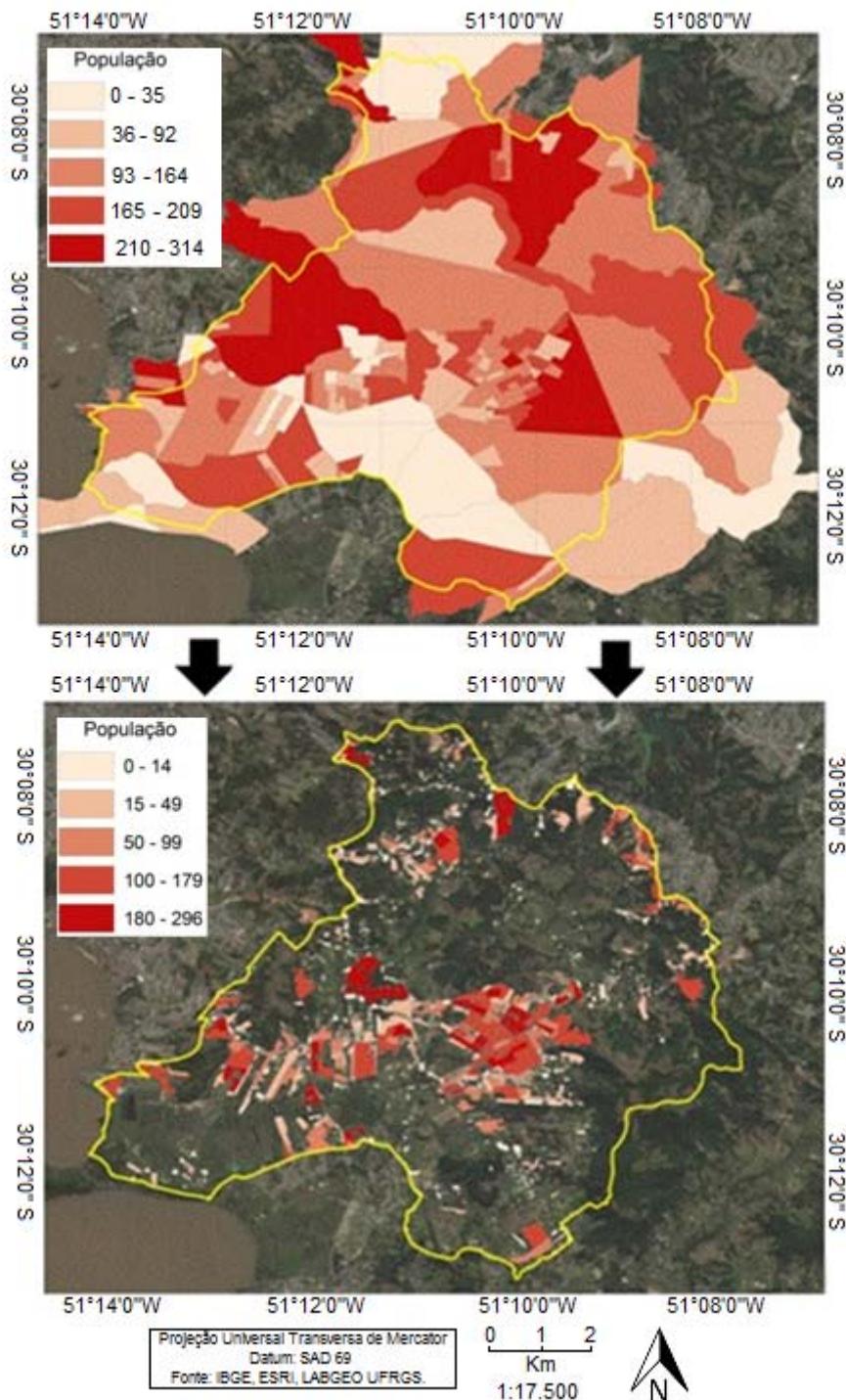
Identificação dos equipamentos públicos de educação e criação dos raios de abrangência

O ensino fundamental contempla crianças na faixa de 6 a 14 anos. Segundo o Censo Escolar de 2013, neste ano haviam 38 escolas de ensino fundamental com influência na área de estudo, sendo obtidas as coordenadas de todas essas escolas através do Google Earth. A localização geográfica das escolas foi exportada para o Arc Gis 10.1, agregando a cada escola o seu número de matrículas. Após isso, foi feita a criação dos raios de abrangência de cada equipamento, conforme a metodologia de Brau, Merce e Tarrago (1980). No total, foram registradas 24715 matrículas de ensino fundamental na área de estudo.

Geração do mapa dasimétrico da área de estudo

Nesta etapa foi realizada a intersecção entre o dado vetorial da malha digital dos setores censitários do IBGE com o dado vetorial gerado da área urbanizada em 2013. Através disso, foi obtido o dado vetorial da malha digital dos setores com apenas as áreas efetivamente urbanizadas. Dessa forma, puderam ser distribuídos os dados de população em um nível de desagregação superior ao dos setores censitários. Assim, obteve-se a base digital do mapa dasimétrico da bacia hidrográfica do arroio do Salsão, na qual se pode relacionar a distribuição da população na faixa etária do ensino fundamental com a localização dos respectivos equipamentos públicos de ensino. O mapa da Figura 4 ilustra o processo de criação do mapa dasimétrico da área de estudo, para a população na faixa etária dos 6 aos 14 anos.

Figura 4 – Geração do mapa dasimétrico da população entre 6 e 14 anos na área de estudo.



Organização: Verran (2014).

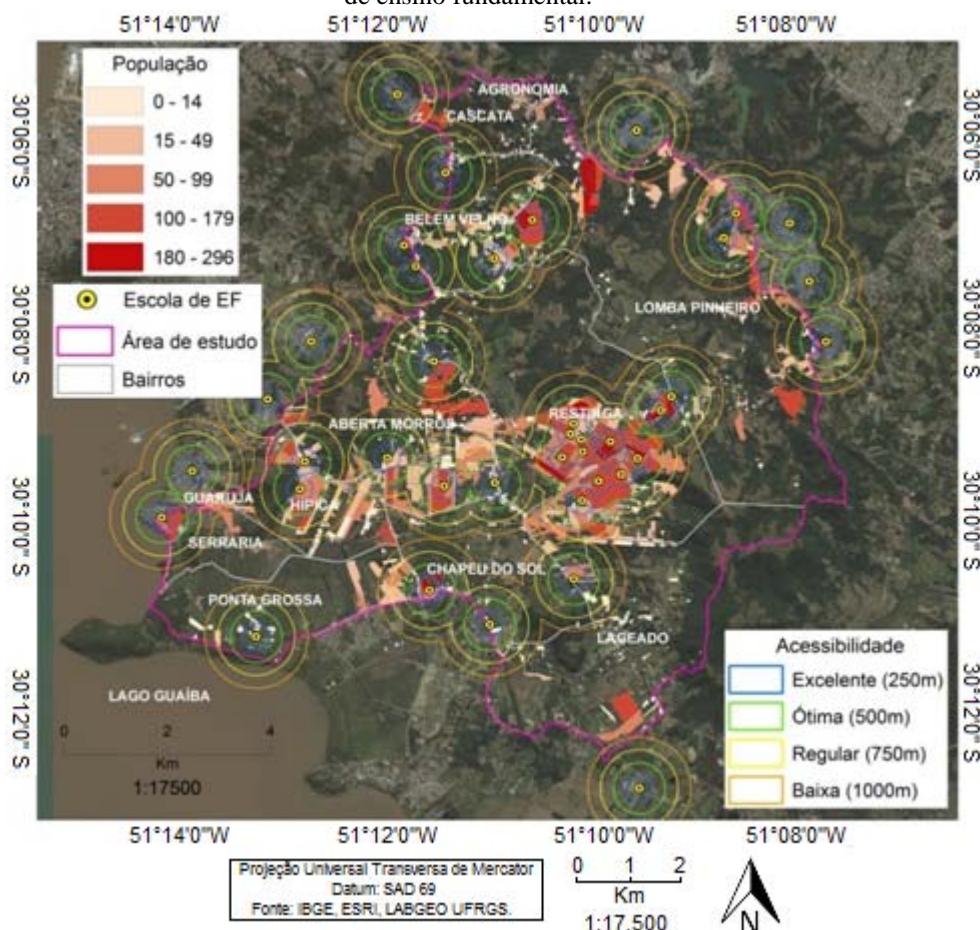
Após a geração do mapa dasimétrico, foi feita a sobreposição entre os raios de abrangência das escolas de ensino fundamental e o mapa dasimétrico com a população entre 6 e 14 anos para ser feita a montagem do mapa temático e do gráfico. Através da análise do mapa dasimétrico é possível identificar que a Restinga e a Aberta dos Morros são os bairros que apresentam a maior

concentração de adolescentes. No total, foram registradas 20159 pessoas entre 6 e 14 anos na área de estudo.

Análise do mapa e gráfico

A análise do mapa da Figura 5 nos indica que há uma boa distribuição espacial das escolas na área da bacia, podendo-se perceber que a maior parte das ocupações urbanas se encontra a uma distância razoável do equipamento de ensino fundamental mais próximo. No entanto, destaca-se que ocorre maior centralização dos equipamentos de ensino fundamental na Restinga, pelo fato de ser este o bairro mais densamente povoado da bacia.

Figura 5 - Mapa dasimétrico da população na faixa etária de 6 a 14 anos com os raios de abrangência das escolas de ensino fundamental.

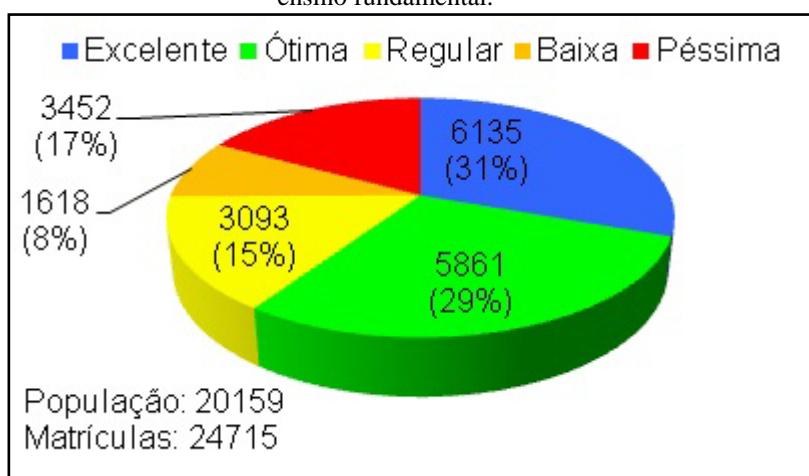


Organização: Verran (2014).

Na análise do gráfico da Figura 6, percebe-se que a localização das escolas de ensino fundamental na área da bacia se apresenta com uma boa distribuição espacial, o que contribui para o

reduzido percentual (17%) de crianças de 6 a 14 anos, a mais de 1000 metros de distância da escola mais próxima.

Figura 6 – Gráfico da população de 6 a 14 anos de idade por nível de acessibilidade com relação às escolas de ensino fundamental.



Fonte dos dados: IBGE (2010) e Censo Escolar (2013) – Acessado em novembro de 2014.
Organização: Verran (2014)..

Os dados de população e matrícula da Figura 6 nos indicam um total de 20159 habitantes (IBGE, 2010) com idade entre 6 e 14 anos, para um total de 24715 matrículas em escolas de ensino fundamental (INEP, 2013), o que nos fornece a densidade de 0,82 habitantes por matrícula. Esses dados nos apontam que para 100% das crianças com idade entre 6 e 14 anos residentes na área da bacia, existem matrículas no ensino fundamental.

Dessa forma, os resultados indicam que a bacia hidrográfica do arroio do Salsão é uma área que oferece um grande número de vagas de ensino fundamental para estudantes que não necessariamente residem dentro do seu perímetro.

CONCLUSÕES

Na análise da expansão urbana entre os anos de 2002 e 2013, foi possível identificar um significativo processo de urbanização na área de estudo, sendo os bairros Aberto dos Morros e Hípica os bairros que apresentaram maior ampliação da mancha urbana. Com relação ao mapa dasimétrico, foi possível identificar a localização da população entre 6 e 14 anos, estando esta mais concentrada nos bairros Restinga e Aberto dos Morros.

Com relação à distribuição das escolas, através do mapa dasimétrico da população estudantil sobreposto ao raio de abrangência das escolas, foi possível identificar uma maior centralização dos equipamentos de ensino fundamental na Restinga, pelo fato de ser este o bairro mais densamente

povoado da bacia. No entanto, a área de estudo como um todo se apresentou com uma boa distribuição espacial de escolas. Ressalta-se que o número de matrículas registrado foi superior à população estudantil da área de estudo.

Por fim, os resultados sugerem que não há a necessidade de ampliar o número de escolas de ensino fundamental na área de estudo, pelo fato de a oferta de matrículas conseguir acompanhar a demanda potencial de alunos representada pela população de 6 e 14 anos.

REFERÊNCIAS

ARRIAGADA, C. **Pobreza en América Latina: Nuevos escenarios e desafíos de políticas para el hábitat urbano**. 2000. In: CEPAL – Série Medio Ambiente de Desarrollo, n. 27. Disponível em: <<http://www.cepal.org/publicaciones/xml/7/5637/lcl1429e.pdf>>. Acesso em: 23 set. 2014.

BATISTA, G.V., BORTOLUZZI, S.D., ORTH, D.M. Geoprocessamento para determinação de acessibilidade aos equipamentos educacionais como ferramenta de apoio aos Estudos de Impacto de Vizinhança: estudo de caso na Planície do Campeche - Florianópolis/SC - Brasil. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, XV, 2011, Curitiba. **Anais...** Paraná: INPE, p.4177 - 4184. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2011/files/p1149.pdf>>. Acesso em: 17 de outubro, 2013.

BRASIL. **Lei Federal nº 10.257**, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal e estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10257.htm>. Acesso em: 07 de abril, 2014.

BRASIL. **Lei Federal nº 13.005**, de 25 junho de 2014. Aprova o Plano Nacional de Educação - PNE e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/_Ato2011-2014/Lei/L13005.htm](http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/_Ato2011-2014/2014/Lei/L13005.htm)>. Acesso em: 23 set. 2014.

BRAU, L.; MERCE, M.; TARRAGO, M. **Manual de urbanismo**. Barcelona, LEUMT, 1980.

CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A.M.V. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. INPE, 2001. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/index.html>>. Acesso em 22 de abril, 2016.

CÂMARA, G.; MONTEIRO, A.M.V.; FUCKS, S.D.; CARVALHO, M.S. Análise Espacial e Geoprocessamento. In: DRUCK, S. et al (Ed.). **Análise espacial de dados geográficos**. Brasília: EMBRAPA, 2004. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise/cap1-intro.pdf>>. Acesso em: 19 de abril, 2014.

CEBRACE. **Planejamento da rede escolar: proposta metodológica – rede escolar urbana, 1º grau. 2.ed. ver e aum.** Rio de Janeiro, MEC/CEBRACE, 1981. 212p. il. (Rede escolar, 1).

CORDOVEZ , J. C. G. Geoprocessamento como Ferramenta de Gestão Urbana. In: Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto, I, 2002, Aracaju. **Anais...** Sergipe:

Embrapa, 2002. Disponível em: <http://www.cpatc.embrapa.br/labgeo/srgsr1/pdfs/pa_pu_01.PDF>. Acesso em: 25 de abril, 2014.

D'ANTONA, A. O; DAGNINO, R. S.; BUENO, M. C. D. Geotecnologias e gestão de políticas públicas: uso de dados demográficos. In: **População e Cidades: subsídios para o planejamento e para as políticas sociais** / Rosana Baeninger (Org.). - Campinas: Núcleo de Estudos em População-Nepo/UNICAMP;Brasília: UNFPA, 2010. 304p. Disponível em: <http://www.nepo.unicamp.br/publicacoes/pop_e_cidades.pdf>. Acesso em: 28 de out. 2014.

ESRI. **Arc Gis 10.1**. Disponível em: <<http://www.esri.com/software/arcgis/arcgis-for-desktop/free-trial>>. Acesso em: 21 de abril, 2016.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Base de informações do Censo Demográfico 2010**: Resultados do Universo por setor censitário. Rio de Janeiro: IBGE 2011. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/redeipea/images/pdfs/base_de_informacoess_por_setor_censitario_universo_censo_2010.pdf>. Acesso em: 09 de abril, 2014.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010**. Sinopse. Agregados por Setores Censitários. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Demografico_2010/Sinopse/Agregados_por_Setores_Censitarios/>. Acesso em 21 de abril, 2014.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico 1940-2010**. Até 1970 dados extraídos de: Estatísticas do século XX. Rio de Janeiro: IBGE, 2007 no Anuário Estatístico do Brasil, 1981, vol. 42, 1979.

INEP, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Censo Escolar 2013**. Data Escola Brasil. Brasília: INEP 2011. Disponível em: <<http://www.dataescolabrasil.inep.gov.br/dataEscolaBrasil/>>. Acesso em: 03 de agosto, 2014.

GOOGLE. **Google Earth**. Disponível em <<https://www.google.com.br/earth/download/ge/agree.html>>. Acesso em 21 de abril, 2016.

HAHN, A. R. **Relatório técnico da bolsa de iniciação científica (BIC-Fapergs)**, 2012. Orientadora: Tânia Marques Strohaecker.

HASENACK, H.; WEBER, E.; MARCUZZO, S. (org.). **Diagnóstico Ambiental de Porto Alegre: Geologia, Solos, Drenagem, Vegetação e Ocupação**. Porto Alegre: Secretaria Municipal do Meio Ambiente, 2008. 84 p. ISBN 978-85-7727-129-0.

MONDO, J. A. S. **Indicadores de desempenho e configuração espacial urbana: um estudo de equipamentos escolares**. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano e Regional). Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2002. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/4706>>. Acesso em: 25 de abril, 2014.

NAHAS, M. N. P., PEREIRA, M. A. M., ESTEVES, O. A., GONÇALVES, E. Metodologia de construção do índice de qualidade de vida urbana dos municípios brasileiros (IQVU-BR). In: **XX ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS**, 2006. Campinas, SP, **Anais...**

Campinas: Unicamp, 2006. Disponível em: <http://www.abep.nepo.unicamp.br/encontro2006/docspdf/ABEP2006_420.pdf>. Acesso em: 20 de dezembro, 2013.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE, SECRETARIA MUNICIPAL DE EDUCAÇÃO. **Plano Municipal de Educação (2004)**. Disponível em: <http://www2.portoalegre.rs.gov.br/smed/default.php?reg=1&p_secao=16>. Acesso em: 23 jul. 2014.

RAMOS J. A. S.;FERREIRA, C. E. G.;MATTOS, H. J. Análise Espacial de Acesso aos Serviços de Saúde das Unidades de Atendimento aos Adolescentes no Município do Rio de Janeiro. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, XV, 2011, Curitiba. **Anais...** Paraná: INPE p.8389 – 8396. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2011/files/p1586.pdf>>. Acesso em: 02 de maio, 2014.

SAGI (SECRETARIA DE AVALIAÇÃO E GESTÃO DA INFORMAÇÃO), 2014. Estudo Técnico nº 03/2014. **Avaliação da localização dos CRAS em relação à cobertura da população na linha de extrema pobreza utilizando o sistema de informações geográficas: Estudo para o Estado da Paraíba**. Disponível em: <http://aplicacoes.mds.gov.br/sagirms/simulacao/estudos_tecnicos/pdf/72.pdf>. Acesso em: 11 de maio, 2014.

SILVA, L. L. **Análise socioespacial urbana em Porto Alegre: vulnerabilidade social e localização de escolas públicas**. 2013. 57 f. Monografia (Graduação) – Curso de Graduação de Bacharelado em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

SILVA, L. R. A.;MANDARINO, F. C.; SILVA, L. C. V.; JUNIOR, J. G.; SOUZA, L. G. Ferramenta SIG de cálculo de estimativa populacional para o planejamento urbano na cidade do Rio de Janeiro. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, XVI, 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...** Paraná: INPE, 2013. P. 4746 – 4752. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2013/files/p1201.pdf>>. Acesso em: 05 de abril, 2014.

SILVEIRA, L. P.; KAWAKUBO, F. S. Mapa dasimétrico da densidade demográfica de Poços de Caldas (MG) utilizando técnicas de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, XVI, 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...** Paraná: INPE, 2013. P. 999 ? 1005. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2013/files/p1192.pdf>>. Acesso em: 02 de maio, 2014.

TORRES, H. G. **Informação demográfica e políticas públicas na escala regional e local**. Santiago do Chile: CELADE/CEPAL, out.2005. (Paper apresentado na “Reunión de expertos sobre población y desarrollo local”). Disponível em: <http://www.fflch.usp.br/centrodametropole/antigo/v1/pdf/Texto_Celade_Haroldo_Torres2%5B1%5D.pdf>. Acesso em: 10 de abril, 2014.

VERRAN, P. V.; STROHAECKER, T. M. Uso de ferramentas de geoinformação para avaliação da acessibilidade a equipamentos públicos de saúde na bacia hidrográfica do arroio do Salso no município de Porto Alegre/RS. In: Encontro Estadual de Geografia, XXXIII, 2014, Santa Maria. **Anais...** Rio Grande do Sul: AGB, 2014. P. 69 – 73. Disponível em:

<<http://eeg2014.blogspot.com.br/2014/07/anais-do-xxxiii-eeg-2014-com-errata.html>>. Acesso em: 30 de out. 2014.

Recebido em: 28/11/2015
Aceito em: 03/05/2016