Recital

Revista de Educação,
Ciência e Tecnologia de Almenara/MG.

UM PANORAMA DA APLICABILIDADE DO GEOPROCESSAMENTO NO PLANEJAMENTO URBANO BRASILEIRO: ANÁLISE DOS ÚLTIMOS 10 ANOS A PARTIR DE PUBLICAÇÕES EM PERIÓDICOS NACIONAIS

An overview of the applicability of geoprocessing in brazilian urban planning: analysis of the last 10 years from publications in national journals

Leandro da SILVA
Instituto Federal do Norte de Minas Gerais
leandrofs@hotmail.com

Ygo Mendes Pereira BARBOSA
Instituto Federal do Norte de Minas Gerais
ygomendes@hotmail.com

Diego D'Angelo FERREIRA
Instituto Federal do Norte de Minas Gerais
diegodangeloferreira10@gmail.com

Kelly Crisiana do ESPÍRITO SANTO
Instituto Federal do Norte de Minas Gerais
kellycesant@yahoo.com.br

DOI: https://doi.org/10.46636/recital.v3i3.200

Resumo

Tem-se tornado cada vez mais relevante o uso de técnicas de geoprocessamento nos estudos urbanos como subsídio ao planejamento das cidades. Dessa forma, este trabalho apresenta um panorama da utilização do geoprocessamento no planejamento urbano brasileiro a partir de

técnicas, ferramentas/sistemas computacionais e metodologias mais adotadas nos últimos dez anos. Para tanto, realizou-se uma revisão sistemática de literatura (RSL) considerando artigos científicos disponibilizados na plataforma "*Dimensions*" publicados entre 2011 e 2020, *Open Access (OA).* Para a busca, utilizou-se como descritor "Geoprocessamento *AND* Planejamento *AND* Urbano", citado nos títulos ou resumos e utilizados em conjunto. Foram identificados 37 artigos que foram organizados em seis categorias (Estudos dos aspectos naturais; Impactos socioambientais; Estudo dos aspectos socioeconômicos; Ordenamento e expansão urbana; Análise da paisagem urbana e periurbana; Teoria em geoprocessamento e modelagem, segundo objetivos e abordagens de suas respectivas pesquisas. Nosso estudo também possibilitou a análise das geotecnologias utilizadas no país no período de referência. Com os resultados obtidos foi possível verificar que a aplicação do geoprocessamento se dá principalmente em "estudos dos aspectos naturais" e que se tem preferido o uso de *softwares* de acesso livre, tais como o QGIS e o *Spring*, o que torna a execução dessas tecnologias menos onerosa.

Palavras-chave: Geotecnologias. SIG. Estudos urbanos.

Abstract

The use of geoprocessing techniques in urban studies as subsidies to urban planning has become increasingly relevant. Thus, this research intends to present an overview of the geoprocessing application in the Brazilian urban planning, presenting the techniques, tools/computational systems and methodologies most adopted in the last ten years. Therefore, a systematic literature review (SLR) was carried out considering scientific studies available on the "Dimensions" platform, published between 2011 and 2020, Open Access (OA). For the search, the descriptor "Geoprocessing AND Planning AND Urban" was used, cited in the titles or abstracts and used together. 37 articles were found, which were separated into six categories (Studies of natural aspects; Social and environmental impacts; Study of socioeconomic aspects; Urban planning and expansion; Analysis of urban and peri-urban landscape; Geoprocessing and modeling theory) according to the objectives and approaches of their respective research. Our study also enabled to analyze the geotechnologies used in the country in the reference period. With the results obtained, it is possible to verify that the application of geoprocessing takes place mainly in "studies of natural aspects" and that the use of open access software, such as QGIS and SPRING, has been preferred, which makes the execution of the studies less costly.

Keywords: Geotechnologies. GIS. Urban studies.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de sistemas computacionais e outras tecnologias que possibilitam a produção de análises sobre os fenômenos geoespaciais vêm ganhando cada vez mais relevância tanto no meio técnico quanto no acadêmico. Esse conjunto de tecnologias, conhecido como geotecnologias tem demonstrado aplicabilidade em diversos segmentos socioeconômicos, tais como coleta, armazenamento, edição, processamento, análise e disponibilização de dados e informações com referência espacial geográfica composto de soluções em *hardware*, *software*, *peopleware* e *dataware* (ZAIDAN, 2017). As implementações graduais dessas tecnologias em

distintas seções sociais desencadearam novos sistemas para estudo e análise de dados especializados conhecidos como Sistemas de Informações Geográficas (SIGs). Os SIGs, particularmente o geoprocessamento, tem se mostrado uma excelente ferramenta auxiliar no planejamento urbano (MOURA; SILVA, 2012; SILVA, 2018). Por sua vez, o planejamento urbano considera a dinâmica inerente aos espaços das cidades, que em muitos casos apresentam crescimento desordenado com graves problemas de infraestrutura. Assim, o planejamento urbano se torna relevante, pois tem como objetivo antecipar tais problemas, tornando esse espaço mais seguro e saudável. Nessa perspectiva, este trabalho apresenta um panorama sobre a aplicabilidade do Geoprocessamento na estruturação dos espaços urbanos no Brasil a partir de uma Revisão Sistemática de Literatura, constituindo-se, dessa forma, um instrumento auxiliar à tomada de decisões a partir da análise do cenário brasileiro.

1 REFERENCIAL TEÓRICO

Os primeiros estudos que envolveram os SIGs foram realizados em meados do século XX pelo Departamento Canadense de Florestas e Desenvolvimento Regional (marco pioneiro) com a criação do *Canadian Geographic Information System* — CGIS. E o avanço da área sugere a existência de um novo campo da ciência (BEZERRA, 2014; ZAIDAN, 2017). Embora, de fato, os primeiros SIGs tenham surgido na década de 1970 com um viés voltado para o planejamento e modelagem de situações relacionadas ao meio urbano nos EUA, foi na década de 80 que a tecnologia de sistemas de informação geográfica começou a passar por acelerada evolução (ZAIDAN, 2017).

No Brasil, o desenvolvimento inicial desse sistema se desenvolveu por meio dos trabalhos realizados pelo grupo de pesquisa da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) na década de 1980, coordenado pelo Prof. Dr. Jorge Xavier da Silva (UFRJ), e pela criação do Sistema de Análise Geo-Ambiental – SAGA (BEZERRA, 2014). No decorrer da década de 1980 e nas décadas seguintes, observou-se o surgimento de vários outros grupos, departamentos ou divisões institucionais com corpo técnico capaz de promover estudos sobre fenômenos geoespaciais a partir de programas e *softwares* criados pelas próprias instituições brasileiras, como é o caso do Instituto Brasileiro de Pesquisas Espaciais (INPE) e o programa *Spring* (BEZERRA, 2014). Complementarmente, reitera-se que os softwares são partes componentes dos SIGs, sendo uma das áreas de atuação do geoprocessamento, que se define como um ramo de atividades das geotecnologias (ZAIDAN, 2017).

Assim, de maneira generalizada, quando se fala em SIG ou mesmo em geotecnologias, pode-se fazer referências às várias técnicas de obtenção de dados, representações e análises espaciais, como, por exemplo, o Sensoriamento Remoto, *Global Positioning System* (GPS), Cartografia e o próprio Geoprocessamento, esse último sendo o objeto de interesse deste trabalho. Por vezes, dada à complexidade do fenômeno que se estuda, algumas das técnicas ou conjuntos de tecnologias que formam um determinado SIG podem ser aplicadas ou utilizadas de forma complementar como, por exemplo, a utilização de técnicas de geoprocessamento juntamente com o sensoriamento remoto que tem permitido a realização de inúmeros trabalhos nos vários campos da ciência (FUJACO; LEITE; MESSIAS, 2013).

O geoprocessamento pode ser considerado uma poderosa ferramenta capaz não só de armazenar, quantificar e manipular dados georreferenciados, como também de cruzar esses

dados e tratá-los estatisticamente (FUJACO; LEITE; MESSIAS, 2013). Portanto, o geoprocessamento permite a integração de diversas variáveis, em diferentes temporalidades e formatos, para a análise da realidade complexa (CRAVO; JANZANTTI, 2018).

Ainda sobre a definição de geoprocessamento, Piroli (2010, p. 5) diz que:

> O termo pode ser separado em geo (terra – superfície – espaço) e processamento (de informações – informática). Desta forma, pode ser definido como um ramo da ciência que estuda o processamento de informações georreferenciadas utilizando aplicativos (normalmente SIGs), equipamentos (computadores e periféricos), dados de diversas fontes e profissionais especializados. Este conjunto deve permitir a manipulação, avaliação e geração de produtos (geralmente cartográficos), relacionados principalmente à localização de informações sobre a superfície da terra.

Para mais, o geoprocessamento ainda inclui diferentes tecnologias da informação geográfica, entre elas: determinados Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), as análises geoespaciais, a Cartografia Digital, a Cartografia Temática e o Sensoriamento Remoto (CRAVO; JANZANTTI, 2018). Dessa forma, essa técnica pode se configurar como um robusto sistema de análise capaz de gerar informações a partir de dados georreferenciados obtidos no espaço em que o fenômeno a ser estudado ocorre. Assim, pode-se admitir a aplicabilidade do geoprocessamento em estudos nas áreas da saúde (HINO *et al*., 2006; ESPEANDIO *et al*., 2017), agricultura e meio ambiente (SILVA; ZAIDAN, 2012), gestão de território e fronteiras (CRAVO & JANZANTTI, 2018), planejamento e gestão das cidades (MOURA; SILVA, 2012) entre outras.

1.1 PLANEJAMENTO URBANO E GEOPROCESSAMENTO

As cidades são socialmente constituídas por agentes urbanos através de processos e dinâmicas de produção, de apropriação e de consumo do espaço, incluídas partilhas e usufrutos dos valores materiais e imateriais que constituem as diferentes localizações socioespaciais (LISBÔA; LISBÔA, 2020). Em cidades modernas, inúmeros são os fenômenos que surgem a partir desses agentes, o que consequentemente impacta a vida daqueles que residem nesses ambientes. Um exemplo disso é o crescimento das cidades, que, em muitos casos, ocorre de forma acelerada e desordenada, o que passa a demandar uma racionalização do fenômeno para propor possíveis soluções (CRUZ; TAVARES, 2018, p.1121).

Por sua vez, no que se refere à reestruturação urbana sob a perspectiva do cenário brasileiro, é importante reportar a Lei nº 10.257, sancionada em 10 de julho de 2001, também conhecida como Estatuto da Cidade. Esse instrumento foi instaurado nos municípios por meio do Plano Diretor Democrático, materializando-se como um mecanismo de planejamento urbano. Projetar os espaços urbanos está intimamente associado ao cumprimento da função social da própria cidade e, nesse sentido, cabe destacar as concepções de Freitas *et al* (2013):

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 3, n. 3, set./dez. 2021.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

> O planejamento pode ser considerado uma forma de atividade - ação contínua e permanente, a fim de buscar alternativas aos diversos problemas e demandas que afetam a vida em sociedade, como as várias situações econômicas, sociais, culturais peculiares do viver em cidades na tentativa de suprir as necessidades e expectativas da população (FREITAS *et al*., 2013, p. 50)

Ainda considerando a definição de planejamento urbano, esse plano também se apresenta como um processo de organização e estruturação do espaço, a fim de minimizar os conflitos das cidades e propor caminhos que propiciem uma melhora na qualidade de vida coletiva (SPERANDIO *et al*., 2017). Dessa forma, o planejamento urbano se materializa como uma ferramenta estratégica dedicada à organização de uma cidade, além de se configurar como um instrumento essencial apto a responder às diversas demandas crescentes no contexto urbano (FREITAS; FREITAS; ROSIN, 2013). Logo, compreende-se que o planejamento urbano não pode ser entendido como um produto em si mesmo, mas um processo consciente (HALL; TEWDWR-JONES, 2011 *apud* TEIXEIRA, 2013).

Além dos fenômenos mais complexos, também é preciso considerar que os serviços oferecidos pelas prefeituras, tais como estradas pavimentadas, escolas, transporte público coletivo, coleta de lixo, distribuição e tratamento de água, são distribuídos geograficamente e as informações sobre tais serviços são essenciais para o funcionamento da cidade (ORESTES; LOPES, 2015). Sendo assim, o sistema de informações geográficas, nesta pesquisa representado pelo geoprocessamento, tem sido muito útil para a administração pública, possibilitando uma visão mais ampla sobre a cidade e ajudando na tomada de decisões (SILVA *et al*., 2017).

A partir da complexidade dos fenômenos urbanos – de ordem social, econômico, cultural e ambiental – os quais devem ser considerados no planejamento urbano, especialistas, técnicos e acadêmicos têm lançado mão das geotecnologias e dos SIGs para a construção de propostas de planejamentos mais assertivos. Complementarmente, a rápida evolução das tecnologias, principalmente na área da informática e comunicação, ocorrida desde meados do século XX, particularmente nas últimas décadas, possibilita encontrar estudos que apresentam a aplicabilidade das geotecnologias.

Nesse sentido, este trabalho parte, portanto, da necessidade de conhecer as técnicas e tecnologias de geoprocessamento utilizadas em trabalhos acadêmicos. Para isso, apresenta-se um panorama da aplicabilidade do geoprocessamento ao planejamento urbano, a fim de que se tenha documentado as técnicas mais recentes e utilizadas na concepção desse planejamento.

2 METODOLOGIA

Este trabalho trata do uso de técnicas, ferramentas/sistemas computacionais e metodologias relacionadas ao geoprocessamento aplicadas ao planejamento urbano. A identificação dos dados foi realizada por meio de uma pesquisa bibliográfica sistematizada a partir de publicações dos últimos 10 anos. Embora se trate de uma pesquisa com abordagem essencialmente qualitativa e descritiva (FONTELLES *et al.* 2009), a quantificação dos trabalhos levantados também é apresentada com o intuito de fomentar análises e discussões que se seguirão. Para

mais, foi delimitada a plataforma de pesquisa de publicações científicas, bem como os termos de busca:

a) A delimitação temporal dos documentos considerou os materiais publicados a partir de todo o ano de 2011 até o final do mês de dezembro de 2020;
b) No levantamento das publicações utilizadas para a revisão, foram considerados somente artigos publicados segundo os seguintes critérios de exclusão: periódicos científicos, *Open Access (OA),* acessados a partir da plataforma "*Dimensions*".
c) Os descritores utilizados para a pesquisa na plataforma foram "geoprocessamento *AND* planejamento *AND* urbano", citados nos títulos ou resumos e utilizados em conjunto. Foram excluídos trabalhos publicados em revistas estrangeiras ou tinham como área de estudos localizados fora das fronteiras do Brasil.
d) Para redação dos resultados e das discussões, foram consideradas as técnicas, ferramentas/sistemas computacionais, as metodologias aplicadas nos estudos levantados, assim como os objetivos e as abordagens apresentadas que demonstram e ratificam a aplicabilidade do geoprocessamento.

Assim, a partir dos descritores acima, no processo de busca dos trabalhos científicos, foram considerados os seguintes filtros: periódico, acesso livre (*OA*), título do artigo, resumo do artigo, palavras-chave do artigo e ano de publicação;

A opção pela plataforma "*Dimensions*" se deu por sua facilidade de uso, uma vez que ela se apresenta como uma plataforma amigável e com distintos recursos para o acesso livre. Essa plataforma foi desenvolvida em colaboração com mais de 100 organizações de pesquisa e reúne mais de 128 milhões de publicações, concessões, políticas, dados e métricas pela primeira vez, permitindo que os usuários explorem mais de quatro bilhões de conexões entre eles (site *dimensions.ai*), além da boa abrangência de publicações vinculadas à sua base de dados, principalmente quando comparadas a *Web of Science* e *Scorpus* (HARZING, 2019).

A análise qualitativa foi realizada a partir da formulação de categorias, nas quais os artigos foram agrupados. Assim, as categorias foram sendo formuladas à medida que os principais objetivos dos estudos foram sendo identificados pelos autores deste trabalho. Nesse sentido, alguns trabalhos podem ser classificados em duas ou mais categorias, dependendo da amplitude de seus objetivos.

3 RESULTADOS

Pela plataforma "*Dimensions*", a partir dos descritores utilizados na busca e demais critérios pré-definidos na metodologia, foram encontrados 37 artigos no período que compreende os anos de 2011 a 2020. Embora nem todo universo de estudos encontrados aborde de forma direta o geoprocessamento aplicado ao planejamento urbano, muitos desses estudos servem como subsídios a esse planejamento.

A leitura e a análise dos artigos selecionados permitiu a filtragem e a divisão dos temas em categorias (tabela 1): Estudos dos aspectos naturais com 12 artigos incluídos nessa categoria; Impactos socioambientais, com 10 artigos; Estudo dos aspectos socioeconômico, com 5 artigos; Ordenamento e expansão urbana, com 9 artigos; Análise da paisagem urbana e periurbana, com 7 artigos; e Teoria em geoprocessamento e modelagem, com 2 artigos classificados nessa

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 3, n. 3, set./dez. 2021.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

categoria. Os grupamentos nas categorias não foram excludentes, podendo um mesmo artigo pertencer a duas ou mais categorias.

Esse agrupamento preliminar (tabela 1) auxilia a compreensão dos estudos. Nesse sentido, é importante entender que, dada a complexidade da abordagem e objetivos averiguados nos artigos, dados os critérios de classificação, é possível encontrar um mesmo artigo em categorias diferentes.

Tabela 1 - Categorização dos artigos segundo objetivos e abordagens de suas respectivas pesquisas

CATEGORIA	ESTUDOS
1- ESTUDOS DOS ASPECTOS NATURAIS	COSTA *et al*., 2012; MALTA *et al*., 2012; BARROS & LOMBARDO, 2013; GOMES & QUEIRÓS, 2013; PAVANIN *et al*., 2017; SILVA *et al*., 2017; SILVA, 2018; COSTA JUNIOR & CABRAL, 2019; LISBOA *et al*., 2019; OLIVEIRA *et al*., 2019; CASAGRANDE *et al*., 2020; AZEVEDO *et al*., 2020
2- IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS	FEITOSA *et al*., 2011; CARVALHO & OLIVEIRA, 2014; ORESTES & LOPES, 2015; MATIELLO *et al*., 2017; PAVANIN *et al*., 2017; VERONEZE *et al*., 2017; ANJINHO *et al*., 2018; LOGO & DANTAS, 2020; MACEDO & SOUZA, 2020; NUNES *et al*., 2020
3- ESTUDOS DOS ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS	ABREU *et al.,* 2011; MEDEIROS *et al.*, 2012; BEZERRA & ANDRADE, 2018; LIMA *et al*., 2019; LOGO & DANTAS, 2020
4- ORDENAMENTO E EXPANSÃO URBANA	FEITOSA *et al*., 2011; CARDOSO & SALES, 2012; SILVEIRA *et al.*, 2013; VEIGA *et al*. 2017; ANJINHO *et al.*, 2018; LONGARETE & MARENZI, 2018; SILVA, 2018; ROCHA & OLIVEIRA, 2019; NUNES *et al*., 2020
5- ANÁLISE DA PAISAGEM URBANA E PERIURBANA	GOMES *et at*., 2011; FONSECA & GARCIA, 2015; AMARAL *et al*. 2015; PAVANIN *et al*., 2016; ROCHA *et al.*, 2016; MATIELLO *et al*., 2017; RIBEIRO *et al*., 2020
6- TEORIA EM GEOPROCESSAMENTO E MODELAGEM	ORESTES & LOPES, 2015; SILVA *et al*., 2016;

Fonte: Autoria própria, 2021.

A análise dos artigos possibilitou a identificação das principais técnicas, ferramentas e metodologias utilizadas no Brasil (tabela 2). Assim, d ados e informações sugerem uma tendência de uso de aplicativos ou *softwares*. Interessante inferir que certos dados tipo *raster* são preteridos em detrimento de outros, como o caso das imagens *Landsat* que são utilizadas em um número considerável de trabalhos. Segundo Bezerra (2014) os *softwares* mais conhecidos no Brasil, quando se pensa em SIG, Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto são: ArcGIS® (ESRI); *Spring* (INPE); QGis (OS GEO); IDRISE® (*Clark Labs*); ERDAS® (*Exagon Geospatial*) e MAP INFO® (*Pitney Bowes*).

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v.3, n. 3, set./dez. 2021.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

Tabela 2 - Geotecnologias e principais metodologias desenvolvidas

ESTUDO	SISTEMA OU *SOFTWARE*	DADOS DO TIPO *RASTER*	MODELOS DE TRATAMENTO DE DADOS.
FEITOSA; GOMES; MOITA-NETO; ANDRADE, 2011.	*Definiens Developer; Google Earth; Spring*	Imagem *Landsat*	
ABREU; OLIVEIRA; ANDRADE; MEIRA, 2011.	ArcGis 9.3; Excel 2003		
GOMES; QUEIROZ, 2011.	*Global Mapper* 7; ArcGis 9		
LISBOA; CAMPOS; DE SOUZA, 2011.	ArcGis 9.2; *Spring* 3.4 e 3.5		
MALTA; SOUZA; SOUZA, 2012.	*Spring*; AutoCAD 2007; ArcGis; *Corel Draw*; Excel; *SMART DRAW*		
SALES; CARDOSO, 2012.	MapInfo 10		
COSTA; SILVA-FILHO; POLIZEL, 2012.	ArcGis 9.2; TNTmips 2009	Imagens *Ikonos* e *Quickbird*	
MEDEIROS; SILVA; FREITAS; DAMASCENO, 2012.	ArcGis e *Spring*		
BARROS; LOMBARDO, 2013.	ArcGis 9.3	Imagem *Landsat*-5	
GOMES; QUEIROZ, 2013.	*Surfer*		
RAFAEL; SILVEIRA; DINIZ; WANDERLEY, 2013.	ArcGis, 9.3, Excel 2007	Imagens *Landsat* 5	Algoritmo de classificação Máxima Verossimilhança
OLIVEIRA; CARVALHO, 2014.	ENVI 4.3; QGis 2.4	Imagens *Landsat* 8; Modelos Digitais de Elevação da SRTM	

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 3, n. 3, set./dez. 2021.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

ORESTES; LOPES, 2015.	*Google Earth; Global Positioning System (GPS*)		Modelos em 3D
LOBO; FONSECA; GARCIA, 2015.	ArcMap/Arcgis®; *Spring* 5.2.1; SPSS® (estatística espacial e multivariada);	Imagens RapidEye	Método da Máxima Verossimilhança; Modelo *Geographically Weighted Regression* (*GWR*)
AMARAL; REIS; GIORDANO; CORRÊA; CHAVES, 2015.	ArcGis 10.1; *Spring5*.2.3.	Imagens Landsat 8; Modelo Numérico do Terreno (MNT)	Triangulated Irregular Network (TIN).
SILVA; GARCIA, 2016.	ArcGiS 10; *Spring*	Imagens *Landsat* 7	
ROCHA; CASTRO; MOURA, 2016.	*Spring*; Fragstats©	Imagens *RapidEye*	
PAVANIN; CHUERUBIM; LÁZARO; NISHIYAMA, 2016.	*Global Positioning System* (GPS); *Spring*; *Google Earth*		Álgebra de Mapas (ou Análise de Multicritérios)
VEIGA; DA MATTA; VEIGA, 2017.	QGis		
MATIELLO; CERRI; PAGANI, LIMA, 2017.	QGis		
VERONEZE; MACEDO; PEREIRA, 2017.	*Spring* 5.0.6	Imagem *Landsat* 5	
SILVA; GUIMARÃES; OLIVEIRA, 2017.	*Spring* 5.2	Imagens *SPOT*; Imagem *WorldView*	
PAVANIN, CHUERUBIM, LÁZARO, 2017.	*Spring*; AutoCad; *Google Earth Pro*		Análise de Multicritérios ou Álgebra de Mapas
LONGARETE; MARENZI, 2018.	ArcGis; QGis	Imagens do satélite *Landsat* 8 e imagens aerofotogramétricas	
ANJINHO; CAMPOS; MAUAD; HAMAI 2018.	ArcGis 10.3	Imagem *Landsat* 8	
BEZERRA; ANDRADE, 2018.	ArcGis 10.3		Análises de Componentes Principais (ACP)

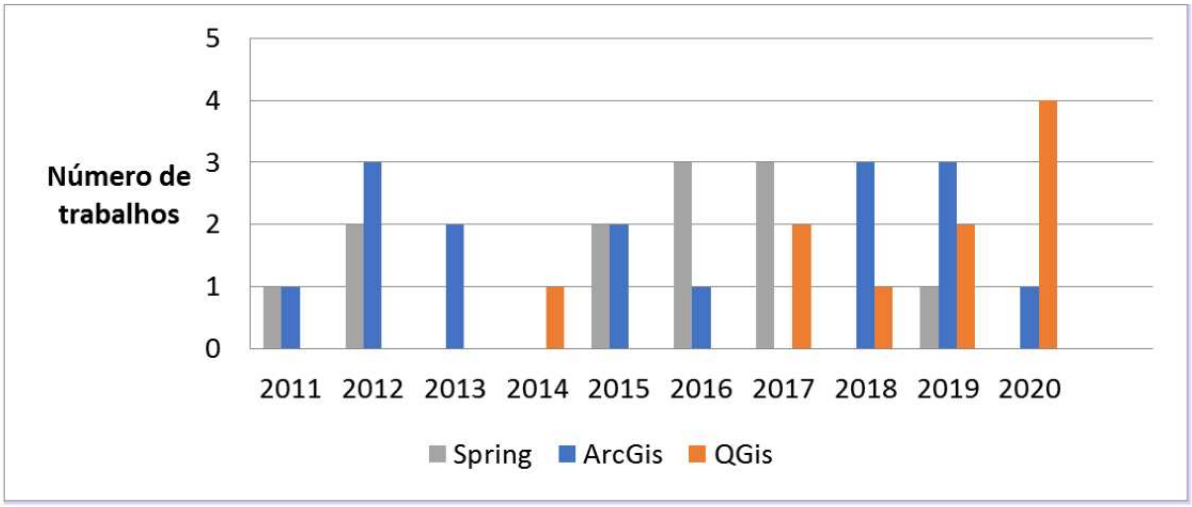
SILVA, 2018.	*Global Mapper* 11.0; *IDRISI Andes* 15.0		
LIMA; FREITAS; CARDOSO, 2019.	Sistema Integrado de Modelagem da Informação da Cidade (Simic); PostgreSQL (extenção do Simic); PostGIS (extenção do Simic); QGis; *Grasshopper* 3D (*plug-in do Rhinoceros* 3D); *SPSS Statistics*		
OLIVEIRA; GONÇALVES; MAGALHÃES, 2019.	ArcGis 10.3	Imagem Landsat 8; Modelos Digitais de Elevação da SRTM	
COSTA JUNIOR; CABRAL, 2019	ArcGis 10.6.1	Modelo Digital de Elevação	
ROCHA; OLIVEIRA, 2019.	QGis	Imagens Landsat 5 e 8	
RIBEIRO; MELLO; VALENTE, 2020.	ArcGis; *Google Earth; Global Positioning System (GPS)*	Imagem CBERS-4	Método de classificação supervisionada multivariada de máxima verossimilhança.
NUNES; PAULA; PAULA, 2020.	*Google Earth Pro*; QGis 2.14.7; ArcGis 10.5	Imagens de *Landsat*	
MACEDO; SOUZA, 2020.	QGis 3.6; ArcGis		
LOGO; DANTAS, 2020	QGis 3; *Google Earth Pro*		
AZEVEDO; SOARES; TORRES, 2020.	QGis 2.18	Imagens de *Landsat* 5 e 8	
CASAGRANDE; PARISE; MOURA; GARCIA, 2020.		Imagens SRTM	Aplicação de Análise de Multicritério por Peso de Evidência

Fonte: Autoria própria, 2021.

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 3, n. 3, set./dez. 2021.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

A partir da tabela 2, e considerando o número de trabalhos levantados, é possível verificar que os softwares mais utilizados para tratamento de dados geoespaciais foram: ArcGis, utilizado em 18 estudos, o que confere mais de 48% dos trabalhos; *Spring*, utilizado em 12 estudos, conferindo mais de 32% dos trabalhos; QGis, em 10 estudos, 27% dos trabalhos; e o *Google Earth* sendo utilizado em 6 estudos, o que confere mais de 15% dos trabalhos. Nesse sentido, nota-se que os softwares gratuitos estão presentes em boa parte dos estudos considerados. No caso dos três principais, considerando todo o período de publicação delimitado neste trabalho, verifica-se ainda uma modesta tendência de crescimento do uso do QGis nos últimos anos (Figura 1).

Figura 1 - Os três *softwares* para tratamentos de dados geoespaciais mais utilizados segundo os estudos levantados (Arcgis; QGis; e *Spring*).



Fonte: Autoria própria, 2021.

4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O crescimento acelerado das cidades, associado ao estilo de vida urbano, apresenta diversas nuances que há muito deixaram de ser simples, e o uso de técnicas de geoprocessamento, ferramentas e produtos tecnológicos que permitam o melhor ordenamento dos espaços urbanos a fim de torná-los mais funcionais, vem se tornando centrais nos estudos da dinâmica do espaço. Tais estudos subsidiam a tomada de decisão acerca das múltiplas funções que o espaço urbano assume na contemporaneidade. Para mais, os espaços urbanos são dotados de interesse econômico, sendo cada fração territorial disputada como parte da sobrevivência de cada grupo, cabendo maior acurácia na condução de um planejamento urbano adequado.

Sob esse ponto de vista, o levantamento de estudos, bem como a análise minuciosa e quantificação dos dados encontrados na presente pesquisa, permitiu a identificação de tendências de aplicabilidade do geoprocessamento no planejamento urbano, além das

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v.3, n. 3, set./dez. 2021.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

potencialidades da técnica na compreensão de fenômenos urbanos a partir da organização dos artigos no período de 2011 a 2020 em categorias.

As categorias propostas para o agrupamento dos artigos foram formuladas a partir de discussões implementadas nos objetivos e nas metodologias relatadas pelos os autores dos 37 trabalhos encontrados, segundo nossos critérios de busca. Partindo do propósito de ampliar a compreensão do leitor, as categorias adotadas foram detalhadas a seguir:

1- Estudos dos aspectos naturais: nesse grupo, encontram-se os trabalhos que retratam fatores naturais de áreas urbanas e periurbanas, tais como vegetação, clima, solo, relevo e recursos hídricos. Esses elementos das áreas urbanas ou periurbanas fornecem dados e informações que podem enriquecer toda discussão acerca do planejamento de uma cidade, portanto trabalhos dessa natureza têm como objetivo subsidiar decisões sobre a expansão urbana da região ou mesmo na conservação de áreas naturais na paisagem urbana (CASAGRANDE *et al*., 2020; RIBEIRO *et al*., 2020).

2- Impactos socioambientais: conjunto de artigos que visou identificar e analisar os impactos relacionados à expansão urbana e ao uso indevido dos recursos naturais, capazes de gerar conflitos socioambientais e perda significativa da qualidade ambiental, portanto, da qualidade de vida. Ness a categoria se concentram trabalhos relacionados à análise de fatores intrínsecos à expansão urbana. Nesse sentido, Corrêa (2020) aponta que as geotecnologias possibilitam a produção de informações em curto período, com baixo custo e maior operacionalidade, contrapondo dados espaciais multi-fontes, visando analisar as interações existentes entre as variáveis, elaborar modelos preventivos e dar suporte às tomadas de decisões, importantes para mitigação dos impactos socioambientais.

3- Estudos dos aspectos socioeconômicos: série de artigos que descreve o uso do geoprocessamento para coletar informações e espacializar indicadores socioeconômicos, moradias irregulares, bem como infraestrutura ou prestação de serviço precária. Como exemplo, a modelagem dos indicadores socioeconômicos permite uma leitura da realidade capaz de gerar subsídios para o planejamento urbano e a gestão municipal (ABREU *et al*., 2011). A sistematização de dados e modelagem dos espaços onde se localizam moradias irregulares contribuem com a análise da infraestrutura da cidade, além de permitirem o levantamento de dados socioeconômicos.

4- Análise da Paisagem urbana e periurbana: nesse conjunto de estudos foram agrupados trabalhos que apresentam a modelagem e a análise do uso e da ocupação do solo, com o objetivo de verificar e quantificar a ocorrência de mudanças estruturais das paisagens urbanas ou periurbanas em período determinado, em função de elementos naturais ou construtivos. Estudos dessa natureza ajudam no direcionamento de esforços para a conservação da biodiversidade, fornecendo subsídios técnicos e científicos para projetos de planejamento urbano e ambiental, para que toda a sociedade usufrua dos benefícios de um meio ambiente sustentável (RIBEIRO *et al*, 2020) e de uma cidade segura. De outra maneira, tais estudos podem auxiliar, além da conservação de áreas naturais no meio urbano, também o patrimônio arquitetônico e cultural das cidades, sendo ainda aceitas contribuições de tais estudos na definição de ajustes da função da propriedade urbana e da periurbana social, ambiental e econômica.

5- Ordenamento e expansão urbana: essa categoria inclui os artigos que abordam ou tem como objetivo evidenciar de alguma maneira a forma com que as cidades se configuram e expandem-se. Além de apresentarem os tipos de construções e intervenções no espaço e suas

possíveis consequências, bem como as definições territoriais das cidades e seus limites internos e externos. O ordenamento do espaço urbano é complexo, tendo em conta os interesses na dinâmica das suas mudanças territoriais, o que torna necessário conhecer suas características físico-territoriais para a (re)construção de territorialidades urbanas menos desiguais (SALLES; CARDOSO, 2012).

6- Teoria em geoprocessamento e modelagem: O geoprocessamento vem se tornando uma importante ferramenta, uma vez que esse recurso possibilita o desenvolvimento de melhores representações de um conjunto de informações o que consequentemente impacta a tomada de decisões em assuntos relacionados à infraestrutura e à prestação de serviços (ORESTES; LOPES, 2015). Nesse sentido, cria-se uma necessidade de discutir a aplicabilidade de certas técnicas em função de um fenômeno ou objeto específico. Assim, os trabalhos dessa categoria apresentam análises sobre a geotecnologia e geoprocessamento de maneira a demonstrar, através discussões teóricas e de estudos de caso, tal aplicabilidade, assim como esta pesquisa se propõe a fazer.

Além da categorização dos estudos, foram realizadas análises no sentido de identificar os *softwares* mais utilizados no Brasil (tabela 2). Destaca-se o QGis, principalmente quando são considerados os anos mais recentes. Acredita-se que esse maior uso se deve ao fato de o *software* ser *open source*, ou seja, ser livre, resultante de um projeto oficial da *Open Source Geospatial Foundation* (OSGeo), apresentando-se como um *software* gratuito com interface gráfica simples e de código aberto licenciado, segundo a Licença Pública Geral GNU (ITO *et al*., 2017). Além disso, o QGis faz parte do Sistema de Informação Geográfica (SIG), o que possibilita a análise, a manipulação e a geração de dados georreferenciados.

Evidenciou-se também o uso do *Spring* lançado pelo INPE que, entre seus objetivos estão o de garantir ampla acessibilidade para a comunidade brasileira de um SIG de rápido aprendizado e fornecer um ambiente unificado de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto para aplicações urbanas e ambientais (INPE / DPI, 2003).

Além dos *softwares* já descritos, são destaques o *ArcGis* e *Google Earth*, para tratamento de dados, manipulação de imagens de satélites e finalização dos produtos cartográficos. Também se destaca a análise conhecida como Álgebra de Mapas (Análise de Multicritérios) que pode ser compreendida como a técnica na qual dados referentes a um determinado agente ou campo geográfico, representados sob a forma de diferentes variáveis e parâmetros, podem ser correlacionados por meio de instrumentos matemáticos e algébricos (TOMLIM, 1990 *apud* PAVANI *et al*, 2017), gerando uma sequência de mapas temáticos, tabelas, gráficos e outros instrumentos de interpretação visual que sintetizam a correlação entre os critérios que formam o SIG analisado (PAVANI *et al*, 2017).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao agrupar os 37 artigos selecionados, constatou-se um número significativo de trabalhos que aplica técnicas de geoprocessamento no levantamento de informações de aspectos naturais, tais como vegetação, solo e clima, e que, em alguns casos, esses trabalhos extrapolam suas análises para além do espaço urbano, ocupando-se também de áreas adjacentes (periurbanas). Entende-se que o planejamento urbano considera as áreas periurbanas como potencial para expansão das

cidades. Assim, também se destacam em volume estudos que abordam impactos socioambientais e a ordenação e a expansão urbana.

Observou-se, também, o uso de diferentes *softwares* para cada tipo de estudo, em variadas áreas do conhecimento. Nesse sentido, entende-se que o uso de *geotecnologias* é fundamental para o equacionamento das constantes disputas e transformações no espaço, visto que permitem soluções mais céleres, tangíveis e assertivas na condução das questões urbanas. Além disso, o uso de *softwares* livres permitem maior acesso, por apresentarem custos pouco relevantes para quem os manuseia. Assim, verificou-se a existência de uma possível preferência no uso do *Spring* em todos os períodos considerados nesta pesquisa. Outro *software* livre que se revelou como tendência nos últimos anos foi o QGis, fator possivelmente associado à suas atualizações recentes, as quais evidenciaram maior funcionalidade, seja por novas ferramentas adicionadas a ele, ou por extensões e *plugins* disponíveis também de forma gratuita. Deve-se notar também o uso regular de produtos e dados (imagens orbitais) advindos da série de satélites *Landsat*, que ocorrem em função de apresentarem escala espacial adequada para estudos de áreas urbanas, além de resoluções aceitáveis e gratuidade na aquisição de suas imagens orbitais.

Por fim, acredita-se que este trabalho traz um importante levantamento sobre a aplicabilidade de técnicas de geoprocessamento em estudos que suportam o planejamento urbano. A análise dos artigos possibilitou a identificação de várias técnicas, ferramentas, metodologias e/ou *softwares* que são tendência na atualidade, estabelecendo importantes parâmetros sobre o geoprocessamento e os melhores resultados na administração pública de espaços.

REFERÊNCIAS

ABREU, M.V.S.; OLIVEIRA, J.C.; ANDRADE, V.D.A.; MEIRA, A, D. Proposta metodológica para o cálculo e análise espacial do IDH intraurbano de Viçosa-MG. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 28, n. 1, p. 169-186, 2011.

AMARAL, A.M.C.; REIS, F.A.G.V.; GIORDANO, L.D.C.; CORRÊA, C,V.,S; CHAVES, C.J. Compartimentação fisiográfica pela análise integrada: estudo de caso no município de Casa Branca (SP). **Geologia USP. Série Científica**, v. 15, n. 1, p. 15-28, 2015. Disponível em https://doi.org/10.1590/S0102-30982011000100009. Acesso em 23 de abril de 2021.

ANJINHO, P.S.; CAMPOS, L.G.; MAUAD, F.F.; HAMAI, F.Y. Análise da conformidade ambiental das áreas protegidas da microbacia hidrográfica do córrego Santa Maria do Leme, São Carlos-SP (*Analysis of the environmental compliance of the protected areas of the* Santa Maria do Leme *stream basin*, São Carlos-SP). **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 11, n. 7, p. 2412-2426. 2018. Disponível em https://doi.org/10.26848/rbgf.v11.07.p2412-2426. Acesso em 23 de abril de 2021.

AZEVEDO, S. D; SOARES, L.F.A; TORRES, L. M. Temperatura de superfície e uso e cobertura do solo em municípios da região metropolitana de Belém/PA. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 12, n. 1, p. 214-222, 2021. Disponível em https://doi.org/10.6008/cbpc2179-6858.2021.001.0018. Acesso em 24 de abril de 2021.

BEZERRA, J. P. P. Gestão de resíduos sólidos e geotecnologias: considerações elementares. **X Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 10, n. 4, 2014, pp. 75-91. Disponível em http://dx.doi.org/10.17271/198008271042014803. Acesso em 21 de abril de 2021.

BEZERRA, P.E.S.; ANDRADE, M. M. N. Análise espacial da vulnerabilidade social com o uso de geotecnologias. **Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science**, v 7 (2), 124-39. 2018. Disponível em https://doi.org/10.21664/2238-8869.2018v7i2.p124-139. Acesso em 23 de abril de 2021.

CASAGRANDE, P.B.; PARISE, M.G.; MOURA, A.C.M.; GARCIA, P.B. Índice de risco geológico utilizado como apoio ao planejamento urbano e territorial: estudo de caso no município de Nova Lima, MG. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 21, n. 1, 2020. Disponível em https://doi.org/10.20502/rbg.v21i1.1662. Acesso em 23 de abril de 2021.

CORRÊA, Claudia Vanessa dos Santos. A Geotecnologia no Monitoramento, Alerta e Prevenção de Desastres - os Desastres Naturais e Tecnológicos no Cenário Brasileiro e Estudos de Caso do Emprego de Geotecnologias Como Subsídio a Sua Mitigação. **Revista Ciência Geográfica**, 2020, pp. 390-417.

COSTA, J.A.; SILVA FILHO, D.F.; POLIZEL, J.L. Uso de imagens de alta resolução para avaliação de áreas verdes na cidade de São Paulo, Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 7, n. 1, p. 159-181, 2012. Disponível em https://doi.org/10.5380/revsbau.v7i1.66552. Acesso em 25 de abril de 2021.

COSTA JÚNIOR, H.; CABRAL, S.C. Tecnologias no mapeamento de áreas de risco de deslizamento em Teófilo Otoni. **Research, Society and Development**, v. 8, n. 12, 2019. Disponível em https://doi.org/10.33448/rsd-v8i12.1353. Acesso em 22 de abril de 2021

CRAVO, S. C.; JANZANTTI, P.H... O geoprocessamento como meio operacional e estratégico para defesa fronteiriça. **Revista Brasileira de Estudos de Defesa**, v. 5, n. 1, 2018. Disponível em https://doi.org/10.26792/rbed.v5n1.2018.75063. Acesso em 23 de abril de 2021.

CRUZ, M.S.; TAVARES, R.L.G. O Planejamento Urbano no século XX: ressonâncias das escolas urbanísticas no contexto Pós Revolução Industrial e a historicização da ideia de cidade no Brasil. **Revista de Direito da Cidade,** v. 10, n 2 1116-1153, 2018. Disponível em https://doi.org/10.12957/rdc.2018.32323. Acesso em 18 de abril de 2021.

DIMENSIONS. **Dimensions – free version**. Disponível em https://www.dimensions.ai/products/free/. Acesso em 15 de abril de 2021.

FEITOSA, S.M.R.; GOMES, J. M. A.; MOITA-NETO, J. M.; ANDRADE, C. S. P. Consequências da urbanização na vegetação e na temperatura da superfície de Teresina–Piaui. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 6, n. 2, p. 58-75, 2011. Disponível em http://dx.doi.org/10.5380/revsbau.v6i2.66395. Acesso em 24 de abril de 2021.

FONTELLES, M.J. *et al.* Metodologia da pesquisa científica: diretrizes para a elaboração de um protocolo de pesquisa. **Revista paraense de medicina**, v. 23, n. 3, p. 1-8, 2009.

FREITAS, J.L.M.; FREITAS, J.M.; ROSIN, J.A.R.G. Planejamento urbano em conjuntos habitacionais. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 01, n. 04, 2013, pp. 48-53. Disponível em http://dx.doi.org/10.17271/23188472142013506. Acesso em 26 de abril de 2021.

FUJACO, M. A. G; LEITE, M. G. P; MESSIAS, M. C. T. B. Análise multitemporal das mudanças no uso e ocupação do Parque Estadual do Itacolomi (MG) através de técnicas de geoprocessamento. **Revista Escola de Minas, Ouro Preto**, v. 63, n. 4, p. 695-701, out./dez. 2010. Disponível em https://doi.org/10.1590/s0370-44672010000400016. Acesso em 17 de abril de 2021.

GOMES, M.F.; QUEIROZ, D. R. E. Avaliação da cobertura vegetal arbórea na cidade de Birigui com emprego de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto. **Revista Geografar**, v. 6, n. 2, 2011. Disponível em https://doi.org/10.5380/geografar.v6i2.21579. Acesso em 24 de abril de 2021.

GOMES, M.R.; QUEIRÓZ, D. R. E. Análise das variações termo-higrométricas e de conforto térmico na cidade de Birigui-SP: subsídios ao planejamento ambiental urbano. **Geoambiente On-line**, n. 21, 2013. Disponível em https://doi.org/10.5216/geoambie.v0i21.27909. Acesso em 26 de abril de 2021.

HARZING, A.-W. K. (2019). Two new kids on the block: How do Crossref and Dimensions compare with Google Scholar, Microsoft Academic, Scopus and the Web of Science? **Scientometrics**, 120(1), 341-349 - 2019. Disponível em https://doi.org/10.1007/s11192-019-03114-y. Acesso em 22 de setembro de 2020.

HINO P, VILLA TCS, SASSAKI CM, NOGUEIRA JA, SANTOS CB. Geoprocessing in health area. **Revista latino-americana de enfermagem**, 2006 - nov/dez.; 14(6):939-43. Disponível em https://doi.org/10.1590/s0104-11692006000600016 Acesso em 19 de abril de 2021.

ITO, M.H., FILHOH.F.; CONTI, Luís Américo. Uso do *software* livre QGIS (Quantum GIS) para ensino de Geoprocessamento em nível superior. **Revista Cartográfica**, v. 94. 127-148. 2017. Disponível em https://doi.org/10.35424/rcarto.i94.345. Acesso em 24 de abril de 2021.

LIMA, M.Q.C.; FREITAS, C.S.; CARDOSO, D.R. Modelagem da informação para a regulação urbanística dos assentamentos precários em Fortaleza. urbe. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 11, 2019. Disponível em https://doi.org/10.1590/2175-3369.011.e20180199 Acesso em 22 de abril de 2021.

LISBOA, C.M.C.A.; CAMPOS, U.M.; DE SOUZA, S.K.S. Mapeamento e caracterização dos remanescentes de dunas do município de Natal–RN, Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 6, n. 3, p. 64-83, 2011. Disponível em http://dx.doi.org/10.5380/revsbau.v6i3.66474. Acesso em 24 de abril de 2021.

LISBÔA, E.G.; LISBÔA, E.G. Planejamento Urbano e Indicadores Sociais: Desafio dos Estados Brasileiros. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 3, p. 15250-15273, 2020. Disponível em https://doi.org/10.34117/bjdv6n3-412. Acesso em 20 de abril de 2021.

LOBO, C.; FONSECA, D.F.; GARCIA, R.A. Verticalização e permeabilização do solo urbano nos setores censitários de Belo Horizonte/MG| Verticalization and soil sealing in the census tracts of Belo Horizonte/MG. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, v. 17, n. 3, p. 215-215, 2015. Disponível em https://doi.org/10.22296/2317-1529.2015v17n3p215. Acesso em 19 de abril de 2021.

LONGARETE, C.; MARENZI, R. C. O Geoprocessamento aplicado ao planejamento Urbano: Estudo de caso da paisagem de Itajaí no contexto da inundação de 2011. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, v. 22, n. 2, p. 12-18, 2018. Disponível em https://doi.org/10.14210/bjast.v22n2.14933. Acesso em 23 de abril de 2021.

LONGO, E.S.; DANTAS, D.V. Metodologia para detecção de áreas socioambientalmente vulneráveis: o caso do distrito do Campeche, no município de Florianópolis–SC, Brasil. **PerCursos**, v. 21, n. 46, p. 083-112, 2020. Disponível em https://doi.org/10.5965/1984724621462020083. Acesso em 25 de abril de 2021.

MACEDO, F.R.; DE SOUZA, M. L. Carta de riscos tecnológicos para auxilio no planejamento urbano e planos de contingência na cidade de Maringá, PR. **Formação (Online)**, v. 27, n. 52, 2020.

MALTA, J.A.O; SOUZA, H.T.R. de; SOUZA, R.M. Fitogeografia e regeneração natural em florestas urbanas de São Cristóvão/SE-Brasil. Investigaciones geográficas, n. 77, p. 48-62, 2012. Disponível em https://doi.org/10.14350/rig.31012. Acesso em 25 de abril de 2021.

MATIELLO, S.; CERRI, F.; PAGANI, C.H.P.; LIMA, J.S. O uso do geoprocessamento para delimitação e análise das Áreas de Preservação Permanente de um córrego em Nova Mutum Paraná-RO. Revista Presença Geográfica, v. 4, n. 1, p. 40-50, 2017. Disponível em https://doi.org/10.36026/rpgeo.v4i1.2622. Acesso em 24 de abril de 2021.

MEDEIROS, M.C.S.; SILVA, A.L.; FREITAS, J.P.; DAMASCENO, J.D. O uso de técnicas de geoprocessamento e geoestatistica como ferramenta para gestão municipal. **Geoambiente On-line**, n. 18, p. 01-24 pág., 2012. Disponível em https://doi.org/10.5216/geoambie.v0i18.26034. Acesso em 25 de abril de 2021.

MOURA, A.A.M.; SILVA, J.X. Geoprocessamento aplicado à caracterização e planejamento urbano de Ouro Preto – MG. In: SILVA, Jorge XAVIER (org.). **Geoprocessamento e Análise ambiental: aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 6ªed. 2012.

NUNES, H.K.B.; PAULA, J.E.A.; PAULA, M. L. G. Aspectos geoambientais e impactos socioambientais na área de expansão urbana da região sul de Teresina/Piauí. **Geoambiente On-line**, n. 37, p. 216-237, 2020. Disponível em https://doi.org/10.5216/revgeoamb.vi37.59288. Acesso em 23 de abril de 2021.

OLIVEIRA, S.; CARVALHO, T.M. Vulnerabilidade aos impactos ambientais da bacia hidrográfica do rio Cauamé em decorrência da Expansão Urbana e uso para lazer em suas praias. **Revista Geográfica Acadêmica**, v. 8, n. 1, p. 61-80, 2014. Disponível em https://doi.org/10.18227/1678-7226rga.v8i1.2984. Acesso em 27 de abril de 2021.

OLIVEIRA, C.V.; GONÇALVES, P.A.; MAGALHÃES, D. M. Geologia aplicada à gestão e planejamento urbano–análise de multicritério da porção sul da mancha urbana de Nova Lima e Honório Bicalho. **Geonomos**, p. 11-21, 2019. Disponível em https://doi.org/10.18285/geonomos.v27i1.21848. Acesso em 22 de abril de 2020.

ORESTES, T.A.M.; LOPES, E.B. Geoprocessamento: análise de dados cartográficos-planejamento e desenvolvimento urbano. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 3, n. 18, 2015. Disponível em https://doi.org/10.17271/2318847231820151023. Acesso em 23 de abril de 2021.

PAVANIN, E.V.; CHUERUBIM, M.L.; LÁZARO, B.O.; NISHIYAMA, L. Geoprocessamento aplicado ao diagnóstico de uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do córrego Guaribas em Uberlândia–MG. **Revista de Engenharia Civil IMED**, v. 3, n. 2, p. 24-38, 2016. Disponível em ttps://doi.org/10.5216/reec.v13i2.42460. Acesso em 23 de abril de 2021.

PAVANIN, E.V.; CHUERUBIM, M.L.; LÁZARO, B.O. Geoprocessamento aplicado ao estudo de vulnerabilidade do solo da bacia hidrográfica do córrego Guaribas em Uberlândia-MG. **REEC**, v. 13, n. 2, p. 17, 2017. Disponível em https://doi.org/10.5216/reec.v13i2.42460. Acesso em 24 de abril de 2021.

PIROLI, Edson Luís. **Introdução ao geoprocessamento.** Universidade Estadual Paulista/Campus Experimental de Ourinhos, 2010.

RAFAEL, R.A.; SILVEIRA, T.A.; DINIZ, L.M.T; WANDERLEY, J.A.C. Estudo das implicações ambientais no município de João Pessoa-PB devido ao crescimento urbano. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 8, n. 1, p. 286-293, 2013. Disponível em https://doi.org/10.18378/rvads.v8i1.2041. Acesso em 25 de abril de 2021.

RIBEIRO, M.P.; MELLO, K.; VALENTE, R.A. Avaliação da estrutura da paisagem visando à conservação da biodiversidade em paisagem urbanizada. **Ciência Florestal**, v. 30, n. 3, p. 819-834, 2020. Disponível em https://doi.org/10.5902/1980509837683. Acesso em 25 de abril de 2021.

ROCHA, N.A.; BORGES DE CASTRO, J.L.; MOURA, A. C. M. Conflitos das dinâmicas de transformação urbana e ambiental à luz da ecologia da paisagem. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, v. 7, n. 1, p. 23-34, 2016.

ROCHA, E.C.; OLIVEIRA, R. Avaliação qualitativa da expansão urbana na ilha de Santa Catarina. **Metodologias e Aprendizado**, v. 1, p. 22-25, 2019.

SALES, D.M.; CARDOSO, L. (Re)Planejamento Urbano em Belo Horizonte (Re)Definição dos Limites Territoriais dos Bairros Populares como Estratégia de Gestão para a Administração Pública. **PARANOÁ (UNB)**, v. 6, p. 7-15, 2012. Disponível em https://doi.org/10.18830/issn.1679-0944.n6.2012.12275. Acesso em 25 de abril de 2021.

SILVA, C. O uso de novas tecnologias como ferramentas auxiliares no contexto de estudos urbanos: uma bibliografia anotada. **Monografia (especialização).** Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2018.

SILVA, H. J. Utilização de ferramentas SIG como subsídio ao ordenamento territorial–estudo de caso do Ribeirão do Feijão, São Carlos–SP. Revista Brasileira de Energias Renováveis, v. 7, n. 1, 2018. Disponível em https://doi.org/10.5380/rber.v6i1.57976. Acesso em 23 de abril de 2021.

SILVA, J.X; ZAIDAN, R.T. **Geoprocessamento e Análise ambiental: aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 6ªed. 2012.

SILVA, P.E.A.B.; GARCIA, R.A. Integração entre dados sensoriais ambientais e sociodemograficos: uma contribuição do geoprocessamento e estatística para a análise ambiental e planejamento metropolitano. **Entorno Geográfico**, n. 12, 2016. Disponível em https://doi.org/10.25100/eg.v0i12.3546. Acesso em 23 de abril de 2021.

SILVA, G.A.B.; DAVID, P.L.D.; BIANCHI, G. A utilização do SIG para o planejamento urbano. **Revista Científica ANAP Brasil**, v. 10, n. 21, 2017. Disponível em https://doi.org/10.17271/19843240102120171675. Acesso em 24 de abril de 2021.

SILVA, H.R.O.; GUIMARÃES, S.C.P.; OLIVEIRA, L.B. O uso do geoprocessamento na espacialização e avaliação das Áreas de Preservação Permanente: Cidade de Porto Velho-RO. Confins. **Revue franco-brésilienne de géographie/Revista franco-brasilera de geografia**, n. 30, 2017. Disponível em https://doi.org/10.4000/confins.11764. Acesso em 24 de abril de 2021

SPERANDIO, A.G. *et al*. Revisão bibliográfica narrativa: planejamento urbano saudável. **Revista Intellectus**, N°38, Vol 1. 2017. Disponível em https://doi.org/10.21116/2017.1. Acesso em 24 de abril de 2021.

SISTEMA DE PROCESSAMENTO DE INFORMAÇÕES GEORREFERENCIADAS (*SPRING*) versão 4.O. **São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**, 2003. [on line] Disponível em http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/index.html. Acesso em 27 de abril de 2021.

TEIXEIRA, M.F. Conceitos contemporâneos sobre planejamento urbano, desenho urbano e sua relação. **Cadernos de arquitetura e urbanismo**, v. 20, n. 26, 2013. Disponível em https://doi.org/10.5752/p.2316-1752.2013v20n26p75. Acesso em 19 de abril de 2021.

VERONEZE, O.M.S.; MACEDO, G.Z.; PEREIRA, J.G. Identificação das áreas de vulnerabilidade ambiental na cidade de Ponta Porã–MS**. Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 6, n. 2, p. 553-566, 2017. Disponível em https://doi.org/10.19177/rgsa.v6e22017553-566. Acesso em 24 de 2021.

VEIGA, D.A.M.; DA MATTA, M.B.; VEIGA, A.J.P. Análise sobre as definições territoriais de cidade, município e metrópole na diversidade do território brasileiro. **GEOPAUTA**, v. 1,

n. 3, p. 58-78, 2017. Disponível em https://doi.org/10.22481/rg.v1i3.2044. Acesso em 18 de abril de 2021.

ZAIDAN, R.T. Geoprocessamento conceitos e definições**. Revista de geografia** – PPGEO - UFJF. Juiz de Fora, v.7, n.2, (jul-dez) p.195-201, 2017. Disponível em https://doi.org/10.34019/2236-837x.2017.v7.18073. Acesso em 16 de abril de 2021.

Recebido em: *28 de maio 2021*

Aceito em: *4 de dezembro 2021*