

ANÁLISE MULTICRITÉRIO E GEOPROCESSAMENTO NO PLANEJAMENTO DO SISTEMA DE ESPAÇOS LIVRES URBANO

Multicriteria Analysis and Geoprocessing in Urban Open Space System Planning


Análisis multicriterio y geoprosesamiento en la planificación de sistemas de espacios abiertos urbanos


COCCO, R. M.¹; WEISS, R.²; PIPPI, L. G. A.³

Resumo

Este trabalho visa apresentar o planejamento do Sistema de Espaços Livres da cidade média de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil com enfoque nos espaços livres de lazer e recreação potenciais da cidade através da aplicação da metodologia de Análise Multicritério e do Processo de Hierarquia Analítica (AHP). A Análise Multicritério e o método AHP permitem a atribuição de valores ou pesos estatísticos às variáveis de pesquisa, tendo como objetivo reunir atributos distintos de avaliação em uma só análise, como áreas de preservação ambiental com áreas de patrimônio cultural, vazios urbanos ou ainda, importantes eixos de mobilidade para a cidade. No presente estudo, foram elencados sete critérios de pesquisa fundamentais para a delimitação de praças e parques futuros, tendo como base de dados em Sistema de Informação Geográfica (SIG), a leitura dos condicionantes biofísicos e construídos de Santa Maria, ou seja, as infraestruturas naturais, construídas, socioculturais e socioeconômicas. A partir dos mapeamentos, conclui-se que análises quali-quantitativas como o método multicritério é de fundamental relevância para o estudo das paisagens urbanas, principalmente para a elaboração e revisão de planos urbanísticos, os quais devem estar pautados na gestão sustentável do solo.

Palavras-chave: Espaços livres potenciais; análise de decisão multicritério; Sistema de Informação Geográfica.

¹Doutoranda no Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo.  orcid: [0000-0002-5422-8479](https://orcid.org/0000-0002-5422-8479) renatamcocco@gmail.com

²Profa. Dra. na Universidade Federal de Santa Maria, Campus Cachoeira do Sul.  orcid: [0000-0001-7169-8803](https://orcid.org/0000-0001-7169-8803) raquel.weiss@ufsm.br

³Prof. Dr. na Universidade Federal de Santa Maria.  orcid: [0000-0002-4714-4138](https://orcid.org/0000-0002-4714-4138) luis.g.pippi@ufsm.br

Data da Submissão:
21novembro2023
Data da Aprovação:
10dezembro2023
Data da Publicação:
19fevereiro2024

COMO CITAR:

COCCO, R.M.; WEISS, R.; PIPPI, L.G.A.. ANÁLISE MULTICRITÉRIO E GEOPROCESSAMENTO NO PLANEJAMENTO DO SISTEMA DE ESPAÇOS LIVRES URBANOS. Engenharia Urbana em Debate. São Carlos, V4, n2, 2023. <https://doi.org/10.14244/engurbdebate.v4i2.116>



Abstract

This work aims to present the planning of the Open Spaces System in the medium-sized city of Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brazil with a focus on the city's potential open spaces for leisure and recreation through the application of the Multicriteria Analysis methodology and the Process of Analytical Hierarchy (AHP). Multicriteria Analysis and the AHP method allow the attribution of values or statistical weights to research variables, aiming to bring together unique evaluation attributes in a single analysis, such as environmental preservation areas with cultural heritage areas, urban voids or even important mobility axes for the city. In the current investigation, seven fundamental research criteria were listed for the delimitation of future squares and parks, based on the Geographic Information System (GIS) database, incorporating an analysis of the biophysical and constructed constraints of Santa Maria. This encompassed natural, built, sociocultural, and socioeconomic infrastructures. Based on the mappings, it is concluded that qualitative-quantitative analyses, such as the multi-criteria method, are of fundamental relevance for the study of urban landscapes. This is particularly crucial for the preparation and revision of urban plans, which should be grounded in sustainable soil management.

Keywords: potential open spaces; multi-criteria decision analysis; Geographic Information System.

Resumen

El trabajo tiene como objetivo presentar la planificación del Sistema de Espacios Libres perteneciente la ciudad de tamaño intermedio Santa María”, Rio Grande do Sul, Brasil con enfoque en los potenciales espacios libres de la ciudad dedicados para la recreación y entretenimiento a través de la aplicación del Metodología de Análisis Multicriterio y el Proceso de Jerarquía Analítica (AHP). El Análisis Multicriterio y el método AHP permiten atribuir valores o pesos estadísticos a las variables de investigación, con el objetivo de reunir en un solo análisis distintos atributos de evaluación, como áreas de preservación ambiental con áreas de patrimonio cultural, vacíos urbanos o incluso importantes ejes de movilidad para la ciudad. En el presente estudio se enumeraron siete criterios de investigación fundamentales para la delimitación de futuras plazas y parques, a partir de la base de datos del Sistema de Información Geográfica (SIG), la lectura de las las infraestructuras naturales, construido, sociocultural y socioeconómico de Santa María. Basados en los mapeos, se concluye que los análisis cualitativos-cuantitativos como el método multicriterio son de fundamental relevancia para el estudio de los paisajes urbanos, principalmente para la elaboración y revisión de planes urbanos, los cuales deben basarse en el manejo sustentable del suelo.

Palabras clave: espacios abiertos potenciales; análisis de decisión multicriterio; Sistema de Información Geográfica.

1. INTRODUÇÃO

No processo de urbanização contemporâneo, além das dinâmicas econômicas e migratórias, as cidades médias passam por um novo processo de reestruturação, do qual se destaca o conflito entre a disputa por territórios pelo capitalismo de ponta, o agravamento da dispersão urbana, as desigualdades socioespaciais e os desafios para a sustentabilidade ambiental (CHATEL, SPÓSITO, 2015; BELLET et al., 2015; SPÓSITO, 2001).

Neste contexto de crescimento significativo, as cidades médias têm apresentado baixo rigor de gerenciamento urbano municipal se comparado às cidades maiores, o que implica na acelerada desqualificação dos seus espaços livres e na utilização dos recursos ambientais como forma de suprir as necessidades dos seus habitantes (COCOZZA, ALBIERI, 2022; PIPPI et al., 2018; ANGEOLETTO et al., 2016). No que tange aos espaços livres de

lazer e recreação, parte integrante do conjunto de demais espaços livres de edificação, o Sistema de Espaços Livres (SEL), bem como a qualidade, a distribuição e a oferta de praças e parques públicos tem sido afetada em detrimentos da expansão de loteamentos, condomínios e da própria rede viária (COCOZZA, ALBIERI, 2022).

O SEL é primordial e vital como infraestrutura verde para a cidade e se sustenta pela vinculação funcional e ambiental entre os seus espaços, já que fisicamente somente os espaços públicos estão conectados entre si através das ruas. Já as áreas vegetadas e permeáveis do SEL, apesar de separadas espacialmente, são de extrema importância para os eventos ambientais, pois inclui os recursos hídricos, as florestas, as superfícies de drenagem e os ecossistemas urbanos (MACEDO et al., 2018).

Desse modo, entre os métodos mais utilizados para avaliar os atributos da paisagem e do seu Sistema de Espaços Livres, seja para prevenir problemas ambientais ou indicar potencialidades de uso do território, se destaca o emprego da Análise de Decisão Multicritério ou Multicriteria Decision Analysis. Nas metodologias de análise e planejamento ecológico da paisagem apoiada em um Sistema de Informações Geográficas é necessário estar em contato constante com o processo decisório. A Análise de Decisão Multicritério é considerado um modelo de apoio à tomada de decisão delimitada por um conjunto básico de vários critérios que podem ser medidos e avaliados. Frequentemente esta ferramenta metodológica tem sido utilizada com o propósito de auxiliar profissionais ou organizações em situações nas quais

é necessário identificar prioridades de forma transparente e coletiva a partir da apresentação de diferentes alternativas (GOMES, GOMES, 2014; LANG, BLASCHKE, 2009).

A cidade de médio porte de Santa Maria, localizada no centro do estado do Rio Grande do Sul (Figura 1), possui conflitos e potencialidade muito semelhantes às demais cidades médias brasileiras, principalmente no que se refere à fragmentação acelerada do SEL, assim como à insuficiência de espaços públicos em termos de quantidade, raio de atendimento, tamanho, conectividade, acessibilidade e qualidade paisagística. Somado a isso, não há uso de geotecnologias em prol da caracterização de novos espaços livres, deixando os mesmos à mercê da especulação imobiliária e da ocupação irregular de Áreas de Preservação Permanente (APPs).

Em relação às potencialidades, Santa Maria possui como presença marcante na paisagem natural os morros no cenário urbano da cidade a norte, bem como a predominância das elevações planas e onduladas onde se localizam a mancha urbana e as áreas de campo do bioma Pampa. Além dos morros com presença de mata Atlântica na porção norte da cidade, possui os morros testemunhos com a presença de sítios fossilíferos ao centro (Morro Cerrito e Morro Mariano da Rocha), áreas com grandes estoques de vegetação arbórea e vasta rede hidrográfica. Já as regiões sul, leste e oeste caracterizam-se predominantemente por campos e planícies alagadas de vegetação rasteira e arbustiva com a presença de mananciais. A paisagem construída é caracterizada pelo tecido urbano bastante adensado e verticalizado na área central,

onde se concentra o patrimônio cultural edificado provenientes da implantação da ferrovia no início do século XX, bem como a maioria dos espaços livres de lazer e recreação públicos.

Figura 1 – Localização de Santa Maria, RS, Brasil



Fonte: autoria própria

2. METODOLOGIA

Nesse sentido, o presente trabalho tem como premissa o apontamento dos espaços livres públicos potenciais destinados ao lazer e recreação da população, como praças, parques, largos, ciclovias, canteiros centrais de avenidas, entre outros. A partir do diagnóstico atual dessas áreas e da escolha de sete critérios de análise no escopo das dinâmicas físico-ambientais, sociais, histórico-culturais e da mobilidade, tem-se como resultado o mapa-síntese de áreas potenciais. Esse mapa, resultado da interpolação dos critérios, aponta novas possibilidades para o planejamento de um Sistema de Espaços Livres embasado em múltiplos critérios de análise, contrariando assim, a atual inexistência de atributos paisagísticos de avaliação do então Plano Diretor de Santa Maria, revisado no ano de 2019.

Para a identificação das áreas potenciais para lazer e recreação na cidade de Santa Maria (RS) foi escolhido o método de Análise Multicritério. A partir do problema a ser resolvido e os objetivos a serem alcançados, o pesquisador elenca as variáveis necessárias para o seu estudo através de árvores de decisão. Sendo assim, foram elencados sete critérios de pesquisa fundamentais para a delimitação de praças, parques ou outros tipos de espaços de lazer e recreação futuros, tendo como base de dados em geoprocessamento, a leitura dos condicionantes biofísicos e construídos de Santa Maria, ou seja, as infraestruturas naturais, construídas, socioculturais e socioeconômicas.

De acordo com a Figura 2, os sete critérios de pesquisa estão ilustrados com as suas respectivas classes.

- 1) Critério 1: Áreas de Preservação Permanente (APP) dos Recursos Hídricos.
- 2) Critério 2: Áreas Especiais Naturais.
- 3) Critério 3: Vazios Urbanos.
- 4) Critério 4: População.
- 5) Critério 5: Renda.
- 6) Critério 6: Espaços Livres de Interesse Histórico, Patrimonial e Cultural.
- 7) Critério 7: Espaços Livres de Circulação.

Figura 2 - Organização dos critérios e classes de análise



Fonte: autoria própria

Após a definição e justificativa destes critérios foram atribuídas notas de 0 a 10 às classes de cada critério para gerar os mapas temáticos iniciais. E por fim, conforme os diferentes graus de importância elencados para cada critério são atribuídos os pesos para ter ao final do estudo o mapa síntese que traz a análise quali-quantitativa integrada dos dados espaciais relevantes para o problema em questão (FOLLMANN, 2018).

Para a validação dos pesos utiliza-se no âmbito da análise multicritério,

o Processo de Hierarquia Analítica ou Analytic Hierachy Process (AHP), modelo proposto por Thomas Wharton em 1977 e muito utilizado na análise de múltiplos critérios pelos estudos de Thomas Saaty. A AHP se baseia em três princípios: construção de hierarquias de critérios, definição de prioridades (julgamento por pares) e consistência lógica.

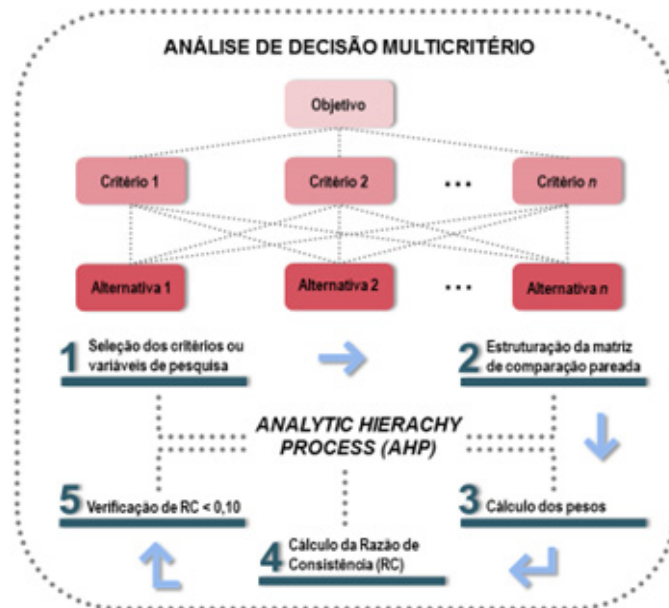
O método AHP é necessário para a verificação da consistência de avaliação da análise, isto é, da coerência dos pesos através do

cálculo da Razão de Consistência (RC) que deve estar compreendido entre os valores 0 e 0,10 para satisfazer as simulações espaciais. No caso do planejamento da paisagem, a hierarquização das variáveis através de pesos é um instrumento importante para definir e valorar regiões quanto à sua sensibilidade/fragilidade ecológica e/ou antrópica ou ainda, quanto ao seu potencial/atratividade em diferentes graus de importância: extremamente alta, alta,

média, baixa e extremamente baixa. Por exemplo, estas potencialidades podem estar atreladas a diferentes níveis de conservação e preservação ambiental ou ainda, potencial uso para atividades de lazer e recreação (LYLE, 1999; MCHARG, 1969).

A Figura 3 mostra o exemplo de escolha, justificativa e hierarquização dos critérios e as demais etapas da matriz AHP (SAATY, VARGAS, 1979).

Figura 3 – Diagrama conceitual da análise de decisão multicritério pelo método AHP



Fonte: autoria própria

Para a espacialização da análise, a ferramenta de geoprocessamento utilizada foi o software ArcGIS 10.4.1®, Sistema de Coordenadas SIRGAS 2000 UTM Zona 22S, de acordo com a base dados do Instituto de Planejamento de Santa Maria (IPLAN) a partir da aero imagem do ano de 2019. De acordo com o estudo de Guirra, Yallouz e Silva (2020), o uso das geotecnologias no planejamento

e gestão das cidades médias em pesquisas científicas ainda é muito tímido em comparação à contribuição social e econômica que estas ferramentas trazem quando bem aplicadas por estudantes ou gestores municipais. O estudo mostra que as geotecnologias equivalem a 7,9% das publicações sobre planejamento urbano e as cidades médias a 0,15% das pesquisas de geotecnologias e

3. RESULTADOS

planejamento urbano. Nesse âmbito, métodos de análise com SIG tem sido uma lacuna de estudo em pesquisas acadêmicas e Planos Diretores mais assertivos na delimitação de tendências de ocupação da paisagem urbana. Nesse contexto, a aplicação de multimétodos de análise deve ser incentivada e incorporada na prática acadêmica e profissional para que se torne um método natural de estudo das paisagens.

As variáveis se destacam pela possibilidade de estabelecer áreas públicas de lazer e a recreação na cidade através de atribuição de pesos aos diferentes critérios. Os pesos validados pela matriz AHP estão discriminados na Tabela 1, conforme o grupo de critérios da paisagem natural, dinâmicas socioeconômicas e paisagem construída.

Tabela 1 – Pesos atribuídos aos critérios

CRITÉRIOS DE CARÁTER NATURAL		PESOS	(%)
APP	Áreas de Preservação Permanente (APP) dos Recursos Hídricos	0,29	29%
AEN	Áreas Especiais Naturais	0,29	29%
VU	Vazios Urbanos	0,18	18%
CRITÉRIOS DE CARÁTER SOCIOECONÔMICO		PESOS	(%)
POP	População	0,08	8%
REN	Renda	0,08	8%
CRITÉRIOS DE CARÁTER PATRIMONIAL E DA MOBILIDADE		PESOS	(%)
ELIHPC	Espaços Livres de Interesse Histórico, Patrimonial e Cultural	0,05	5%
ELC	Espaços Livres de Circulação	0,03	3%

Fonte: autoria própria

O mapa resultado aponta as áreas de lazer e recreação potenciais da cidade média de Santa Maria em quatro níveis de potencialidade – baixa, moderada, alta e extrema potencialidade, conforme mostra a Figura 4.

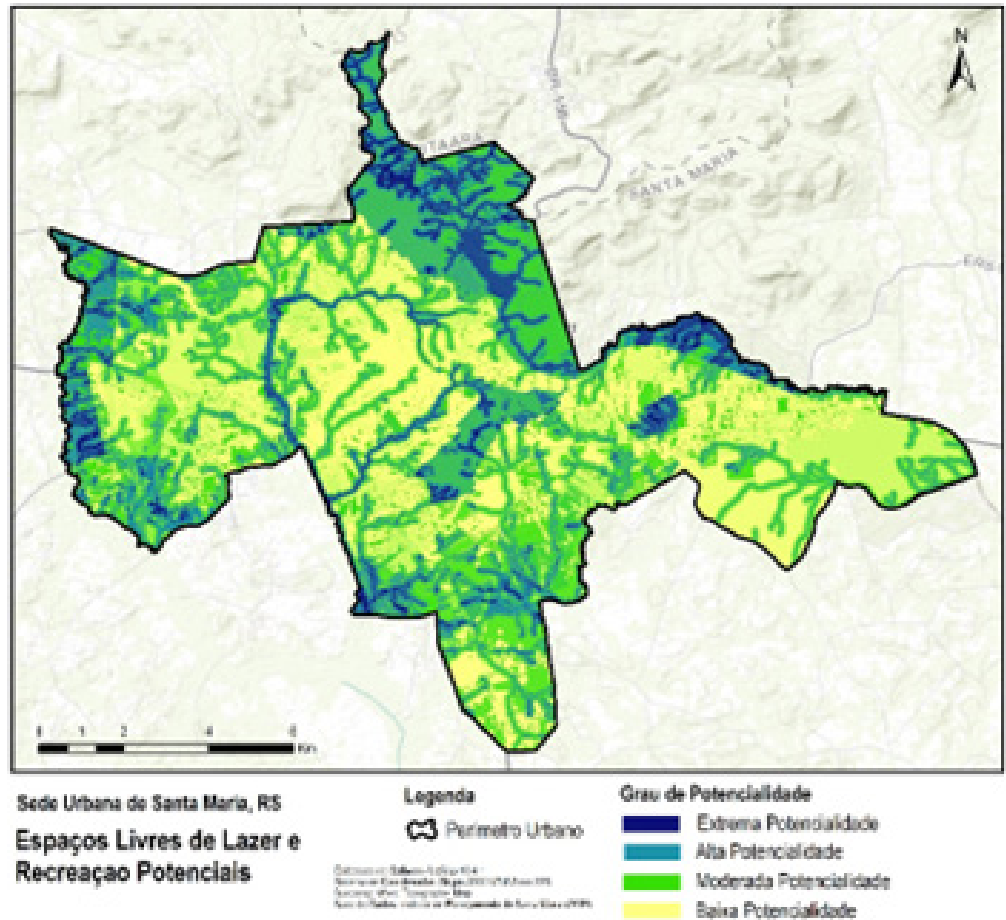
Os resultados demonstram que as áreas com alta potencialidade constituem atualmente grandes estoques de floresta urbana por se localizarem ao longo de Áreas de Preservação Permanente (APP) de rios e áreas de morros com Mata Atlântica preservada, mas que já possuem bordas recortadas pela ocupação humana. A grande potencialidade desses espaços livres só reforça a configuração de Santa Maria como um grande SEL, em forma de pequenos arroios urbanos, que ainda resistem a projetos de canalizações ou retirada total de suas matas ciliares. Estas áreas foram consideradas de maior peso na análise, justamente por esta importância hídrica que possuem, principalmente porque estão sobre a zona de recarga do Aquífero Arenito Basal, nas porções oeste e sul da cidade e a norte, onde se localizam a maioria das nascentes, em meio aos morros do rebordo do Planalto. Sendo assim, as áreas naturais de preservação e conservação devem ser analisadas em escalas mais aproximadas para a elaboração de projetos de parques para os bairros e,

principalmente, de parques setoriais para a cidade como um todo.

Os espaços livres de média potencialidade se caracterizam como os espaços de vazios urbanos. Nota-se que esses vazios coincidem com as áreas menos povoadas, com estoque de campos e várzeas alagadas, onde os bairros são mais populosos e mais pobres em termos de renda per capita. Quando estas áreas de grandes vazios coincidem com a vegetação presente nos rios, elas são de alta potencialidade, pois além de serem amplas áreas livres e abertas para futuros parques em áreas carentes, elas estão agregando a função de conexão na forma de corredores verdes, azuis e ecológicos.

Por fim, os critérios de caráter construído, ou seja, do patrimônio histórico-cultural e da mobilidade, têm baixa prioridade por serem áreas consolidadas e que sofrem rápidas e grandes transformações antrópicas ao longo do tempo. Apesar da baixa potencialidade em detrimento dos demais critérios, os espaços livres de circulação possuem função nítida de conexão entre os espaços livres dos outros graus de potencialidade. Assim, corredores cinzas - como rodovias, ferrovias e redes de alta tensão - podem ser considerados como estratégias secundárias de conectividade dentro do SEL.

Figura 4 – Espaços Livres de Lazer e Recreação Potenciais para a cidade de Santa Maria, RS, Brasil



Fonte: autoria própria

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que as variáveis se destacam pela possibilidade inovadora de estabelecer áreas públicas de lazer e a recreação como novas infraestruturas para Santa Maria através de eixos e nós com fortes características de conectividade, acessibilidade, preservação natural e patrimonial, mobilidade, raio de abrangência, localização estratégica, escala de tamanho, bem como

densidade populacional e demanda socioeconômica. Quanto mais critérios de análise houver, mas completas, diversificadas e assertivas se tornam as tomadas de decisão dos gestores.

Além disso, a metodologia de cruzamento de múltiplas variáveis visa reduzir os custos e o tempo de planejamento de locais adequados

se comparado às metodologias tradicionais. A partir deste grupo de critérios, podem-se somar estudos realizados por pesquisas anteriores, como análises de fragilidade ambiental quanto a enchentes e desmoronamentos e a identificação das áreas prioritárias à conservação ambiental de Santa Maria, por exemplo.

Logo, esse estudo demonstra a importância de planejar a cidade e seu Sistema de Espaços Livres com embasamento teórico e rigor metodológico, pois somente a partir da construção de cenários, sejam eles reais, ideais ou potenciais é que se é possível planejar a paisagem e traçar políticas públicas de intervenção na escala urbana, como planos de áreas verdes que apontem os espaços livres de preservação, os espaços livres de lazer e recreação potenciais e também, os espaços livres de interesse ao parcelamento do solo e de expansão viária.

REFERÊNCIAS

ANGEOLETTO, F. et al. Tipologia socio-ambiental de las ciudades medias de Brasil: aportes para un desarrollo urbano sostenible. *Revista Brasileira de Gestão Urbana*, v. 8, n. 2, p. 272-287, 2016.

BELLET, C. et al. *Urbanización, producción y consumo em ciudades medias/ intermedias*. Urbanização, produção e consumo em cidades médias/ intermediárias. Lleida: Universitat de Lleida, 2015. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=yy72CQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=cidades+m%C3%A9dias+brasileiras+SPOSITO&ots=pgk26rocnr&sig=hKitu1dTxuaChjJsU5D_RHBTc#v=onepage&q=cidades%20

[m%C3%A9dias%20brasileiras%20SPOSITO&f=false](https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=yy72CQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=cidades+m%C3%A9dias+brasileiras+SPOSITO&ots=pgk26rocnr&sig=hKitu1dTxuaChjJsU5D_RHBTc#v=onepage&q=cidades%20)>. Acesso em: 20 jul. 2023.

CHATEL, C.; SPÓSITO, M. E. B. Forma e dispersão urbanas no Brasil: fatos e hipóteses primeiros resultados do banco de dados Brasipolis. *Revista Cidades*, n. 21, p. 108-152, 2015. Disponível em: <<http://revista.fct.unesp.br/index.php/revistacidades/article/viewFile/4870/3543>>. Acesso em: 20 jul. 2023.

COCOZZA, G. de P.; ALBIERI, L. *Sistemas de espaços livres em cidades médias brasileiras* [recurso eletrônico]. Uberlândia: Sibipiruna, 2022.

FOLLMANN, F. M. *Áreas prioritárias à conservação ambiental em Santa Maria/RS: Estratégias para gestão ambiental municipal*. 2018. 263 p. Tese (Doutorado em Geografia)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2018. Disponível em: <<https://repositorio.ufsm.br/handle/1/15110>>. Acesso em: 21 jul. 2023.

GOMES, L. F. A. M.; GOMES, C. F. S. *Tomada de decisão gerencial: enfoque multicritério*. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2014. 400 p.

GUIRRA, A. P. M.; YALLOUZ, G. A. N.; SILVA, I.T. Estudo bibliométrico sobre o uso de geotecnologias aplicadas ao planejamento de cidades médias. *Terr@ Plural*, v.14, p. 1-14, 2020. Disponível em: <<https://www.revistas2.uepg.br/index.php/tp/article/view/13339/209209212784>>. Acesso em: 25 jul. 2023.

LANG, S.; BLASCHKE, T. *Análise da Paisagem com SIG*. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

- LYLE, J. T. *Design for Human Ecosystems. Landscape, Land Use and Natural Resources*. New York: Van Nostrand Reinhold Co. 1985. Copyright, 1999.
- MACEDO, S. S. et al. *Os Sistemas de Espaços Livres e a Constituição da Esfera Pública Contemporânea no Brasil*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2018.
- MCHARG, I. L. *Design with Nature*. New York: Doubleday/Natural History Press, 1969.
- PIPPI, L.G. A. et al. *O Sistema de Espaços Livres e a Forma Urbana da Cidade de Santa Maria-RS-Brasil: caracterização das dinâmicas espaciais e funcionais*. In: MACEDO, S. S. et al. *Quadro geral da forma e do sistema de espaços livres das cidades brasileiras*. São Paulo: FAUUSP, 2018, p. 260-296.
- SAATY, T. L. VARGAS, L. G. Estimating Technological Coefficients by the Analytic Hierarchy Process. *Socio-Economic Planning Sciences*, v. 13, n. 6, p. 333-336, 1979.
- SPÓSITO, M. E. B. As cidades médias e os contextos econômicos contemporâneos. In: SPOSITO, M. E. B. *Urbanização e cidades: perspectivas geográficas*. Presidente Prudente: FCT-UNESP, 2001. p. 609-643.