

CARÊNCIA DE INFRAESTRUTURA BÁSICA HABITACIONAL: uma análise espacial na Região Metropolitana de Sorocaba (RMS)

LACK OF BASIC HOUSING INFRASTRUCTURE: a spatial analysis in the Metropolitan Region of Sorocaba (SMR)

FALTA DE INFRAESTRUTURA VIVIENDA BÁSICA: un análisis espacial en la Región Metropolitana de Sorocaba (RMS)

Leticia Tondato Arantes

Doutoranda pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Estadual Paulista – UNESP/Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba.
leticia.tondato@unesp.br / <http://orcid.org/0000-0002-5541-1304>

Camille Vasconcelos Silva

Doutoranda pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Estadual Paulista – UNESP/Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba.
camillevs15@gmail.com / <http://orcid.org/0000-0002-5810-0026>

Darllan Collins da Cunha e Silva

Doutor em Ciências Ambientais pela Universidade Estadual Paulista – UNESP/Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba. Professor do Departamento de Engenharia Ambiental (UNESP/Câmpus de Sorocaba).
darllan.collins@unesp.br / <http://orcid.org/0000-0003-3280-0478>

Roberto Wagner Lourenço

Doutor em Geociências e Meio Ambiente pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP. Professor do Departamento de Engenharia Ambiental (UNESP/Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba).
roberto.lourenco@unesp.br / <http://orcid.org/0000-0002-5234-8944>

Recebido: 10/06/2021; Aceito: 01/06/2022; Publicado: 03/11/2022.

RESUMO

Estudos orientados ao uso de recursos públicos, investimentos e manutenção de equipamentos voltados ao bem-estar social são de grande relevância para regiões urbanas carentes do amparo do poder público, devido os inúmeros problemas socioambientais desencadeados pela ausência de infraestrutura básica. Pesquisas dessa natureza podem ser bem-sucedidas a partir da aplicação de técnicas de geoprocessamento. Assim, tem-se como objetivo elaborar o Índice de Adequação Habitacional (IAH), por meio da análise de variáveis do âmbito sanitário e ambiental para a Região Metropolitana de Sorocaba (RMS), utilizando-se Sistema de Informação Geográfica em conjunto com a Análise Hierárquica do Processo (AHP). Desta forma, por meio da elaboração do IAH constatou a ocorrência de áreas com adequabilidade muito alta (25,12%), alta (52,77%) e baixa (0,71%) na RMS. Ademais, verificou-se que a área urbana possui melhores condições de acesso a infraestrutura básica quando comparado às áreas rurais, interferindo na qualidade de vida dessa população. Por fim, a pesquisa conseguiu demonstrar que a metodologia aplicada se mostrou satisfatória para representar a realidade socioambiental da RMS.

Palavras-chave: Saneamento Básico; Geoprocessamento; Adequação Habitacional.

ABSTRACT

Studies oriented to the use of public resources, investments and maintenance of equipment aimed at social well-being are of great relevance for urban regions lacking the support of the public power, due to the numerous socio-environmental problems triggered by the lack of basic infrastructure. Research of this nature can be successful from the application of geoprocessing techniques. Thus, the objective is to elaborate the Housing Adequacy Index (HAI), through the analysis of variables of the sanitary and environmental scope for the Metropolitan Region of Sorocaba (RMS), using the Geographic Information System in conjunction with the Analysis Process Hierarchy (AHP). Thus, through the elaboration of the AHI, it was found the occurrence of areas with very high suitability (25.12%), high (52.77%) and low (0.71%) in the RMS. In addition, it was found that the urban area has better conditions of access to basic infrastructure when compared to rural areas, interfering with the quality of life of this population. Finally, the research was able to demonstrate that the methodology applied proved to be satisfactory to represent the socio-environmental reality of the RMS.

Keywords: Sanitation; Geoprocessing; Housing Adequacy.

RESUMEN

Los estudios orientados al uso de los recursos públicos, las inversiones y el mantenimiento de equipamientos destinados al bienestar social son de gran relevancia para las regiones urbanas que carecen del apoyo del poder público, debido a los numerosos problemas socioambientales desencadenados por la falta de infraestructura básica. Investigaciones de esta naturaleza pueden tener éxito a partir de la aplicación de técnicas de geoprocésamiento. Así, el objetivo es elaborar el Índice de Adecuación de Vivienda (IAH), a través del análisis de variables del ámbito sanitario y ambiental para la Región Metropolitana de Sorocaba (RMS), utilizando el Sistema de Información Geográfica en conjunto con el Proceso de Análisis Jerárquico (AHP). Así, a través de la elaboración del IAH, se constató la ocurrencia de áreas con idoneidad muy alta (25,12%), alta (52,77%) y baja (0,71%) en el RMS. Además, se encontró que la zona urbana tiene mejores condiciones de acceso a la infraestructura básica en comparación con las zonas rurales, interfiriendo en la calidad de vida de esta población. Finalmente, la investigación pudo demostrar que la metodología aplicada resultó ser satisfactoria para representar la realidad socioambiental de la RMS.

Palabras clave: Saneamiento; Geoprocésamiento; Adecuación de la vivienda.

INTRODUÇÃO

Na conjuntura brasileira há uma grande carência na prestação dos serviços básicos e de saneamento, ou seja, há um déficit no acesso domiciliar desses serviços que reflete diretamente na qualidade de vida e na saúde das pessoas (CALDAS; CHECCO; JAYO, 2019; SAIANI; TONETO, 2010). Somado ao exposto, o intenso processo de urbanização originou diversos cenários com carências socioambientais, como falta de abastecimento de água, tratamento de esgoto, coleta de resíduos sólidos, iluminação pública, pavimentação e calçadas (SAMPAIO; GOMES, 2020; POLIDORO; TAKEDA; BARROS, 2009; SILVA, 2017).

Nos últimos anos doenças como a Dengue, Zika e Chikungunya se transformaram em grandes epidemias nacionais, visto que o saneamento se relaciona com o nível de suscetibilidade da população às doenças de veiculação hídrica, tal adversidade enfatizou a

importância desse serviço (FERREIRA et al., 2016). Mais recentemente, Mello et al. (2020) mencionaram a extrema preocupação com a velocidade de contágio do COVID-19 em regiões com precária condição e/ou sem acesso à água, medida básica de prevenção ao vírus, reforçando a condição do Brasil como epicentro de contaminação.

Nesse sentido, a falta de investimentos no setor sanitário prejudica o setor econômico, devido aos gastos elevados no combate de doenças infectocontagiosas provenientes dessa péssima condição (SANTOS et al., 2018; CAMARGO et al., 2017). Ainda sob esse âmbito, o investimento em saneamento básico é um modo para a preservação dos recursos hídricos, sabendo-se que a quantidade de água no planeta é finita e sua demanda é crescente (LEONETI, 2011).

O ranking de saneamento das cidades brasileiras, elaborado por meio do cálculo de vários índices abordando água e esgoto, retratou um aumento da abrangência do esgotamento sanitário no país (TRATA BRASIL, 2019). Entretanto, ainda se faz necessário o desenvolvimento de diversas políticas públicas para atenuar as desigualdades da distribuição desses serviços (MASSAI; CHIAVEGATTO, 2020).

Nesse contexto, em 2013 foi elaborado o Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB), previsto nas diretrizes nacionais para o saneamento básico, Lei nº 11.445/2007, que estabeleceu metas para 2018, 2023 e 2033, com o objetivo de reduzir os déficits existentes nos serviços de saneamento e com visão à universalização do abastecimento de água, coleta de esgoto e resíduos (BRASIL, 2007). Outra medida legislativa foi a elaboração da Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei nº 12.305/10 (BRASIL, 2010).

Com o intuito de identificar e avaliar as condições de saneamento e infraestrutura básica, alguns pesquisadores têm adotado indicadores para avaliar a oferta de serviços básicos e de saneamento básico (PEREIRA et al., 2018; CAMARGO et al., 2017; GIOIA; BARROS, 2014), possibilitando realizar um diagnóstico da qualidade de vida da população e dos serviços públicos, como é o caso do Índice de Carência Habitacional (ICH), produzido pelo Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano e Regional (IPPUR, 2003).

As pesquisas acerca das condições de saneamento básico contribuem na relação da sociedade civil com o acesso à cidadania e redução das desigualdades, além de ser um espectro da dignidade do ser humano e do cuidado com o meio ambiente (GARCIA; FERREIRA, 2017; SOUZA; FRANÇA, 2013). Paralelo a isso, Gioia e Barros (2014) apontam que estudos no campo do planejamento e gestão territorial vem sendo otimizados por meio da utilização de técnicas de geoprocessamento, como aquisição, armazenamento e a espacialização dos dados geográficos, de modo refinado mostra que as relações do

homem com o meio ambiente transformam o território e sua paisagem, em muitas das vezes de forma negativa.

Mota, Sousa e Silva (2015) enfatizam que o saneamento básico efetuado de forma eficaz evita externalidades na saúde pública relacionadas com os recursos hídricos e o meio ambiente em geral. Dessa forma, estudos que visam atenuar os problemas ambientais consequentemente tratam problemas de cunho social. Coelho (2018) verificou que o déficit de saneamento básico em determinadas áreas está atrelado às péssimas condições ambientais, o que gera impactos severos na população local.

Desta forma, este estudo tem por objetivo elaborar um Índice de Adequação Habitacional a partir da avaliação dos diferentes cenários habitacionais do ponto de vista socioambiental e de infraestrutura obtidos por meio da análise de variáveis de âmbito sanitário e ambiental dos setores censitários da Região Metropolitana de Sorocaba (RMS), utilizando-se técnicas de geoprocessamento e modelagem de Análise hierárquica do Processo (AHP).

Assim, a partir dos resultados obtidos espera-se contribuir com o entendimento dos principais problemas socioambientais decorrentes da falta de investimento em infraestrutura básica, bem como oferecer subsídios importantes para a gestão e o planejamento de políticas públicas do ponto de vista social e ambiental.

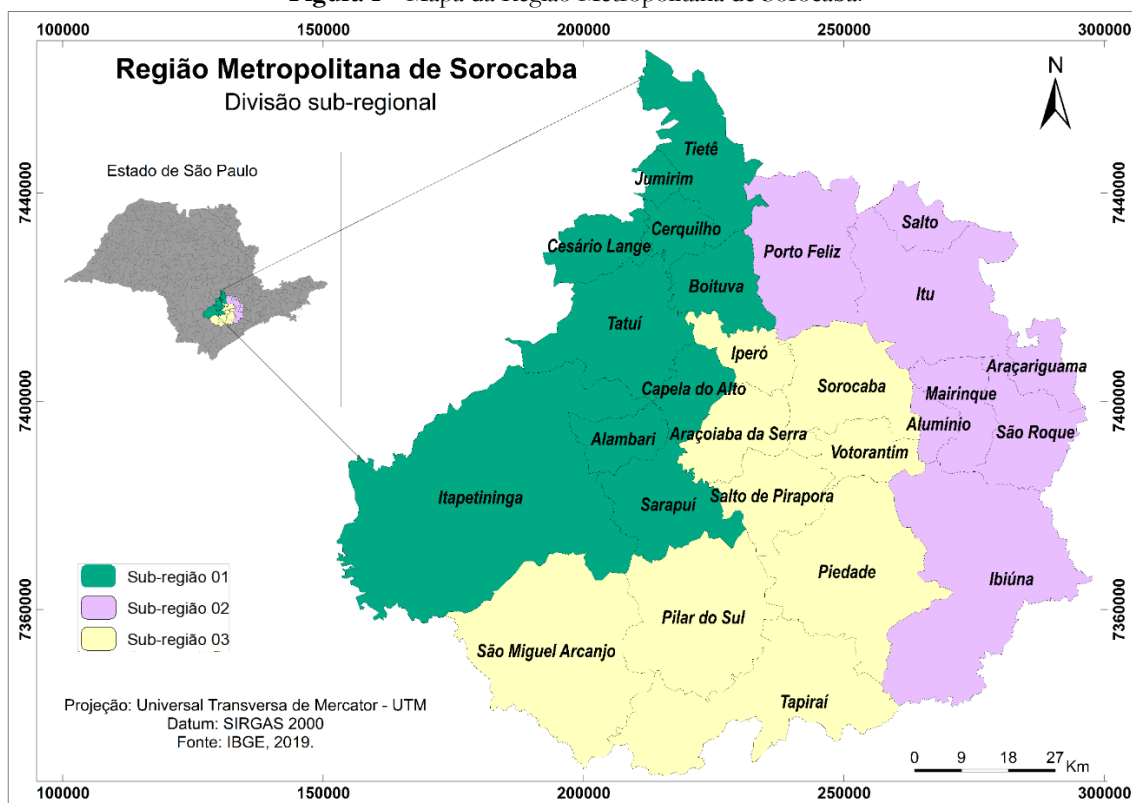
MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A Região Metropolitana de Sorocaba (RMS), é constituída por 27 municípios paulistas, agrupados segundo três sub-regiões (Figura 1), concentrando mais de 2 milhões de habitantes (IBGE, 2018).

A RMS destaca-se em âmbito nacional por sua atividade econômica amplamente diversificada, fortemente industrial, com predominância dos setores metalmeccânico, têxtil, eletroeletrônico e agronegócio (EMPLASA, 2020). Além disso, é caracterizada por ser a segunda maior produtora agrícola das Regiões Metropolitanas Paulistas (SEADE, 2018).

Figura 1 – Mapa da Região Metropolitana de Sorocaba.



Fonte: IBGE (2019).

Dados e escolha dos indicadores

Para elaborar o mapeamento das áreas que possuem carência de infraestrutura básica e construir o Índice de Adequação Habitacional (IAH), foram utilizadas as informações do Censo Demográfico de 2010 disponibilizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010). Informações censitárias referem-se às unidades territoriais de coleta, formada por uma área contínua integralmente em área urbana ou rural, com dimensão e número de domicílios utilizada com fins de controle cadastral (IBGE, 2010)

Nesse sentido, tal recorte espacial foi utilizado por ser a menor unidade territorial disponível, permitindo um maior detalhamento, inclusive com o emprego de escalas maiores. O banco de dados da pesquisa é constituído pelos limites públicos-administrativos dos municípios, malhas dos setores censitários e as variáveis recenseadas.

A Tabela 1 apresenta as variáveis censitárias utilizadas, bem como a situação da infraestrutura por situação.

Tabela 1 – Variáveis utilizadas para a elaboração do índice e suas categorias de enquadramento.

Variáveis	Atributos	Situação
Abastecimento de Água	Domicílios particulares permanentes com abastecimento de água da rede geral	Adequado
	Domicílios particulares permanentes com abastecimento com água de poço ou nascente na propriedade	
	Domicílios particulares permanentes com água de chuva armazenada em cisterna e outros	Inadequado
Esgotamento Sanitário	Domicílios particulares permanentes com esgotamento sanitário via rede geral de esgoto ou pluvial	Adequado
	Domicílios particulares permanentes com esgotamento sanitário via fossa séptica.	
	Domicílios particulares permanentes com esgotamento sanitário via fossa rudimentar	Inadequado
	Domicílios particulares permanentes com vala, rio, lago, mar e outros	
Coleta de Resíduos Sólidos	Domicílios particulares permanentes com lixo coletado por serviço de limpeza	Adequado
	Domicílios particulares permanentes com lixo coletado em caçamba por serviços de limpeza.	
	Domicílios particulares permanentes com lixo queimado, enterrado, jogando em terreno baldio, rio lago ou mar e outros	Inadequado
Iluminação Pública	Domicílios particulares permanentes com iluminação pública	Adequado
	Domicílios particulares permanentes sem iluminação pública	Inadequado
Pavimentação	Domicílios particulares permanentes com pavimentação	Adequado
	Domicílios particulares permanentes sem pavimentação	Inadequado
Calçada no Entorno	Domicílios particulares permanentes com calçada	Adequado
	Domicílios particulares permanentes sem calçada	Inadequado
Presença de bueiro	Domicílios particulares permanentes com bueiro/boca-de-lobo	Adequado
	Domicílios particulares permanentes sem bueiro/boca-de-lobo	Inadequado

Fonte: Autores (2020).

As variáveis foram selecionadas de acordo com sua representatividade, seja no contexto social ou ambiental da área de estudo, tendo como premissa a manutenção da saúde e de um ambiente sustentável (WHO, 2017; RODIĆ; WILSON, 2017; SILVA et al., 2021).

Segundo a WHO (2019), a carência ou acesso inadequado a instalações sanitárias foram apontados entre os fatores que contribuem para uma alta incidência de mortalidade e morbidade. Ainda, um dos principais problemas da falta do serviço de coleta de esgoto, é a perfuração de sumidouros para a eliminação desse esgoto, o que resulta em muitas vezes na contaminação da água, principalmente, por coliformes fecais (BORGES, 2019).

A não existência da coleta dos resíduos sólidos corrobora para que esses materiais sejam despejados em cursos d'água, terrenos baldios ou até mesmo queimados ao ar livre próximo das residências e, conseqüentemente, os resíduos acabam obstruindo drenos, o que agrava em enchentes e danos à saúde pública (LAMON; BHATTACHARYA; BLOCH, 2016; WILSON; VELIS; RODIC-WIERSMA, 2016; SILVA et al., 2019).

A presença de calçada e pavimentação das ruas auxiliam no processo de escoamento das águas pluviais por meio das canaletas formadas entre a rua e a calçada, e

facilita a locomoção cotidiana (CAMARGO, 2017). A iluminação pública é um fator indispensável, estando diretamente relacionada à segurança da via pública, possibilitando condições de visibilidade e mobilidade para o trânsito, práticas de lazer e trabalho (SANTOS, 2011). Por fim, abastecimento de água de forma inadequada influi diretamente na questão da qualidade da água, muitas vezes não garantindo a salubridade (GENEVOIS; COSTA, 2001). Somado a isso, tem-se problemática apresentada por Dias e Pereira (2021), onde a maioria dos domicílios em áreas rurais não realiza o tratamento da água, podendo afetar diretamente na saúde da população residente, já que a água contaminada por patógenos acarreta doenças de veiculação hídrica.

Assim, o estudo das condições socioambientais e dos problemas decorrentes da carência em saneamento básico e infraestrutura básica na área de estudo assume um papel de suma importância em virtude dos impactos ocasionados ao meio ambiente e, conseqüentemente, para a população que reside nessas áreas. Deste modo, entende-se que as variáveis selecionadas possuem estreita relação entre elas, e que de forma conjunta, podem compor um indicador que possibilita identificar as áreas que possuem carência na infraestrutura básica, proporcionando um melhor entendimento dos problemas existentes, visando oferecer a gestores e planejadores uma contribuição no estabelecimento de medidas para sua mitigação.

Tratamento das variáveis para adequação habitacional

Inicialmente foi calculada para cada uma das variáveis do Quadro 1, a proporção de domicílios particulares permanente com carência de infraestrutura em relação ao total de domicílios permanentes por setor censitário da área de estudo. Após determinar a proporção, os valores das porcentagens foram transformados para fração no intervalo de 0 a 1.

Para o tratamento da descontinuidade espacial de algumas variáveis foi aplicado um método de interpolação determinístico, visando estimar valores para os setores censitários que não possuíam dados coletados pelo IBGE.

A abordagem busca converter informações de área ou pontual para superfícies contínuas. Desta forma, foi gerado um centroide em cada setor censitário, no qual foi associado o valor de cada variável (Tabela 1). Em seguida, foi realizada a interpolação, neste caso pelo método do Inverso Ponderado da Distância (*Inverse Distance Weight* - IDW) presente no *software* ArcGIS 10.5.1, utilizando-se a potência igual a 2.

Foi utilizado o algoritmo IDW, visto sua simplicidade de aplicação e por ser amplamente conhecido. O IDW é um método de estimativa determinístico, no qual valores desconhecidos são estimados por uma combinação linear com base em valores conhecidos em função da distância, sendo que quanto menor a distância maior o peso (LONGLEY et al., 2005).

Obtidas as superfícies contínuas de cada uma das variáveis analisadas, estes foram reclassificados em intervalos de 0 a 1, sendo quanto menor o valor (0), pior situação da infraestrutura, enquanto mais próximo ao maior valor, (1) melhor a situação da infraestrutura.

Dados e escolha dos indicadores

Para a elaboração do Índice de Adequação Habitacional (IAH) foi aplicado o método de Análise Hierárquica de Processos (AHP) desenvolvido por Saaty (1997) sobre os mapas das variáveis (Tabela 1) para construir a decisão. Desse modo, a metodologia constituiu em realizar uma comparação mútua entre as variáveis utilizadas no estudo, permitindo assim analisar qual é o grau de importância de cada um com relação aos locais com carência de infraestrutura.

Os parâmetros são escalados qualitativamente em intervalos de intensidade de importância, variando de 1 a 9, sendo que o peso 1 representa importância igual, e o 9 representa a máxima significância de um fator sobre o outro, isto é, importância absoluta. A Tabela 2 mostra a importância relativa entre dois fatores segundo Saaty (1980).

Tabela 2 – Intensidade de importância para Saaty.

Intensidade de importância	Definição	Explicação
1	Importância igual	Dois fatores contribuem igualmente para o objetivo.
3	Importância moderada	A experiência e o julgamento favorecem ligeiramente um do outro.
5	Importância forte	A experiência e julgamento favorecem fortemente fator em relação ao outro.
7	Importância muito forte	A experiência e o julgamento favorecem muito fortemente um em relação ao outro.
9	Importância absoluta	A evidência que favorece um em relação ao outro é da mais alta validade possível.
2, 4, 6 e 8	Valores intermediários	Quando o compromisso é necessário.

Fonte: Adaptado de Saaty (1980).

A matriz e cálculos do método AHP foram realizados em uma planilha eletrônica no *software* Excel. Conforme Saaty (1980), podem ocorrer inconsistências nos julgamentos, desse modo, uma forma de mensurar a inconsistência é avaliar o $\lambda_{máx}$, seguido do cálculo do Índice de Consistência. No entanto, o grau de inconsistência é reduzido conforme ocorre um aumento da matriz. Assim, o valor da Razão de Consistência (RC) serve como um parâmetro para avaliar a inconsistência em função da ordem da matriz de julgamentos.

Após a definição da matriz, da escolha dos critérios para a comparação e do estabelecimento da intensidade de importância para cada variável, foram calculados os autovetores para cada uma das variáveis. Em seguida, foi realizada uma análise de consistência dos pesos adotados, onde foi calculado a Razão de Consistência (RC), e o Índice de Consistência (IC).

Para gerar o Mapa do Índice de Adequação Habitacional da Região Metropolitana de Sorocaba, primeiramente foi realizada a multiplicação do peso de cada variável pelo autovetor da respectiva variável, utilizando a ferramenta *Raster Calculator* (ArcGIS 10.5.1), conforme a Equação 1 a seguir:

$$IAH = \sum_{i=1}^n Var * Pi \quad (1)$$

Sendo,

IAH= Índice de Adequação Habitacional;

Var = mapa dos indicadores utilizados;

Pi = peso da enésima variável.

Em seguida, o Mapa de IAH resultante da operação anterior foi reclassificado qualitativamente para melhor compreensão da distribuição espacial conforme os intervalos apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Classificação do IAH da RMS

Classes de IAH	Intervalos
Muito baixa	0 – 0,2
Baixa	0,2 – 0,4
Média	0,4- 0,6
Alta	0,6- 0,8
Muito Alta	0,8 – 1,0

Fonte: Autores (2020).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 4 é apresentada a matriz com os parâmetros em escala qualitativa em intervalos de 1 a 9, segundo o grau de importância relativa entre dois fatores utilizados para gerar a tabela de pesos para as variáveis analisadas nesse estudo.

Tabela 4 – Pesos AHP para comparação pareada das variáveis.

Variáveis	Abastecimento de Água	Esgotamento Sanitário	Coleta de Resíduos Sólidos	Iluminação	Pavimentação	Calçada no Entorno	Presença de Bueiro
Abastecimento de Água	1	1,00	2,00	3,00	7,00	9,00	9,00
Esgotamento Sanitário	1,00	1	2,00	3,00	7,00	9,00	9,00
Coleta de Resíduos Sólidos	0,50	0,50	1	2,00	5,00	5,00	7,00
Iluminação	0,33	0,33	0,50	1	3,00	5,00	5,00
Pavimentação	0,14	0,14	0,20	0,33	1	3,00	3,00
Calçada no Entorno	0,11	0,11	0,20	0,20	0,33	1	1,00
Presença de Bueiro	0,11	0,11	0,14	0,20	0,33	1,00	1

Fonte: Autores (2020).

Os pesos para cada variável obtidos segundo a AHP são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 – Peso para cada variável utilizada no estudo.

PESOS DAS VARIÁVEIS						
Abastecimento de Água	Esgotamento Sanitário	Coleta de Resíduos	Iluminação	Pavimentação	Calçada	Bueiro
0,30	0,30	0,18	0,12	0,05	0,03	0,03

Fonte: Autores (2020).

Como pode ser visto na Tabela 5, as variáveis abastecimento de água e esgotamento sanitário apresentaram os maiores pesos, representando juntas mais da metade da importância relativa, seguidas da coleta de resíduos sólidos e iluminação. Pode-se dizer que as quatro variáveis apresentaram mais de 90% de importância relativa em relação às condições adequadas de moradia com influência direta na qualidade de vida de seus ocupantes.

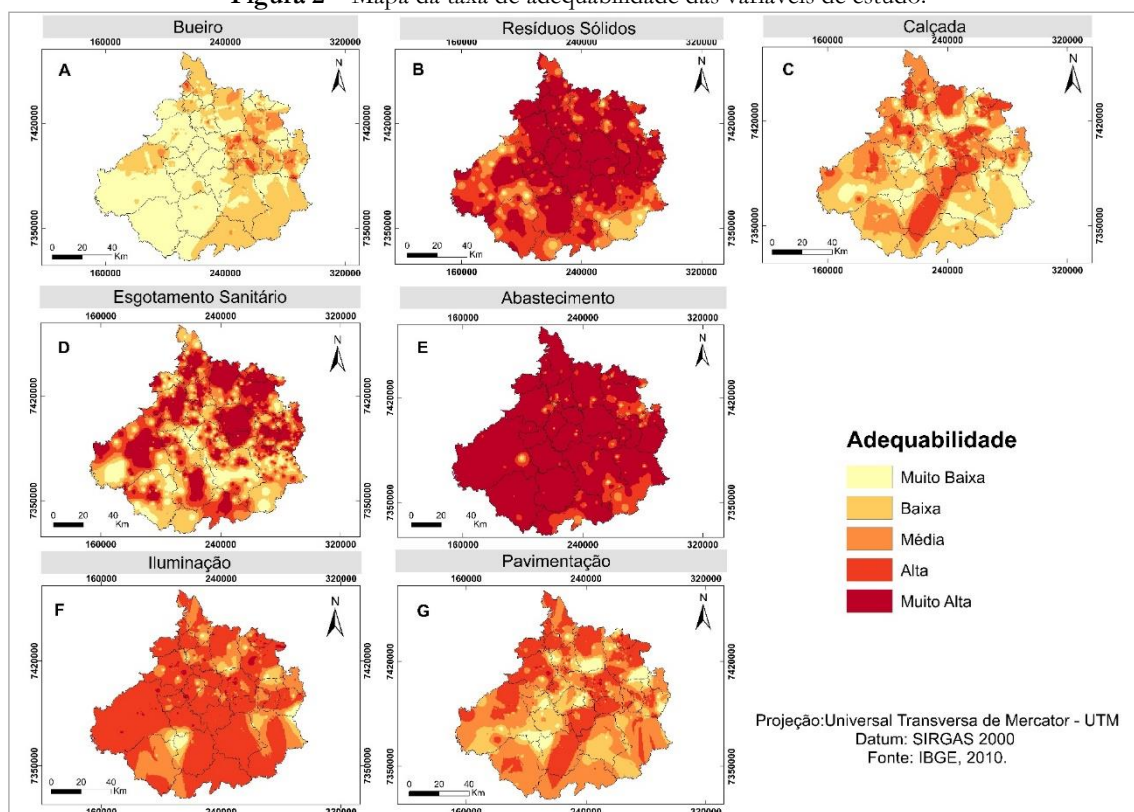
Em oposição, as variáveis pavimentação, calçada e bueiro, foram as que apresentaram os menores pesos, com algo em torno de 10% de importância relativa. Essas variáveis a princípio não apresentaram influência relativa dado os critérios de avaliação anteriormente neste estudo.

Já os valores da razão de consistência e de consistência foram 0,02 e 0,03, respectivamente. Segundo Coyle (2004), valores de CR menor que 0,1, a consistência é

aceitável, sendo os julgamentos completamente consistentes. Neste trabalho, o valor de RC foi 0,02, bem abaixo do valor recomendado, portanto, com consistência aceitável.

Em seguida, na Figura 2a-g apresentam-se os mapas da taxa de adequabilidade para as sete variáveis utilizadas nesse estudo, para a Região Metropolitana de Sorocaba. Desta maneira, a escala de adequabilidade possui valores que variam de 0-1, onde 0 representa uma área com menor taxa de adequabilidade, por outro lado, valor igual a 1 indica uma região com uma maior adequabilidade.

Figura 2 – Mapa da taxa de adequabilidade das variáveis de estudo.



Fonte: IBGE (2010).

No eixo de calçada e pavimentação (C-G), nota-se que a adequabilidade possui classes que variam de muito baixa a alta, e tal condição pode ser reflexo da urbanização realizada sem planejamento, que contribui para a ocupação irregular e precariedade de infraestruturas nessas regiões. Tavares (2020) salienta que o planejamento dessa região foi orientado principalmente pelos fatores econômicos e que o desenvolvimento concentrou recursos em áreas privilegiadas, acentuando as diferenças sociais e vulnerabilidades ambientais.

A variável bueiro (A) é a que possui uma menor adequabilidade para a RMS com relação às demais variáveis, a qual abrange em sua maioria classes de adequabilidade muito

baixa e baixa, apresentando, assim, uma grande ausência desse tipo de infraestrutura na RMS. Sendo a ausência de drenagem urbana um dos principais problemas, por ser potencialmente causadora de impactos para a população que reside nesses locais, já que os episódios de enchentes podem afetar a estrutura da casa ou até mesmo acarretar a perda, deixando os residentes desabrigados e, ainda, a poluição trazida pela água pode acarretar doenças hídricas (TUCCI, 2008).

Em relação à iluminação pública (F), constatou-se que a maioria dos domicílios foram classificados com alta adequabilidade, enquanto algumas áreas ficaram caracterizadas com média e baixa adequação. Esse resultado aponta uma condição social e ambiental favorável, visto que estudos de Cardoso e Renno (2019) reiteram que a iluminação pública está diretamente associada com a sensação de segurança no ambiente.

Para o esgotamento sanitário (D), de um modo geral, verifica-se que a RMS apresenta uma discrepância na distribuição desse tipo de serviço, acarretando a diminuição da adequabilidade nas áreas mais afastadas do centro urbano, indicando uma maior precariedade na prestação desse serviço nas áreas rurais. Essa ideia é condizente com o que é apresentado por Galvão Junior (2009), ao mencionar que a carência em saneamento básico elevado se deve, principalmente, aos serviços de esgotamento sanitário, apresentando carência mais evidente nas áreas rurais e nas áreas periféricas dos centros urbanos, onde se concentra a população com um menor poder aquisitivo.

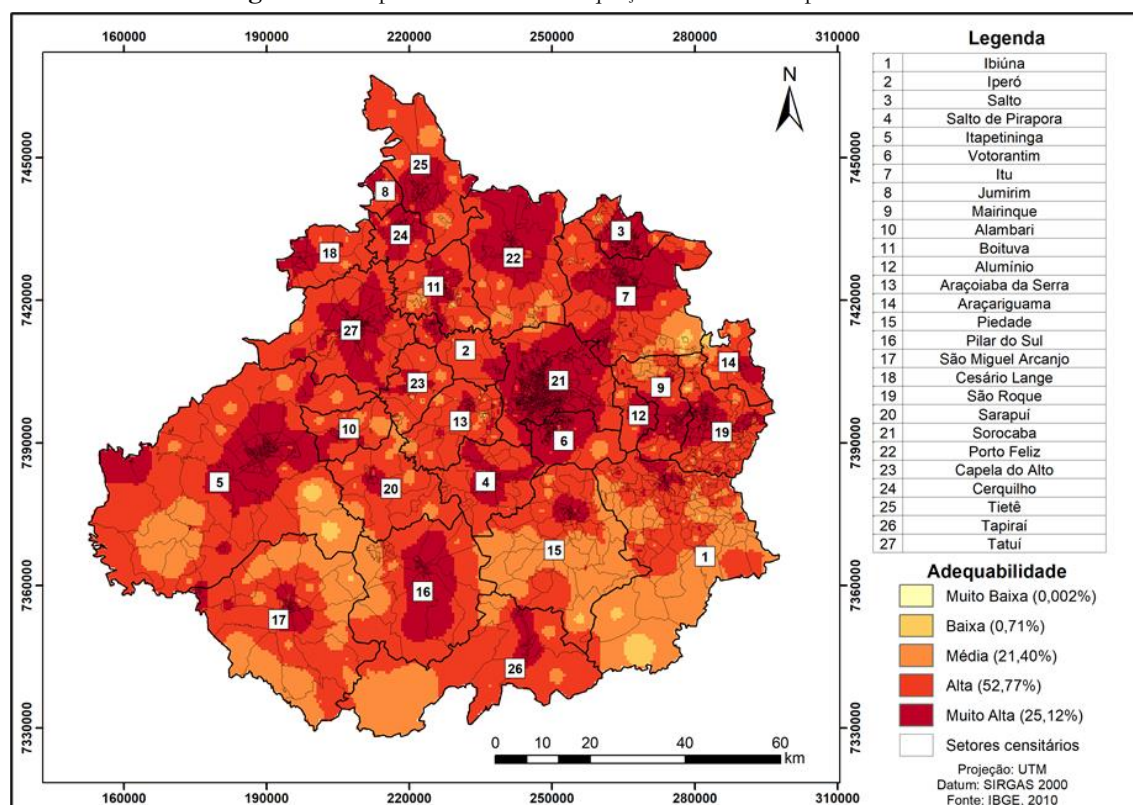
Ainda, a alta taxa de inadequado para essa variável pode ser em virtude de os domicílios nas áreas rurais estarem localizados mais dispersos, dificultando a instalação de rede coletora de esgoto, deste modo, contribuindo com alternativas, como as instalações de fossas rudimentares, muito presentes ainda nas propriedades rurais que não possuem acesso à infraestrutura adequada.

Já a variável de disposição de resíduos sólidos (B), observa-se uma concentração desse tipo de infraestrutura na região central da RMS, onde alguns municípios possuem em grande parte ou em sua totalidade a adequabilidade muito alta, em contrapartida, as demais regiões são caracterizadas por possuírem uma alta e média adequabilidade, uma vez que não possui a coleta de resíduos nessas áreas, resultando em um descarte inadequado. Conforme Yamawaki e Salvi (2013), os resíduos sólidos sem tratamento adequado podem acarretar uma série de problemas sociais e ambientais, como a propagação de doenças, contaminação dos cursos d'água e lençol freático e potencialização para a ocorrência de enchentes, se agravando ainda mais caso haja ausência de outro tipo de infraestrutura, como é o caso de bueiros.

Por fim, no que diz respeito à situação de abastecimento de água (E), nota-se de um modo geral que foi a variável que apresentou a maior taxa de adequação quando comparada com as demais variáveis, apresentando muito alta adequação para a RMS. Esse cenário pode ser justificado por grande parte dos domicílios, que não possuem acesso ao abastecimento por rede geral, utilizarem poços artesianos e nascentes como fonte de abastecimento de água, sendo estes classificados como forma de abastecimento adequado, o que corrobora com o resultado obtido. No entanto, o fato de grande parte das residências rurais serem abastecidas por poços, consequentemente, pode ser um fator contribuinte para a ocorrência de diversas doenças por meio do consumo de água contaminada, caso não possua controle de potabilidade e manutenção inadequada (TUCCI, 2008).

Finalmente, foi gerado o Mapa de Índice de Adequabilidade Habitacional (Figura 3) segundo os pesos anteriormente obtidos, utilizando-se para isso a técnica de álgebra do mapa baseada na Análise Hierárquica de Processos (AHP).

Figura 3 – Mapa do Índice de Adequação Habitacional para a RMS.



Fonte: IBGE (2010).

Como pode ser observado no mapa da Figura 3, as áreas que apresentaram a classe de adequabilidade “muito alta” referem-se àquelas que estão localizadas próximas à região central de cada município, demonstrando, assim, que as áreas urbanas apresentam uma boa

condição de acesso às infraestruturas básicas, caracterizando essas áreas com maior adequação habitacional do município. Em contrapartida, principalmente, as áreas rurais mais distantes do centro urbano apresentam pior condição no que diz respeito à adequabilidade, demonstrando que os investimentos em infraestruturas são precários, interferindo diretamente na qualidade de vida dessa população residente nas áreas com menor adequabilidade. Logo, demonstram uma maior disparidade entre as infraestruturas básicas nas zonas rurais e urbanas.

Ao analisarmos de modo geral os municípios da RMS, Sorocaba, por sua vez, apresentou a classe de adequabilidade muito alta em grande parcela dos setores censitários, condição que se repete em menor extensão em outros municípios, caracterizados por valores médios que se enquadram nas classes de média, alta e muito alta adequabilidade. A alta adequabilidade na maior parte dos setores censitários no município de Sorocaba pode ser evidenciada por ser a região mais desenvolvida economicamente, logo, apresentando melhores condições de acesso à infraestrutura quando comparado a outros municípios, corroborando com uma melhor adequabilidade dessas regiões.

Com relação às porcentagens referentes a cada classe de adequabilidade para a RMS, nota-se que a classe de adequabilidade muito baixa representa apenas 0,002%, possuindo pequena significância com relação às demais classes. Enquanto a classe de adequabilidade baixa equivale a 0,71% e a adequabilidade média corresponde a 21,4% do total da área, constatando de um modo geral baixa ocorrência de áreas com déficit habitacional. Já para as classes alta e muito alta adequabilidade resultaram em 52,77% e 25,12% da área da RMS, respectivamente. Assim, evidenciou-se a elevada condição de infraestrutura urbana e saneamento da RMS.

Com isso, são fundamentais ações governamentais e investimento em infraestrutura básica nas regiões que foram caracterizadas com baixos níveis de adequação habitacional, indicando áreas com maior vulnerabilidade socioambiental. Este estudo fornece um diagnóstico importante no que diz respeito ao desenvolvimento socioeconômico objetivado com a criação da RMS (SÃO PAULO, 2014).

É válido também ressaltar a importância da participação da população residente nesses locais para auxiliar na tomada de decisão com disseminações de informações de condições da infraestrutura, visando à atenuação dos problemas relacionados com as variáveis analisadas. Ainda, é pertinente enfatizar que o planejamento e a gestão efetuados de forma adequada nessas áreas assumem um papel primordial para a diminuição de instalações irregulares de serviços e ocupação, principalmente nos segmentos mais carentes

da população, já que a ausência desses fatores pode estar associada a essa baixa adequabilidade verificada em alguns setores censitários.

Diante disso, mostra-se a importância dessa pesquisa no fornecimento de subsídios e uma visão mais detalhada das condições sociais e ambientais existentes na RMS, facilitando a adoção de medidas e soluções integradas dos problemas relacionados a esses setores, com uma maior abrangência e resultado mais eficiente. Visto que a ausência de saneamento básico pode ocasionar diversos transtornos, principalmente na esfera social.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo demonstrou que o uso de técnicas de geoprocessamento, como o Sistema de Informação Geográfica em conjunto com a Análise Hierárquica do Processo, mostrou-se um instrumento eficaz para a geração do modelo final, possibilitando identificar quais são as áreas que apresentam menor ou maior adequação habitacional. Ainda, o uso da metodologia empregue baseou-se na representação contínua no espaço, propiciando evidenciar quais regiões ou setores censitários do município apresentam maior carência, já que a presença ou ausência de infraestrutura básica, muitas vezes, se diverge nas diferentes regiões do município.

A partir dos resultados foi possível concluir que a maior parte da RMS é caracterizada por um Alto Índice de Adequabilidade Habitacional, representando 52,77% do total da área. Entretanto, nota-se que a distribuição de acesso à infraestrutura básica na maior parte da RMS é desigual, apresentando discrepância entre as áreas rurais e centros urbanos, onde as menores classes de adequação estão concentradas nos setores censitários mais distantes da região central do município, divergindo com a realidade presente nos centros urbanos. Demonstrou-se, assim, que as zonas rurais não possuem o mesmo tratamento que as áreas urbanas, sendo essa realidade presente na maior parte da RMS.

Ainda nesse contexto, o cenário estudado possibilitou verificar as regiões que não foram acompanhadas pelo investimento em infraestrutura básica, nesse sentido, podendo contribuir com novas alternativas para suprir a ausência de infraestrutura, consequentemente, contribuindo com os problemas socioambientais.

Por meio dos dados levantados nessa pesquisa, pode-se concluir que o IAHI se mostra uma importante ferramenta para representar espacialmente a realidade dos domicílios nos setores censitários na Região Metropolitana de Sorocaba, considerando aspectos no âmbito social e ambiental. Assim, o modelo pode fornecer indicadores para gestores públicos no planejamento de ações públicas e gerenciamento dessas áreas, já que é

possível identificar as menores dimensões da área em questão, caracterizada pelos setores censitários, que necessitam de maior atenção, isto é, maior investimento governamental em infraestrutura básica. Isso possibilita a concentração dos recursos nessas áreas, de modo que contribua com o desenvolvimento e uma melhor qualidade de vida da população que reside nessas áreas.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES). Código de financiamento 001.

REFERÊNCIAS

BORGES, K. L. Basic Sanitation in Porto Velho: the worst Brazilian Capital in this Area. **International Journal of Advanced Engineering Research and Science**, v. 6, p. 66-73, abr. 2019. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.22161/ijaers.6.4.7>>. Acesso em: 07 abr. 2021.

BRASIL. Lei n. 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. **Diário Oficial da União**, capítulo 1, Brasília, DF, 2007.

BRASIL. Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Diário Oficial da União**, capítulo 1, Brasília, DF, 2010.

CALDAS, E. L.; CHECCO, G. B.; JAYO, M. Para superar o déficit de saneamento básico no Brasil: papel potencial das tecnologias apropriadas. **Delos Desarrollo Local Sostenible**, v. 12, n. 34, p. 1-15, jun. 2019.

CAMARGO, D. M. [et al.]. Modelagem Geoespacial para identificação de áreas vulneráveis ao contágio por doenças relacionadas a falta de saneamento: o caso da Região Metropolitana de Campinas. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 3, n. 36, p. 561-573, mar. 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.14393/revbrascartogr>>. Acesso em: 07 abr. 2021.

CARDOSO, V. L.; RENNO, S. A. Iluminação e segurança pública: uma investigação sobre a relação entre design e criminalidade urbana pela perspectiva feminina. **Estudos em Design**, v. 27, n. 3, p. 130-146, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.35522/eed.v21i1.104>>. Acesso em: 07 abr. 2021.

COELHO, A. L. S. Problemas socioambientais e deficiência no saneamento básico: Bacia Rio Iguaçu-Sarapuá. **Tecnologia e Cultura**, v. 31, p. 36-44, 2018.

COYLE, G. The Analytic Hierarchy Process (AHP). New York: Pearson Educational, 2004. 11 p.

DIAS, M. S. B.; PEREIRA, A. C. Tecnologias descentralizadas apropriadas para tratamento de esgoto doméstico em áreas rurais: estudo de caso para uma comunidade rural de Simonésia – Minas Gerais. **ForScience**, v. 9, n. 2, 2021. Disponível em: <<http://doi.org/10.29069/forscience.2021v9n2.e995>>. Acesso em: 07 abr. 2021.

EMPLASA. **Região Metropolitana de Sorocaba**. São Paulo: EMLASA, 2020. Disponível em: <<https://emplasa.sp.gov.br/RMS>>. Acesso em: 15 de nov. 2020.

FERREIRA, P. S. F. [et al.]. Avaliação preliminar dos efeitos da ineficiência dos serviços de saneamento na saúde pública brasileira. **Revista Internacional de Ciências**, v. 6, n. 3, p. 214-229, 2016. Disponível em <<https://doi.org/10.12957/ric.2016.24809>>. Acesso em: 07 abr. 2021.

GALVÃO, J. A. C. Marcos regulatórios estaduais em saneamento básico no Brasil. **Revista de Administração Pública**, v. 43, n. 1, p. 207-227, 2009.

GARCIA, M. S. D.; FERREIRA, M. P. Saneamento básico: meio ambiente e dignidade humana. **Dignidade Re-Vista**, v. 2, p. 3, p. 1-12. 2017.

GENEVOIS, M. L. B. S. P.; COSTA, O. V. Carência habitacional e déficit de moradias: questões metodológicas. **São Paulo em Perspectiva**, v. 15, n. 1, p. 73-84. 2001. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0102-88392001000100009>>. Acesso em: 07 abr. 2021.

GEOFF, C. **The Analytic Hierarchy Process (AHP), Practical Strategy**. 2004. Disponível em: <www.training.fws.gov>. Acesso em: 5 de nov. 2020.

GIOIA, T. B.; BARROS, M. V. F. Geoprocessamento aplicado ao estudo do ICH - Índice de Carência Habitacional para o município de São José dos Campos a partir dos censos demográficos de 2000 e 2010. **Geosul**, v. 29, n. 57, p. 131-156, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.5007/2177-5230.2014v29n57p131>>. Acesso em: 07 abr. 2021.

IBGE. **Censo Demográfico**. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 24 out. 2020.

IBGE. **Estimativa da população**. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 20 out. 2020.

LAMOND, J.; BHATTACHARYA, N.; BLOCH, R. The role of solid waste management as a response to urban flood risk in developing countries, a case study analysis. **WIT Transactions on Ecology and the Environment**, v. 159, p. 193–205, 2012.

LEONETI, A. B.; PRADO, E. L.; OLIVEIRA, S. V. W. B. Saneamento básico no Brasil: considerações sobre investimentos e sustentabilidade para o século XXI. **Revista de Administração Pública**, v. 45, n. 2, p. 331-348, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0034-76122011000200003>>. Acesso em: 07 abr. 2021.

LONGLEY, P. A. [et al.]. **Geographic Information systems and sciences**. 2. ed. England: John Wiley & Sons Ltd., 2005.

MASSAI, K. H. C.; CHIAVEGATTO FILHO, A. D. P. Saneamento básico e saúde autoavaliada nas capitais brasileiras: uma análise multinível. **Revista Brasileira de**

Epidemiologia, v. 23, p. 1-13, 2020. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/1980-549720200050>>. Acesso em: 07 abr. 2021.

MELLO, R. R. P. B. [et al.]. Desafios no Acesso à Água e Saneamento Básico no Brasil e o Controle da Covid-19. **Revista Augustus**, v. 25, n. 51, p. 281-293, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.15202/1981896.2020v25n51p281>>. Acesso em: 07 abr. 2021.

MOTA, J. J. P.; SOUSA, C. S. S.; SILVA, A. C. Saneamento básico e seu reflexo nas condições socioambientais da zona rural do Baixo Munim (Maranhão). **Caminhos de Geografia**, v. 16, n. 54, p. 140-160, 2015.

OLIVEIRA, G.; SCAZUFCA, P.; MARGULIES, B. M. **Ranking do saneamento**: Instituto Trata Brasil. 2019. Disponível em: <www.tratabrasil.org.br/estudos/estudos-itb/itb/ranking-do-saneamento-2020>. Acesso em: 05 ago. 2020.

PEREIRA, S. S.; CURI, R. C.; CURI, W. F. Uso de indicadores na gestão dos resíduos sólidos urbanos: uma proposta metodológica de construção e análise para municípios e regiões. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 23, n. 3, p. 471-483, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/s1413-41522018162872>>. Acesso em: 07 abr. 2021.

POLIDORO, M.; TAKEDA, M. M. G.; BARROS, O. N. F. Mapeamento do Índice de Carência Habitacional na Região Metropolitana de Londrina – PR. **Geografia**, v. 18, n. 2, p. 75-87, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5433/2447-1747.2009v18n2p75>>. Acesso em: 07 abr. 2021.

RAMOS, F. R. **Análise espacial de estruturas intraurbanas**: o caso de São Paulo 2002. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2002.

RODIĆ, L.; WILSON, D. C. Resolving governance issues to achieve priority sustainable development goals related to solid waste management in developing countries. **Sustainability**, v. 9, n. 3, p. 1-18, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3390/su9030404>>. Acesso em: 07 abr. 2021.

SAATY, T. L. Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures. **Journal of Mathematical Psychology**, v. 15, p. 234-281, 1997. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/0022-2496\(77\)90033-5](https://doi.org/10.1016/0022-2496(77)90033-5)>. Acesso em: 07 abr. 2021.

SAATY, T. Decision making with the analytic hierarchy process. **International Journal of Services Sciences**, v. 1, n. 1, p. 83-98, 1980.

SAIANI, C. C. S.; TONETO, R. J. Evolução do acesso a serviços de saneamento básico no Brasil (1970 a 2004). **Economia e Sociedade**, v. 19, n. 1, p. 79-106, 2010.

SAMPAIO, S. A.; GOMES, R. L. O saneamento básico de Ipiáú e sua influência na qualidade das águas do Rio de Contas. **Caminhos de Geografia**, v. 21, n. 74, p. 68-86, 2020. Disponível em: <<http://doi.org/10.14393/RCG217448747>>. Acesso em: 07 abr. 2021.

SANTOS, C. R. A. Iluminação pública e sustentabilidade energética. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores) – Universidade do Porto, Porto, 2011.

SANTOS, F. F. S. [et al.]. O desenvolvimento do saneamento básico no Brasil e as consequências para a saúde pública. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 4, n. 1, p. 241-251, 2018.

SÃO PAULO. **Lei nº 1.241, de 08 de maio de 2014**. Cria a Região Metropolitana de Sorocaba e dá providências correlatas. São Paulo: Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo.

SEADE. **Produto Interno Bruto**. 2018. Disponível em: <www.seade.gov.br/produtos/pib-anual/>. Acesso em: 24 dez. 2020.

SILVA, D. C. C.; ALBUQUERQUE FILHO, J. L.; OLIVEIRA, R. A.; LOURENÇO, R. W. Metodologia para análise socioambiental de domicílios presentes em bacias hidrográficas. **HOLOS**, v. 35, p. e556, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.15628/holos.2019.5566>>. Acesso em: 07 abr. 2021.

SILVA, D. C. C.; SIMONETTI, V. C.; OLIVEIRA, R. A.; SALES, J. C. A.; LOURENÇO, R. W. Proposta de autocorrelação espacial da relação entre as condições socioeconômicas na Região Metropolitana de Sorocaba, SP, Brasil. **Ciência e Natura**, v. 43, p. e42, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.5902/2179460X39332>>. Acesso em: 07 abr. 2021.

SILVA, G. V. Avaliação da Qualidade Ambiental Urbana (AQU) aplicada antes e depois do processo de regularização fundiária: estudo de caso Vila Terra Santa – Curitiba/PR. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 42, p. 345-369, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5380/dma.v42i0.46805>>. Acesso em: 07 abr. 2021.

SOUZA, N. C.; FRANÇA, C. R. Uso de geoprocessamento para identificação das condições de saneamento básico do município de Santa Maria da Vitória (BA) através da utilização do Índice de Carência Habitacional (ICH). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16., 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: INPE, 2013. p. 4936-4943.

TAVARES, J. Formação da Macrometrópole no Brasil: processo de urbanização e a constituição de uma região ganhadora. **Ambiente e Sociedade**, v. 23, p. 1-20, 2020.

TRATA BRASIL. **Ranking do Saneamento**. 2019. Disponível em: <www.tratabrasil.org.br>. Acesso em: 11 nov. 2020.

TUCCI, C. E. M. Gerenciamento integrado das inundações urbanas no Brasil. **REGA – Revista de Gestão de Água da América Latina**, v. 1, n. 1, 2004.

WHO. **Water sanitation hygiene: diseases and risks**. Disponível em: <http://www.who.int/water_sanitation_health/diseases-risks/en>. Acesso em: 27 out. 2020.

WHO. **Global Health Risks-Mortality and Burden of Disease Attributable to Selected Major Risks**. World Health Organization. Disponível em: <http://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/GlobalHealthRisks_report_full.pdf>. Acesso em: 28 dez. 2020.

WILSON. D. C.; VELIS, C.; RODIC-WIERSMA, L. Integrated sustainable waste management in developing countries. **Waste Resource Management**, v. 166, p. 52–68,

2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1680/warm.12.00005>>. Acesso em: 11 nov. 2020.

YAMAWAKI, Y.; SALVI, L. T. **Introdução à gestão do meio urbano**. Curitiba: Inter Saberes, 2013.

Como citar:

ABNT

ARANTES, L. T.; SILVA, C. V.; SILVA, D. C. da C. e; LOURENÇO, R. W. Carência de infraestrutura básica habitacional: uma análise espacial na Região Metropolitana de Sorocaba (RMS). **InterEspaço: Revista de Geografia e Interdisciplinaridade**, v. 8, e202213, 2022. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.18764/2446-6549.e202213>>. Acesso em: 04 nov. 2022.

APA

Arantes, L. T., Silva, C. V., Silva, D. C. da C. e; & Lourenço, R. W. Carência de infraestrutura básica habitacional: uma análise espacial na Região Metropolitana de Sorocaba (RMS). *InterEspaço: Revista de Geografia e Interdisciplinaridade*, v. 8, e202213, 2022. Recuperado em 04 novembro, 2022, de <http://dx.doi.org/10.18764/2446-6549.e202213>



This is an open access article under the CC BY Creative Commons 4.0 license.

Copyright © 2022, Universidade Federal do Maranhão.

