



WEBGIS DE GEOMARKETING: SOLUÇÃO DE DOIS ESTÁGIOS PARA UM PROBLEMA DE LOCALIZAÇÃO DO VAREJO

TWO-STAGE GEOMARKETING WEBGIS SOLUTION FOR A RETAIL LOCATION PROBLEM

Roberto Resende Salgado¹, Matheus Pereira Libório², Carlos Augusto Paiva da Silva Martin³, Patrícia Bernardes⁴

RESUMO

Decisões mercadológicas são complexas porque envolvem muitos dados e critérios relacionados no espaço geográfico com diferentes intensidades. Ao possibilitar o tratamento e a análise geográfica destes dados e critérios, os sistemas de informação geográficas (geographic information system - GIS) oferecem soluções que permitem ampliar a compreensão dos problemas mercadológicos (Geomarketing) e auxiliar o processo de tomada de decisão. Contudo, os GIS envolvem recursos como pessoas, equipamentos e manutenção que nem sempre estão disponíveis. GIS baseados em Web (WebGIS) reúnem as condições para oferecer as mesmas soluções dos GIS, mas, exigindo menos recursos. Entretanto, estudos mostram que os WebGIS não têm sido utilizados em todo seu potencial, se limitando à geovisualização de pontos de interesse. Propomos um WebGIS de Geomarketing para solucionar um problema clássico de decisão geográfica-mercado. Operacionalizado por um método de dois estágios e análises espaciais (k-means; diagrama de Voronoi; ponto médio ponderado; e função de densidade de Kernel), o WebGIS de Geomarketing utiliza dados de clientes potenciais para indicar a localização de um conjunto de lojas-filiais e da loja-matriz. Por meio de simulação, mostramos que o WebGIS de Geomarketing pode ir além da geovisualização e oferecer solução para um problema relevante da literatura sem as restrições encontradas nos GIS. Estes achados contribuem para reafirmar que os WebGIS: i) têm potencial para resolver problemas geográficos complexos; ii) têm funcionalidades e recursos como os GIS, mas que podem ser mantidos e operacionalizados com menos recursos; e iii) favorecem o aprimoramento do pensamento e do raciocínio geográfico.

Palavras-chave: decisões mercadológicas, localização do varejo, interação espacial, interface Web.

ABSTRACT

Market decisions are complex because they involve many data and related criteria in geographic space with different intensities. Geographic information systems (GIS) provide solutions that allow the understanding and understanding of market problems (Geomarketing) and help the decision-making process by allowing the treatment and geographical analysis of these data and criteria. However, GIS involves resources such as people, equipment and maintenance which are not always available. Web-based GIS (WebGIS) can offer the same GIS solutions but require less resources. However, studies show that WebGIS has not been used to its full potential, limited to the geovisualization of points of interest. We propose a Geomarketing WebGIS to solve a classic problem of geographic-market decision. Operated by a two-stage method and spatial analysis (k-means, Voronoi diagram, weighted midpoint, and kernel density function), Geomarketing WebGIS uses potential customer data to show a set of store-branches and the parent-store location. Through simulation, we show that the Geomarketing WebGIS can go beyond the geovisualization and offer solution to a relevant problem of the literature without the restrictions found in the GIS. These findings help to reaffirm that WebGIS: i) has the potential to solve complex geographic problems; ii) have features and resources such as GIS but maintained and operated with fewer resources; and iii) favor the geographic thinking.

Key-words: marketing decisions, retail location, spatial interaction, Web interface.

Recebido em: 22/09/2017

Aceito em: 12/12/2018

¹ Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte/MG, robertorsalgado@gmail.com

² Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte/MG, m4th32s@gmail.com

³ Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte/MG, capsm@pucminas.br

⁴ Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte/MG, patriciabernardes@pucminas.br

WEBGIS DE GEOMARKETING: SOLUÇÃO DE DOIS ESTÁGIOS PARA UM PROBLEMA DE LOCALIZAÇÃO DO VAREJO

1. INTRODUÇÃO

Pesquisadores mostram que a maioria das empresas usam o Web GIS para fornecer informações sobre a localização do varejo (BAÑOS; WANDOSELL; PARRA, 2016) e atrações turísticas (ZAINOL; ABU BAKAR; ZAINAB, 2014). Com isso, deixam de aproveitar o potencial do WebGIS para aprimorar o pensamento e o raciocínio geográfico (FARGHER, 2018) e resolver problemas geográficos complexos, que podem envolver múltiplos critérios e alternativas (JELOKHANI-NIARAKI; MALCZEWSKI, 2015) como no caso do problema da localização do varejo.

A localização do varejo é um problema crítico para as empresas porque traz com ele riscos e oportunidades que são, por sua vez, condicionados pelos aspectos econômico-demográficos de cada local (ROIG-TIERNO; et al., 2013). Tal criticidade fez do problema da localização do varejo o objeto de estudo de muitos pesquisadores. Por exemplo, Buitrago-Vera e Escriba-Perez (2016) mostram que características econômico-demográficas da área do varejo afetam as estratégias de localização. Kita et al. (2017) mostram que a identificação e a segmentação de mercado, com base em informações econômico-demográficas (município, distrito, salário médio e poder de compra da população), ao considerar um maior número de informações, podem tornar o processo de tomada de decisão da localização do varejo mais racional. Chacón-García (2017) mostram que a combinação de métodos de análise espacial e métodos de tomada de decisão multicritério, ao ordenar as alternativas (locais) conforme critérios de mercado, podem reduzir riscos de localização. Szeremeta-Spak e Colmenero (2015) mostram que análises espaciais de dois estágios podem fornecer melhores soluções para a localização do varejo. Rodríguez, Olarte-Pascual e Saco (2017) mostram que algoritmos presentes em sistema de informação geográfica (geographic information system - GIS) podem fornecer soluções ótimas para a localização do varejo.

Entretanto, ainda que forneçam soluções efetivas para o problema da localização do varejo, estes estudos falham em oferecer uma solução que não dependa de GIS e seja: i) dinâmica, interativa com uma grande coleção de ferramentas de mapeamento e análises; ii) não demande a coleta de dados em campo (MCCORD; TONINI; LIU, 2018); iii) seja fácil de usar e forneça aos usuários recursos de personalização flexíveis (KONG; ZHANG; STONEBRAKER, 2015); iv) inclua funções de análise espacial em interface amigável e com foco em usuários sem treinamento formal em GIS (NEWMAN; et al., 2010); e v) possibilite produzir, de forma simples, mapeamentos e análises espaciais complexas (FU; SUN, 2010). Ou seja, uma solução que contemple as características e potencialidades que o WebGIS oferece (ABDALLA; ESMAIL, 2019).

O objetivo desta pesquisa é desenvolver um WebGIS que vá além da visualização de informações e ofereça uma solução para um problema relevante da literatura (localização do varejo). Ao desenvolvê-lo, procuramos preencher uma lacuna por estudos que contribuam para a prática do geomarketing nas empresas, especialmente para pequenas e médias empresas que, conforme Baños, Wandosell e Parra (2016) possuem maior restrição de recursos e menor qualidade e quantidade de informações para desenvolver WebGIS.

Esse artigo está estruturado em 5 seções. Além dessa introdução (seção 1), apresentamos na seção 2 a relevância da análise espacial nas decisões mercadológicas, destacando na subseção 2.1 o papel dos sistemas de informação geográfica em estudos de geomarketing, como aqueles voltados para o problema da localização do varejo que são apresentados na subseção 2.2. Na seção 3 apresentamos o modelo geral de WebGIS, assim como o modelo utilizado na pesquisa. Na seção 4, apresentamos e analisamos os resultados obtidos. Na seção 5, apresentamos a conclusão, limitações de pesquisa e sugestões para trabalhos futuros.

WEBGIS DE GEOMARKETING: SOLUÇÃO DE DOIS ESTÁGIOS PARA UM PROBLEMA DE LOCALIZAÇÃO DO VAREJO

2. DECISÕES GEOGRÁFICAS-MERCADOLÓGICAS

O processo de decisão de mercado das empresas públicas e privadas é, conforme Webster Júnior e Lusch (2013), um reflexo das proposições e soluções de problemas encontrados em cada segmento ou atividade econômica. A busca por soluções tecnológicas, e consequentemente diferenciais estratégicos e competitivos tem levado as empresas a utilizar cada vez mais os GIS nas decisões mercadológicas. Por isso, Cliquet (2013) destaca a importância dos modelos de tomada de decisão geográficas para aperfeiçoar ações de marketing, expandir áreas de operações e serviços, aumentar vendas, determinar a melhor localização do varejo e reduzir custos de transporte. O custo de transporte está entre os fatores mais influentes nos custos logísticos gerais e envolve combustíveis, comissões, distâncias percorridas e número de viagens (SZEREMETA-SPAK; COLMENERO, 2015).

Esses fatores fazem do processo de tomada de decisões geográficas de múltiplos fenômenos é uma tarefa complexa. A exposição do problema geográfico associado à estratégia das empresas geralmente envolve a necessidade responder diversas questões simultaneamente. Por exemplo: onde estão os nossos consumidores? Onde novas filiais devem ser instaladas? Onde a minha instalação está localizada é a melhor distribuída geograficamente relacionado com meus clientes? Assim, essas e uma série de outras questões sempre envolvem a necessidade de estudar a localização geográfica.

Por isso, Douard, Heitz e Cliquet (2015) destacam que é importante responder onde estão os clientes e quais são os custos envolvidos com o transporte dos materiais. Com isso, Krugman (1990) defende que é preciso encontrar um equilíbrio de posicionamento entre a instalação do fornecedor e dos consumidores para estabelecer um arranjo geográfico que minimiza custos de transporte. Szeremeta-Spak e Colmenero (2015) mostram que critérios de

transporte e de mercado são os mais influentes para este equilíbrio.

Neste caso, Cliquet (2013) afirma que a análise de dados geográficos através dos GIS reconstrói o processo de tomada de decisões, conferindo-lhe a perspectiva geográfica, potencializando as análises dos dados e inovando as estratégias empresariais.

2.1. Análise espacial, GIS e geomarketing

A análise espacial é o processamento de informações para a resolução de problemas geográficos, possibilitando a extração, manipulação e representação cartográfica de dados (LOBBEN; LAWRENCE, 2015). Diversas áreas do conhecimento vêm aplicando a análise espacial. Na gestão comercial, Huff (1964) destaca o potencial da análise espacial para solucionar problemas associados à localização de clientes potenciais, delimitação de áreas de influência de comércio varejista, avaliação de efeitos causados pelas concorrências, quantificação da atratividade de clientes pelo ponto comercial, dentre outros.

Essas análises espaciais, que combinam diferentes tipos de dados e que agilizam as decisões sobre atividades comerciais, são operacionalizadas por meio dos GIS (KAAR; STARY, 2018). Os GIS são uma ferramenta computacional que possibilita criar, armazenar, manipular, visualizar e analisar dados de mercado (RODRÍGUEZ, OLARTE-PASCUAL, SACO, 2017). Com capacidade processar grande volume de dados, os GIS são uma ferramenta que oferece soluções para problemas complexos (ROIG-TIERNO; et al. 2013), sendo amplamente utilizado em problemas associados à localização do varejo, (BAÑOS; WANDOSELL; PARRA, 2016). Isto ocorre porque os GIS possibilitam a segmentação do mercado por perfil dos consumidores, e também a indicação dos possíveis locais de varejo para atender estes consumidores (BAVIERA-PUIG; BUITRAGO-VERA; ESCRIBA-PEREZ; 2016). O uso generalizado dos GIS para tratar problemas relacionados a mercado permitiu o

WEBGIS DE GEOMARKETING: SOLUÇÃO DE DOIS ESTÁGIOS PARA UM PROBLEMA DE LOCALIZAÇÃO DO VAREJO

desenvolvimento de uma nova disciplina emergente conhecida como “geomarketing” (BAÑOS; WANDOSELL; PARRA, 2016).

O termo geomarketing é encontrado principalmente na literatura alemã, existindo diversas definições (KAAR; STARY, 2018). Para Cliquet (2013), o geomarketing é uma abordagem para a análise geográfica de dados de mercadológicos, incorporando e encorpando o planejamento estratégico e a inteligência competitiva no processo de tomada de decisões de mercado. Para Yrigoyen (2003), o geomarketing é a composição de técnicas que permitem analisar uma realidade econômica ou social do ponto de vista geográfico, criando uma inteligência do negócio. Sendo o conceito de inteligência do negócio definido por Yrigoyen (2003) como a capacidade de percepção, compreensão e aplicação de conhecimentos à estratégia empresarial para originar um empreendimento ou atividade comercial. Para Chacón-García (2017), o geomarketing é um conjunto de técnicas que analisam a realidade social, econômica e demográfica do ponto de vista geográfico através da segmentação espacial do mercado, com potencial significativo para criar estratégias de marketing e tomar decisões de negócios com base em variáveis espaciais. Para Baviera-Puig, Buitrago-Vera e Escriba-Perez (2016), o geomarketing é o uso de GIS para analisar dados e tomar decisões de mercado com o objetivo de atender às necessidades e desejos do consumidor e obter lucro.

Ainda que o GIS venha contribuindo para a disciplina do geomarketing, estes sistemas não estão livres de problemas. Entre tais problemas, Milikhin et al., (2016) destacam: i) a complexidade de acesso a materiais já reunidos; ii) dificuldades de troca de dados; iii) separação e a não-uniformidade dos dados geográficos recebidos de diferentes fontes; iv) barreiras departamentais e até pessoais; e v) problemas de armazenamento de dados. Problemas que, segundo os autores, dificultam o uso racional e efetivo dos recursos

de informação espacial, mas que podem ser contornados pelo uso do WebGIS.

Um WebGIS é uma configuração de hardware e software de computador que permite o compartilhamento de mapas, dados espaciais e operações de processamento geográfico por meio de protocolos de comunicação da Web (ABDALLA; ESMAIL, 2019. p. 45-55). Em síntese, o WebGIS é uma extensão do GIS que se consiste em quatro componentes principais: i) cliente; ii) servidor da Web com servidor de aplicativos; iii) servidor de mapas; e iv) servidor de dados (ZAINOL; ABU BAKAR, 2014). Esta integração entre GIS e Web vem revolucionando o uso e a variedade de dados geoespaciais, assim como aplicações para o planejamento e implementação de estratégias para uma ampla gama de atividades, como, por exemplo, em geomarketing (ABDALLA; ESMAIL, 2019. p. 23-31).

Apesar das vantagens do WebGIS e da relevância do problema da localização do varejo no geomarketing, não identificamos na literatura um WebGIS de Geomarketing que aborde tal tema. Para fazê-lo, nos aprofundamos nas bases teórico-conceitos relacionadas ao problema da localização do varejo.

2.2. Problema da localização do varejo

Na localização do varejo, a área de influência é, conforme Applebaum (1966), uma região de proximidade que delimita a atração entre consumidores e empresas. Neste sentido, o grau de atração pode ser obtido, conforme Huff (1964), pela distância entre a empresa e seus clientes, sendo classificados em área de influência primária (60% a 75% dos clientes), secundária (15% a 55% dos clientes) ou terciária (cerca de 10% dos clientes).

Os modelos de atração de consumidores apresentados por Miranda, Bendlin e Meira Júnior (2014) mostram como Reilly (1931) adaptou a Lei de gravitação universal de Newton para análises de geomarketing de varejo. Estes modelos de

WEBGIS DE GEOMARKETING: SOLUÇÃO DE DOIS ESTÁGIOS PARA UM PROBLEMA DE LOCALIZAÇÃO DO VAREJO

gravitação do varejo são postulados por Rodrigue, Comtois e Slack (2013) como a força de atração do comércio de uma cidade A ou B para os clientes, sendo formulada pelo produto das populações destas cidades e inversamente proporcional ao quadrado da distância que separa a cidade e o cliente.

A lei da gravitação do varejo formulada por Converse (1949) possibilita designar o ponto de equilíbrio entre duas áreas de concorrências comerciais, permitindo, conforme Rodrigue, Comtois e Slack (2013), determinar a posição neutra da localidade de um consumidor na escolha de um dentre vários comércios com características semelhantes.

Portanto, o local geográfico ótimo para a instalação de uma nova loja (varejo) deve considerar o conjunto das distâncias das demais lojas e clientes, reduzindo o grau de interferência no potencial de atração das lojas e seus clientes. Neste caso, a localização ótima para a instalação dessa loja é sempre conforme O'Rourke (1998) um vértice V do diagrama de Voronoi. O diagrama de Voronoi é detalhado por Skiena (2009) como uma estrutura geométrica que decompõe o espaço em regiões de influência em torno de cada ponto em relação a um conjunto de dados. Para isso, O'Rourke (1998) determina que sejam criados polígonos conforme a dispersão dos atributos geográficos-pontos, separando-os pelos limites dos polígonos, ou seja, pelas áreas de influência.

Em resumo, Longley et al. (2009) afirmam que os polígonos determinam áreas de cobertura ou regiões de influência do conjunto de estabelecimentos comerciais, bem como definindo áreas de planejamento de trajetórias. O diagrama Voronoi é útil para acelerar operações geométricas, sendo internalizados nos GIS através de algoritmos para cálculos, como, por exemplo, a localização do vizinho mais próximo.

Na localização do varejo, modelos que medem a atração do varejo, sua área de influência, incluindo seus limites (diagrama de Voronoi) estão associados à relação de

distância entre os elementos geográficos. Essencial na análise espacial, a distância entre os elementos geográficos indica o grau da relação destes elementos, pois elementos geográficos próximos entre si estão mais relacionados do que elementos geográficos distantes entre si (TOBLER, 1970).

A teoria da localização do varejo (KARLQVIST, 1978), que compreende modelos da teoria da interação espacial (FOTHERINGHAM, 1989), considera a existência de elementos geográficos que variam suavemente sobre o espaço geográfico. A estimativa de densidade de kernel é a técnica usada para tratar o problema de suavização de dados e consiste na estimação da função de densidade de probabilidade de um elemento geográfico aleatório com base em elementos geográficos conhecidos (ROSENBLATT, 1956). Isso é feito atribuindo-se um kernel para cada elemento geográfico, criando uma superfície com base na agregação de todas as curvas do kernel (PARZEN, 1962).

A estimativa de densidade Kernel é uma técnica que utiliza a relação de proximidade, sendo muito utilizada para identificar áreas com concentração (pontos quentes) de crimes (DA SILVA; et al., 2018). Em geomarketing, a representação de um mapa de densidade de preços pode apoiar decisões de mercado, como, por exemplo, se uma loja deve oferecer uma determinada categoria de produtos com preços mais baixos do que seus concorrentes mais próximos (WILLART, 2015).

O agrupamento de elementos geográficos também utiliza a relação de proximidade de Tobler (1970) para representar e tratar fenômenos. Neste caso, o agrupamento de fenômenos permite tratar eventos parecidos de forma parecida e eventos diferentes de forma diferente, sendo demonstrada por Wu et al. (2009) através da aplicação do algoritmo k-médias ou k-means. Esta técnica de agrupamento (cluster) de elementos geográficos é realizada minimizando a soma do quadrado das distâncias euclidianas entre as coordenadas dos elementos

WEBGIS DE GEOMARKETING: SOLUÇÃO DE DOIS ESTÁGIOS PARA UM PROBLEMA DE LOCALIZAÇÃO DO VAREJO

geográficos e a coordenada do ponto médio dos mesmos, ou seja, o centroide. Para isso, o particionamento inicial dos grupos é definido aleatoriamente, considerando os valores extremos do limite inferior e superior dos dados. Com esse método é possível encontrar a posição média das amostras relacionadas e suas distâncias.

Diante destes conceitos, mostramos na seção 3 o modelo de um serviço Web de Geomarketing que integra técnicas de análise espacial com os dados de mercado, permitindo a modelagem, a visualização e a análise de mapas multicamadas-tematizados, otimizando o processo de tomada de decisão de mercado. De modo geral, Longley et al. (2009) afirmam que serviços Web são desenvolvidos por interfaces de programação ou Application Programming Interface (API). A API permite a construção de funções de software e aplicações para a publicação de mapas com os dados georreferenciados e acessíveis pela internet.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Neste trabalho desenvolvemos um WebGIS de Geomarketing voltado para a localização de lojas-filiais e de uma loja-matriz que atua no segmento hospitalar. Baseado em

um processo de tomada de decisão de dois estágios que combina diferentes análises espaciais, o WebGIS de Geomarketing é avaliado por meio de uma simulação que considera a localização de potenciais clientes do segmento hospitalar.

Um diagrama genérico de WebGIS é apresentado na Figura 1, onde destacamos o subconjunto do WebGIS de Geomarketing proposto e aplicado na simulação. Optamos por incluir apenas Bases Cartográficas (ruas, quadras, áreas verdes e etc.) e Pontos de Interesse (dados de empresas) disponibilizados pela Google [1]. Essa opção favorece pequenas e médias empresas, que possuem uma maior restrição de recursos para manter, integrar e normalizar dados geoespaciais externos de diferentes fontes (*) (órgãos governamentais e etc.), assim como a quantidade e a qualidade de dados internos (*) (BAÑOS; WANDOSELL; PARRA, 2016). Com isso, evitam-se problemas de separação e não-uniformidade entre os dados externos de diferentes fontes (MILIKHIN, et al., 2016), e/ou a necessidade de coletar dados geoespaciais internos (MCCORD; TONINI; LIU, 2018).

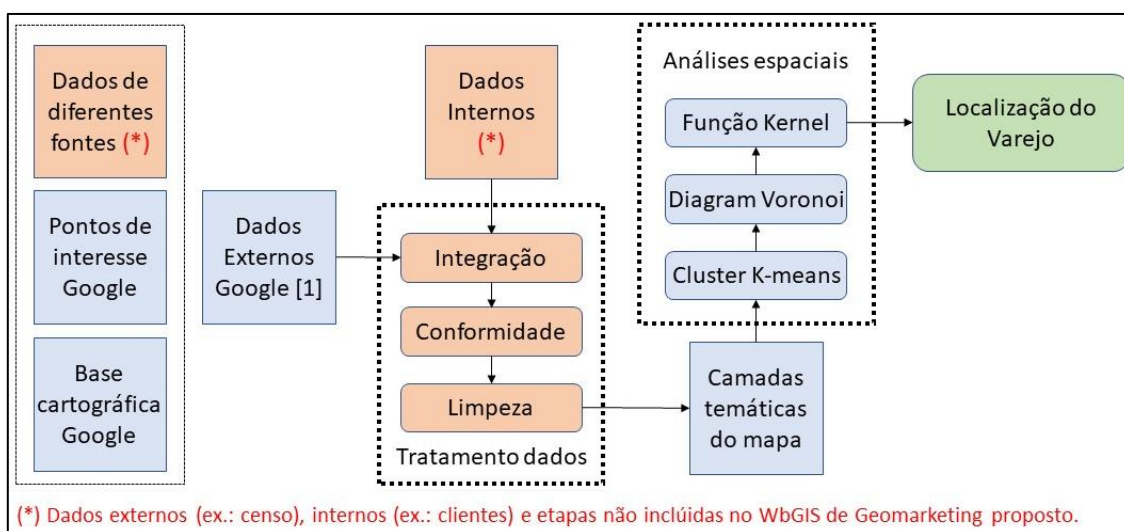


Figura 1 - Modelo do WebGIS de geomarketing.

Em síntese, o modelo de WebGIS de Geomarketing de localização do varejo é

construído pela integração de dados (pontos de interesse e dados cartográficos)

WEBGIS DE GEOMARKETING: SOLUÇÃO DE DOIS ESTÁGIOS PARA UM PROBLEMA DE LOCALIZAÇÃO DO VAREJO

disponibilizados pela Google (Google Places Google Maps [1]) e análises espaciais construídas a partir de API e de Data Driven Documents (D3 [2]). Uma abordagem de representação que permite construir visualizações interativas de estruturas complexas contendo simultaneamente várias ferramentas de análise espacial (BOSTOCK; OGIEVETSKY; HEER, 2011). A integração é realizada por funcionalidades das interfaces API em linguagem de programação Javascript.

3.1. Área de Estudo

A área de estudo da pesquisa é a região da Avenida do Contorno, na cidade de Belo Horizonte, estado de Minas Gerais. O estado de Minas Gerais está localizado na região Sudeste do Brasil, possui uma área territorial de 586.519 km² e 853 municípios. O estado possuía em 2015 uma população estimada de 20.869.101 habitantes, com rendimento nominal mensal médio de R\$ 1.128 per capita [3].

Nesta pesquisa, dados do Google Places (formato GeoJSON [4]) da região da Avenida do Contorno, na cidade de Belo Horizonte, são utilizados para simular a abertura de uma loja-matriz e suas lojas-filiais no segmento de materiais médicos. Para isso, técnicas de análise geográfica, conceituadas nesta pesquisa, são aplicadas para, num primeiro estágio, quantificar e determinar o local de lojas-filiais. Além disso, num segundo estágio, determinar a localização ótima da loja-matriz.

3.2. Etapas da Pesquisa

A pesquisa está dividida, conforme resume a Figura 2, nas etapas de (1) configuração e carregamento de dados de mercado e mapas; (2) tratamento espacial dos dados; (3) construção da interface Web Browser; e (4) análise geográfica que simula, num processo de dois estágios, a localização de um conjunto de lojas-filiais e de uma loja-matriz.

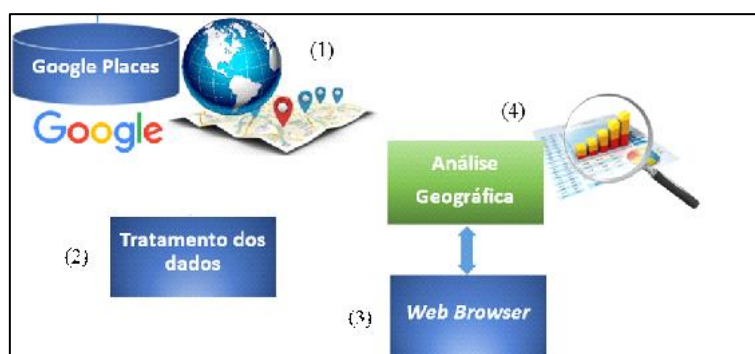


Figura 2 - Esquema resumido das etapas da pesquisa.

Na etapa (1) configuração e carregamento de dados de mercado e mapas do WebGIS de Geomarketing são realizados o carregamento das APIs, conectando remotamente os serviços da plataforma Google disponíveis via API (Google Maps, Google Places) e a biblioteca Javascript de visualização de dados D3 por meio das linguagens de programação HTML/Javascript. A linguagem Javascript é, conforme Ghencea, Gaucan e Pirvu (2011), uma extensão da HTML, incorpora

o script do código que será interpretado pelo navegador, promovendo a interação entre os conteúdos e eventos dinâmicos com o usuário.

Assim, são construídas as páginas Web, como acesso disponível pela internet, estruturadas por linguagem de marcação hypertext markup language (HTML). A característica fundamental desta linguagem é definida por Jackson (2006) pela sua capacidade de representar dados interpostos por marcadores (tags) dentro de um

WEBGIS DE GEOMARKETING: SOLUÇÃO DE DOIS ESTÁGIOS PARA UM PROBLEMA DE LOCALIZAÇÃO DO VAREJO

documento de texto. A Figura 3 mostra a tag configurada para carregar as API's do Google

Maps, Google Places e D3.

```
<script async defer
src="https://maps.googleapis.com/maps/api/js?libraries=places&key=KEY">
</script>
<script
src="http://cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/d3/2.10.0/d3.v2.min.js">
</script>
```

Figura 3 – Código HTML para o carregamento das bibliotecas.

Com este carregamento mais de 100 milhões de pontos cadastrados no banco de dados Google Places podem ser visualizados no mapa. O número de visualizações foi limitado à 5 mil, quantidade máxima permitida para acessos da chave API gratuita [1].

Com esse volume de dados é preciso realizar a etapa (2) tratamento espacial dos dados. Nesta etapa é utilizado o comando `nearby search` para filtrar os pontos pertencentes à área de estudo e o comando `text search` para selecionar apenas os pontos associados ao termo “hospitais”.

Na etapa (3) construção da interface Web Browser, o atributo “scr” (ver Figura 3), aponta para o endereço do servidor web remoto da API. Assim, parte dos códigos é executada pelos servidores em nuvem (back-end) pela aplicação e o restante do código é interpretado pelo navegador do usuário (front-end). Por fim, a visualização dos mapas é resultado da requisição dos serviços de mapas pela `web map service` do Google Maps, recuperando dados geográficos com seus respectivos atributos (geométricos e/ou alfanuméricos).

Cabe esclarecer que dados geográficos ou geoespaciais se diferenciam dos demais

dados pela sua componente espacial (coordenadas geográficas), contendo atributos de representação gráfica (geometria) e/ou atributos em formato tabular (dados alfanuméricos) (BURROUGH; et al., 2015). No WebGIS de geomarketing, esses dados geográficos são visualizados no mapa em camadas (hospitais, ruas, quadras, áreas verdes e etc.) e conforme seus respectivos atributos, tonando-se ponto de partida e de referência para as análises geográficas.

Na etapa (4), análise geográfica, técnicas estatísticas são empregadas em um sequência de passos para: (a) classificar e agrupar clientes potenciais; (b) delimitar áreas de influência comercial dos clientes; (c) determinar a localização ótima de lojas-filiais; (d) determinar a localização da loja-matriz; e (e) avaliar espacialmente a adequação dos resultados.

Para, no passo (a), classificar e agrupar os clientes potenciais é utilizado o algoritmo `k-means`. Esse algoritmo é executado através da estrutura em linguagem Javascript, adaptada de Wu et al. (2009) e representada na Figura 4.

WEBGIS DE GEOMARKETING: SOLUÇÃO DE DOIS ESTÁGIOS PARA UM PROBLEMA DE LOCALIZAÇÃO DO VAREJO

```

Input: Dataset  $D$ , number clusters  $k$ 
Output: Set of cluster representatives  $C$ , cluster membership vector  $m$ 
/* Initialize cluster representatives  $C$  */
Randomly choose  $k$  data points from  $D$ 
Use these  $k$  points as initial set of cluster representatives  $C$ 
repeat
  /* Data Assignment */
  Reassign points in  $D$  to closest cluster mean
  Update  $m$  such that  $m_i$  is cluster ID of  $i$ th point in  $D$ 
  /* Relocation of means */
  Update  $C$  such that  $c_j$  is mean of points in  $j$ th cluster
until convergence of objective function  $\sum_{i=1}^N (\operatorname{argmin}_j \|x_i - c_j\|_2^2)$ 

```

Figura 4 - Algoritmo desenvolvido em pseudocódigo do k-means.

Para, no passo (b), delimitar áreas de influência comercial dos potenciais clientes é utilizado o polígono do diagrama de Voronoi, utilizando a API de referência disponibilizada pela D3 [2].

Para, nos passos (c) e (d), se determinar o local ótimo (x_c ; y_c) para atender os elementos de interesse é utilizada a Fórmula do centro médio baseado nas coordenadas x e y dos n pontos de interesse, conforme Fórmula 1 e no centro médio ponderado pelo número de clientes e n , conforme Fórmula 2, abaixo:

$$(1) x_c \frac{x_a + x_b + \dots + x_n}{n} \text{ e } y_c \frac{y_a + y_b + \dots + y_n}{n}$$

$$(2) x_c \frac{(x_a \times e_a) + (x_b \times e_b) + \dots + (x_n \times e_n)}{n \times \sum e} \text{ e } y_c \frac{(y_a \times e_a) + (y_b \times e_b) + \dots + (y_n \times e_n)}{n \times \sum e}$$

Para, no passo (e), avaliar espacialmente a adequação dos resultados, a

função de densidade de Kernel é empregada através do modelo de API da Google [1], construindo o mapa de densidade de pontos. Logo, os dados de contorno produzidos são sobrepostos ao mapa de densidade e analisados em contexto.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados que simulam a distribuição geográfica das lojas-filiais (primeiro estágio da simulação) e da loja-matriz (segundo estágio da simulação) são apresentados em quatro mapas.

No primeiro mapa (Figura 5), os clientes (pontos obtidos no Google Places) são carregados, observando o local da busca (nearby search) e a atividade econômica de interesse (text search). Nesse estudo de caso, conforme detalhado na etapa (2) tratamento espacial dos dados, o local da busca é a região da Avenida do Contorno, na cidade de Belo Horizonte e a atividade econômica de interesse é a de hospitais.

WEBGIS DE GEOMARKETING: SOLUÇÃO DE DOIS ESTÁGIOS PARA UM PROBLEMA DE LOCALIZAÇÃO DO VAREJO

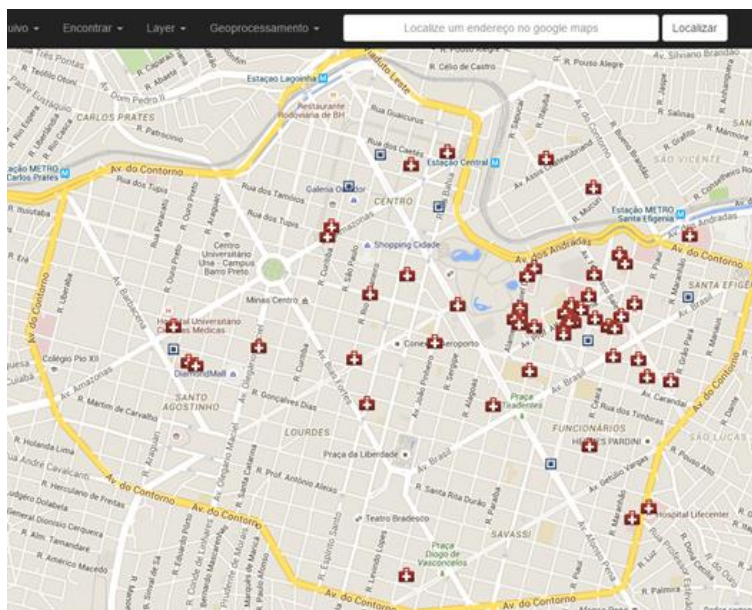


Figura 5 – Pontos provenientes da base de dados Google Places dentro da área de interesse que contêm o termo hospital.

Assim, os clientes potenciais selecionados (pontos pertencentes à área de estudo e associados ao termo “hospitais” – etapa (2)) e georreferenciados são agrupados utilizando o algoritmo k-means e conforme o seu arranjo espacial. Em seguida, para cada grupo, o centro médio das coordenadas dos clientes é calculado e seus centroides georreferenciados. Esses centroides são então introduzidos como parâmetros de entrada para

criar os polígonos Voronoi e determinar os limites dos grupos de clientes.

O resultado desta etapa, primeiro estágio da simulação, representado na Figura 6, permite identificar um conjunto de clientes contidos em 11 polígonos (áreas). Os centroides de cada conjunto de clientes, ponto potencial para se instalar as lojas-filiais, é simbolizado por estrelas.

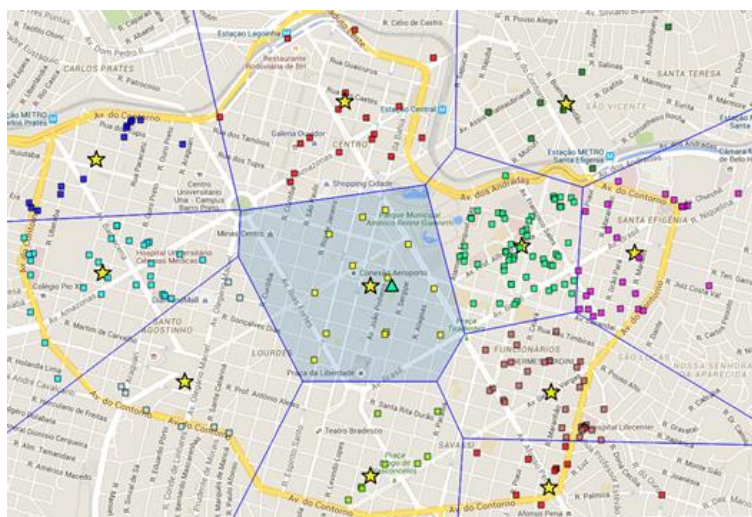


Figura 6 - Classificação de pontos pelo algoritmo k-means.

Notamos que a área de cada polígono compreende e determina uma área de

influência sobre conjunto de clientes. Por sua vez, o centro médio de cada conjunto de

WEBGIS DE GEOMARKETING: SOLUÇÃO DE DOIS ESTÁGIOS PARA UM PROBLEMA DE LOCALIZAÇÃO DO VAREJO

clientes é o local onde a distância euclidiana entre os clientes e a futura loja-filial é menor. Uma vez que o deslocamento sobre as redes de transporte envolve obstáculos ao acesso, o local da futura loja-filial pode sugerir a distância euclidiana máxima a qual os clientes estariam dispostos a se deslocar.

No segundo estágio da simulação, avaliamos duas abordagens de localização da loja-matriz. Na primeira abordagem, focamos na distribuição espacial dos clientes, aplicando a Fórmula 1 para encontrar o ponto médio das coordenadas dos mesmos. Na segunda abordagem, focamos na distribuição espacial das lojas-filiais, suas respectivas áreas de influência e clientes, aplicando a Fórmula 2 para encontrar o ponto médio ponderado (pelo número de clientes) das coordenadas das lojas-filiais.

Avaliando os resultados, optamos pela segunda abordagem pelas seguintes razões: i) os locais das lojas-filiais já sugerem as distâncias que delimitam as áreas de influência

entre o comércio e os clientes; ii) a localização da loja-matriz, independentemente da abordagem, reduz a distância entre poucos clientes e o local do comércio; iii) ao considerar o número de clientes em cada loja-filial, os custos de transporte entre a loja-matriz e as lojas-filiais tendem a ser menores na segunda abordagem, pois estes custos devem envolver, além de custos relacionados à distância (combustível), o volume de produtos transportados (número de viagens) (SZEREMETA-SPAK; COLMENERO, 2015).

A Figura 7 traz os resultados das abordagens avaliadas, sendo o círculo o local sugerido para a loja-matriz pela primeira abordagem e o triângulo o local sugerido para a loja-matriz pela segunda abordagem. Este último local é representado dentro de: um raio de 300 metros (área de influência primária), um raio de 600 metros (área de influência secundária) e de um raio de 1.200 metros (área de influência terciária).



Figura 7 - Área de influência determinada pelo centro médio ponderado.

O mapa de densidade sobreposto ao diagrama de Voronoi e demais elementos estudados visualizados na Figura 8 permitem avaliar especialmente a adequação dos

resultados. O local da instalação das lojas-filiais e da loja-matriz está posicionado na região de maior intensidade de demanda.

WEBGIS DE GEOMARKETING: SOLUÇÃO DE DOIS ESTÁGIOS PARA UM PROBLEMA DE LOCALIZAÇÃO DO VAREJO

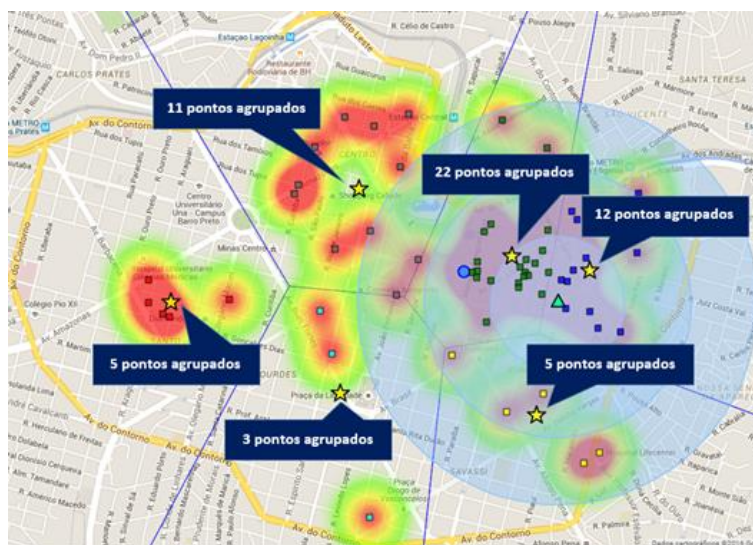


Figura 8 - Mapa de análise dos resultados.

Vemos no mapa de resultados da simulação, que o uso do WebGIS de Geomarketing, posiciona as lojas-filiais nos pontos de menor distância para o conjunto de clientes de cada área. Vemos ainda, como resultado da ponderação do número de clientes por loja-filial, um deslocamento da loja-matriz para o leste, favorecendo a minimização dos custos de transporte. Isto ocorre, pois, os volumes de materiais transportados entre lojas-filiais e loja-matriz devem variar conforme o número de clientes de cada loja-filial.

Esses resultados mostram que o WebGIS de Geomarketing não demanda a coleta de dados para exibir dados de mercado em mapas de forma dinâmica, interativa e com possibilidade de análises (MCCORD; TONINI; LIU, 2018). Com recursos de personalização flexíveis, permite a coleta dos pontos de interesse (hospitais) e arruamentos (região da Avenida do Contorno) de forma fácil de usar (KONG; ZHANG; STONEBRAKER, 2015), incluindo funções de análise espacial (k-means, diagrama de Voronoi, função de kernel e ponto médio ponderado) em interface amigável, operacionalizado por usuários sem treinamento formal em GIS (NEWMAN; et al., 2010). Por fim, o WebGIS de geomarketing apresentou uma solução consistente para um problema complexo (localização do varejo) (FU; SUN, 2010), se colocando como alternativa aos GIS,

que está relacionado a muitos problemas (MILIKHIN; et al., 2016), sendo especialmente relevante para pequenas e médias empresas (BAÑOS; WANDOSELL; PARRA, 2016).

5. CONCLUSÃO

Neste trabalho desenvolvemos um WebGIS de Geomarketing com funcionalidades estatísticas capaz de analisar informações geográficas de clientes, como na simulação feita para o setor hospitalar. Nessa simulação, mostramos que o WebGIS de Geomarketing pode auxiliar num processo de tomada de decisões para se determinar a localização de lojas-filiais e uma loja-matriz.

Desenvolvido em ambiente Web, sem necessidade do uso de GIS, nosso WebGIS de Geomarketing permitiu a análise geográfica da distribuição e concentração de um segmento de mercado para se determinar a localização de uma rede varejista.

Mostramos uma solução para um problema geográfico-mercadológico, identificando a localização dos potenciais clientes, determinando os locais para se instalar lojas-filiais e da loja-matriz. Através do mapa de análise dos resultados, gerado pelo WebGIS de geomarketing, analisamos a adequação dos resultados, verificando que as lojas-filiais foram posicionadas de forma a atender a distribuição geográfica dos clientes sem grandes distâncias.

WEBGIS DE GEOMARKETING: SOLUÇÃO DE DOIS ESTÁGIOS PARA UM PROBLEMA DE LOCALIZAÇÃO DO VAREJO

Verificamos que a localização da loja-matriz é deslocada para leste em função do número de clientes potenciais de cada filial. Essa evidencia reforça os achados de Szeremeta-Spak e Colmenero (2015) os quais mostram que uma solução de dois estágios pode fornecer melhores soluções para a localização do varejo

Entendemos que nosso WebGIS de Geomarketing contribui para analisar dados e tomar decisões de mercado, pois considera os múltiplos elementos geográficos para estabelecer um arranjo que combina a redução de distâncias e aumento da área de influência de vendas, e, conseqüentemente as vendas. Isto é, atingir o objetivo do geomarketing e atender às necessidades e desejos do consumidor e obter lucro (BAVIERA-PUIG; BUITRAGO-VERA, ESCRIBA-PEREZ, 2016).

Futuramente, métodos heurísticos de otimização e dados de renda dos setores censitários podem ser adicionados para aperfeiçoar o WebGIS, bem como a inclusão de filtros para analisar a distribuição geográfica das empresas concorrentes.

Notas:

[1] O Google Places é uma base de dados com informações sobre pontos de interesse (empresas), que pode ser pesquisada e visualizada sobre uma base cartográfica de referência, disponibiliza pela Google Maps (serviço de mapas web da empresa Google). Aplicações que utilizam estes serviços são desenvolvidas por meio da biblioteca javascript da API do Google Maps e Google Places, disponível em <https://developers.google.com/maps/web/>. Seu uso é gratuito, desde que respeitados os limites de requisições, que podem ser consultados em: <https://cloud.google.com/maps-platform/pricing/sheet/>. Acessado em Dez. 2018.

[2] Documentos orientados por dados (Data Driven Documents - D3) é uma abordagem de representação para visualização

na web voltado para construir visualizações com várias ferramentas simultâneas. A documentação D3 está disponível em: <https://d3js.org/>, e o código da criação dos polígonos Voronoi disponível em: <https://github.com/d3/d3-voronoi/blob/master/README.md#voronoi>. Acessado em Dez. 2018.

[3] Dados extraídos do censo, portal cidades e estimativa populacionais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), disponível em <http://www.ibge.gov.br/> Acessado em Dez. 2018.

[4] GeoJSON é um formato de intercâmbio de dados geoespaciais baseado em JavaScript Object Notation (JSON) que define os tipos de objetos JSON e a maneira como eles são combinados para representar recursos geográficos. Fonte: BUTLER, H. et al. The GeoJSON Format; RFC 7946; The Internet Engineering Task Force: 2016. Disponível em: <http://www.rfc-editor.org/info/rfc7946>. Acessado em Dez. 2018.

6. AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001

7. REFERÊNCIAS

ABDALLA, R.; ESMAIL, M. **WebGIS for Disaster Management and Emergency Response**. Springer, Cham, 2019.

APPLEBAUM, William. Methods for determining store trade areas, market penetration, and potential sales. **Journal of marketing Research**, v. 1, p. 127-141, 1966.

BAÑOS, R.; WANDOSELL, G.; PARRA, M. C. Web GIS to enhance relational capital: the case of general merchandise retailers. **Journal of Knowledge Management**, v. 20, n. 3, p. 578-593, 2016.

BAVIERA-PUIG, A.; BUITRAGO-VERA, J.; ESCRIBA-PEREZ, C. Geomarketing models in

WEBGIS DE GEOMARKETING: SOLUÇÃO DE DOIS ESTÁGIOS PARA UM PROBLEMA DE LOCALIZAÇÃO DO VAREJO

- supermarket location strategies. **Journal of Business Economics and Management**, v. 17, n. 6, p. 1205-1221, 2016.
- BOSTOCK, M.; OGIEVETSKY, V.; HEER, J. D³ data-driven documents. **IEEE Transactions on Visualization & Computer Graphics**, n. 12, p. 2301-2309, 2011.
- BURROUGH, P. A.; MCDONNELL, R.; MCDONNELL, R. A.; LLOYD, C. D. **Principles of geographical information systems**. Oxford University Press, 2015.
- CHACÓN-GARCÍA, J. Geomarketing techniques to locate retail companies in regulated markets. **Australasian Marketing Journal (AMJ)**, v. 25, n. 3, p. 185-193, 2017.
- CLIQUET, G. **Geomarketing: Methods and strategies in spatial marketing**. John Wiley & Sons, 2013.
- CONVERSE, P.D. New Laws of Retail Gravitation. **Journal of Marketing**, v. 14, p. 379-384, 1949.
- DA SILVA, E. P.; LAUDARES, S.; LIBÓRIO, M. P.; EKEL, M. P. CRIMINALITY SPATIAL DYNAMIC IN MANAUS CITY, AM. **HOLOS**, v. 1, p. 259-270, 2018.
- DOUARD, J. P.; HEITZ M.; CLIQUET, G. Retail attraction revisited: From gravitation to purchase flows, a geomarketing application. **Recherche et Applications en Marketing (English Edition)**, v. 30, n. 1, p. 110-129, 2015.
- FARGHER, M. WebGIS for Geography Education: Towards a GeoCapabilities Approach. **ISPRS International Journal of Geo-Information**, v. 7, n. 3, p. 111, 2018.
- FOTHERINGHAM, A. S.; O'KELLY, M. E. **Spatial interaction models: formulations and applications**. Dordrecht: Kluwer academic publishers, 1989.
- FU, P.; SUN, J. **Web GIS: principles and applications**. Esri Press, 2010.
- GHENCEA, A.; GAUCAN, V.; PIRVU, D. Distributed Systems and Web Technologies. **Journal of Knowledge Management, Economics and Information Technology**, v. 1, n. 5, 2011.
- HUFF, D. L. Defining and estimating a trading area. **The Journal of Marketing**, v. 28, n. 3, p. 34-38, 1964.
- JELOKHANI-NIARAKI, M.; MALCZEWSKI, J. Decision complexity and consensus in Web-based spatial decision making: A case study of site selection problem using GIS and multicriteria analysis. **Cities**, v. 45, p. 60-70, 2015.
- KAAR, C.; STARY, C. Intelligent business transformation through market-specific value network analysis: Structured interventions and process bootstrapping in geomarketing. **Knowledge and Process Management**, p. 1-19, 2018.
- KARLQVIST, A. **Spatial interaction theory and planning models**. North-Holland, 1978.
- KITA, P.; SZCZYRBA, Z.; FIEDOR, D.; LETAL, A. Recognition of business risks when purchasing goods on the Internet using GIS: experience from Slovakia. **Electronic Commerce Research**, v. 18, n. 3, p. 1-17, 2017.
- KONG, N.; ZHANG, T.; STONEBRAKER, I. Evaluation of web GIS functionality in academic libraries. **Applied Geography**, v. 60, p. 288-293, 2015.
- KRUGMAN, P. Increasing returns and economic geography. **Journal of political economy**, v. 99, n. 3, p. 483-499, 1991.
- LOBBEN, A.; LAWRENCE, M. Synthesized model of geospatial thinking. **The Professional Geographer**, v. 67, n. 3, p. 307-318, 2015.
- LONGLEY, P. A.; GOODCHILD, M. F.; MAGUIRE, D. J.; RHIND, D. W. **Sistemas e ciência da informação geográfica**. Bookman Editora, 2009.
- MCCORD, P.; TONINI, F.; LIU, J. The Telecoupling GeoApp: A Web-GIS application to systematically analyze telecouplings and sustainable development. **Applied Geography**, v. 96, p. 16-28, 2018.

WEBGIS DE GEOMARKETING: SOLUÇÃO DE DOIS ESTÁGIOS PARA UM PROBLEMA DE LOCALIZAÇÃO DO VAREJO

- MILIKHIN, M. M.; GRITSENKO, Y. B.; EKHLAKOV, Y. P.; ZHUKOVSKY, O. I.; SENCHENKO, P. V. Using web-based geoinformation technologies within micro geo-marketing researches. In: **Application of Information and Communication Technologies (AICT), 2016 IEEE 10th International Conference on.** IEEE, 2016. p. 1-5.
- MIRANDA, R. T.; BENDLIN, L.; JÚNIOR, Ju. M. Localização de Ponto de Venda – Um Estudo de Caso Sobre a Utilização do Geomarketing. **Caderno de Administração**, v. 22, n. 1, p. 1-12, 2014.
- NEWMAN, G.; ZIMMERMAN, D.; CRALL, A.; LAITURI, M.; GRAHAM, J.; STAPEL, L. User-friendly web mapping: lessons from a citizen science website. **International Journal of Geographical Information Science**, v. 24, n. 12, p. 1851-1869, 2010.
- O'ROURKE, J. **Computational geometry in C (Cambridge tracts in theoretical computer science)**. Cambridge university press. 1998.
- PARZEN, E. On estimation of a probability density function and mode. **The annals of mathematical statistics**, v. 33, n. 3, p. 1065-1076, 1962.
- REILLY, W. J. **The law of retail gravitation**. WJ Reilly. 1931.
- RODRIGUE, J. P.; COMTOIS, C.; SLACK, B. **The geography of transport systems**. Routledge, 2009.
- RODRÍGUEZ, V.; OLARTE-PASCUAL, C.; SACO, M. Application of geographical information systems for the optimal location of a commercial network. **European Journal of Management and Business Economics**, v. 26, n. 2, p. 220-237, 2017.
- ROIG-TIERNO, N.; BAVIERA-PUIG, A.; BUITRAGO-VERA, J.; MAS-VERDU, F. The retail site location decision process using GIS and the analytical hierarchy process. **Applied Geography**, v. 40, p. 191-198, 2013.
- ROSENBLATT, M. Remarks on some nonparametric estimates of a density function. **The Annals of Mathematical Statistics**, v. 27, n. 3, p. 832-837, 1956.
- SKIENA, S. S. **The algorithm design manual: Text**. Springer Science & Business Media. 1998.
- SZEREMETA-SPAK, M. D.; COLMENERO, J. C. A two-stage decision support model for a retail distribution center location. **Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia**, n. 74, p. 177-187, 2015.
- TOBLER, W. R. A computer movie simulating urban growth in the Detroit region. **Economic geography**, v. 46, n. sup1, p. 234-240, 1970.
- WEBSTER, Frederick E.; LUSCH, Robert F. Elevating marketing: marketing is dead! Long live marketing! **Journal of the Academy of Marketing Science**, v. 41, n. 4, p. 389-399, 2013.
- WILLART, S. P. C. Price competition in retailing: The importance of the price density function. **Journal of Retailing and Consumer Services**, v. 26, p. 125-132, 2015.
- WU, X; et al. Top 10 algorithms in data mining. **Knowledge and information systems**, v. 14, n. 1, p. 1-37, 2008.
- YRIGOYEN, C. C. El geomarketing y la distribución comercial. **Investigación y marketing**, v. 79, n. 1, p. 6-14, 2003.
- ZAINOL, R.; ABU BAKAR, Z. Evaluation of Multi Layers Web-based GIS Approach in Retrieving Tourist Related Information. **Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology**, v 7, n, 5, p. 1061-10