

RESSALVA

Atendendo solicitação do autor,
o texto completo desta tese será
disponibilizado somente a partir
de 19/10/2024.

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS E MEIO AMBIENTE

**PROPOSTA DE METODOLOGIA DE BAIXO CUSTO PARA SELEÇÃO
DE ÁREAS PARA LOCALIZAÇÃO DE ATERRO SANITÁRIO COM
USO DE SIG E ANÁLISE MULTICRITÉRIO: ESTUDO DE CASO NA
REGIÃO DE ARARAS – SP**

Jandir Pereira Blasius

Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Campus de Rio Claro

Rio Claro - SP
2023

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

“Júlio de Mesquita Filho”
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Câmpus de Rio Claro

JANDIR PEREIRA BLASIUS

**PROPOSTA DE METODOLOGIA DE BAIXO CUSTO
PARA SELEÇÃO DE ÁREAS PARA LOCALIZAÇÃO
DE ATERRO SANITÁRIO COM USO DE SIG E
ANÁLISE MULTICRITÉRIO: ESTUDO DE CASO NA
REGIÃO DE ARARAS – SP**

Tese de Doutorado apresentada ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Geociências e Meio Ambiente.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Loureiro Garcia

Rio Claro - SP
2023

B644p

Blasius, Jandir Pereira

Proposta de metodologia de baixo custo para seleção de áreas para localização de aterro sanitário com uso de SIG e análise multicritério: Estudo de caso na região de Araras – SP / Jandir Pereira Blasius. -- Rio Claro, 2023
201 p. : il., tabs., mapas

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro

Orientador: Marcelo Loureiro Garcia

1. Aterro Sanitário. 2. Gestão de resíduos. 3. Tomada de decisões. 4. Sistema de Informações Geográficas. 5. Análise multicritério. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

IMPACTO POTENCIAL DESTA PESQUISA

De acordo com a Portaria UNESP 117-2022 e Instrução AT-PROPG nº 02 (22/12/2022), é recomendado que a tese descreva o impacto esperado relacionado aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030. Sendo assim, entre os 17 ODS assumidos pelo Brasil este trabalho contempla os seguintes:

- **ODS 3 - Saúde e bem-estar:** A escolha adequada da área para instalação do aterro sanitário deve evitar a contaminação do ambiente, prevenir a propagação de doenças relacionadas à exposição a rejeitos e agentes patogênicos e contribuir para a promoção da saúde e do bem-estar das comunidades locais.
- **ODS 6 - Água potável e saneamento:** A seleção adequada da área do aterro sanitário deve evitar a contaminação dos recursos hídricos, e dessa forma, contribuir para a disponibilidade de água potável.
- **ODS 7 – Energia limpa e acessível:** A implantação de aterro sanitário consorciado pode promover o aproveitamento energético de biogás.
- **ODS 11 - Cidades e comunidades sustentáveis:** O desenvolvimento desta tese visa promover o planejamento urbano sustentável e evitar a instalação de aterro sanitário em áreas densamente povoadas ou ecologicamente sensíveis.
- **ODS 12 - Consumo e produção responsáveis:** A formação de consórcios para o gerenciamento de resíduos pode abordar aspectos relacionados à redução, reutilização e reciclagem, e assim, minimizar a quantidade de resíduos gerados e contribuir para a sustentabilidade ambiental.
- **ODS 13 - Ação contra a mudança global do clima:** A implantação adequada de aterros sanitários pode reduzir a emissão de gases de efeito estufa decorrente da decomposição de resíduos orgânicos dispostos inadequadamente.
- **ODS 15 - Vida terrestre:** No processo de localização do aterro foi considerada a importância de preservar a biodiversidade local, a fim de proteger a vida terrestre, seus habitats e evitar impactos adversos em ecossistemas sensíveis.
- **ODS 17 - Parcerias e meios de implementação:** A tese enfatizou a importância da colaboração entre diferentes atores sociais. Por meio de parcerias efetivas, é possível implementar soluções sustentáveis e alcançar os objetivos propostos.

Em suma, o presente estudo contribui para uma abordagem mais sustentável e responsável no gerenciamento de resíduos e deve resultar em benefícios ambientais, sociais e econômicos em longo prazo.

POTENTIAL IMPACT OF THIS RESEARCH

According to Ordinance UNESP 117-2022 and Instruction AT-PROPG nº 02 (12/22/2022), it is recommended that the thesis describe the expected impact related to the Sustainable Development Goals (SDG) of the 2030 Agenda. Among the 17 SDG assumed by Brazil, this work includes the following:

- **SDG 3 - Health and well-being:** The appropriate choice of the area for installing the landfill must avoid environmental contamination, prevent the spread of diseases related to exposure to waste and pathogenic agents and contribute to promoting the health and well-being of local communities.
- **SDG 6 - Drinking water and sanitation:** Proper selection of the landfill area can prevent contamination of water resources, and thus contribute to the availability of drinking water.
- **SDG 7 – Clean and affordable energy:** The implementation of a consortium sanitary landfill can promote the energy use of biogas.
- **SDG 11 - Sustainable cities and communities:** The development of this thesis aimed to promote sustainable urban planning and avoid the installation of landfills in densely populated or ecologically sensitive areas.
- **SDG 12 - Responsible consumption and production:** The formation of consortia for waste management can address aspects related to reduction, reuse and recycling, and thus minimize the amount of waste generated and contribute to environmental sustainability.
- **SDG 13 - Action against global climate change:** The adequate implementation of landfills can reduce the emission of greenhouse gases resulting from the decomposition of improperly disposed organic waste.
- **SDG 15 - Life on land:** In the process of locating the landfill, the importance of preserving local biodiversity was considered, in order to protect life on land, its habitats and avoid adverse impacts on sensitive ecosystems.
- **SDG 17 - Partnerships and means of implementation:** The thesis emphasized the importance of collaboration between different social actors. Through effective partnerships, it is possible to implement sustainable solutions and achieve the proposed objectives.

In summary, the present study contributes to a more sustainable and responsible approach to waste management and should result in long-term environmental, social and economic benefits.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“Júlio de Mesquita Filho”
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Câmpus de Rio Claro

JANDIR PEREIRA BLASIUS

PROPOSTA DE METODOLOGIA DE BAIXO CUSTO PARA
SELEÇÃO DE ÁREAS PARA LOCALIZAÇÃO DE ATERRO
SANITÁRIO COM USO DE SIG E ANÁLISE MULTICRITÉRIO:
ESTUDO DE CASO NA REGIÃO DE ARARAS – SP

Tese de Doutorado apresentada ao
Instituto de Geociências e Ciências
Exatas do Câmpus de Rio Claro, da
Universidade Estadual Paulista “Júlio
de Mesquita Filho”, como parte dos
requisitos para obtenção do título de
Doutor em Geociências e Meio
Ambiente.

Comissão Examinadora

Prof. Dr. MARCELO LOUREIRO GARCIA
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”/Rio Claro (SP)

Profa. Dra. MARLY APARECIDA DA SILVA
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais/Araxá (MG)

Prof. Dr. LUCAS TADEU FUESS
Universidade de São Paulo/São Carlos (SP)

Prof. Dr. PEDRO DANIEL DA CUNHA KEMERICH
Universidade Federal de Santa Maria/Santa Maria (RS)

Prof. Dr. RONAN CLEBER CONTRERA
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo/São Paulo (SP)

Conceito: Aprovado.

Rio Claro (SP), 19 de outubro de 2023.

DEDICATÓRIA

Esta tese é dedicada aos meus pais (José e Salete), que não tiveram a oportunidade de estudar e mesmo que eles não tenham fornecido apoio financeiro para a minha formação acadêmica, eles me proporcionaram o essencial para que eu pudesse trilhar esse caminho por conta própria.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar meus sinceros agradecimentos à instituição e aos indivíduos que diretamente e indiretamente contribuíram para o desenvolvimento desta tese.

Aos meus pais (José e Salete), irmãs (Luzia e Jadna) e sobrinhos (Otávio e Laura), pelo amor incondicional.

Aos verdadeiros amigos, que torceram pelo desenvolvimento e conclusão desta tese.

Ao Me. Geólogo Rodolfo Busolin Alves dos Santos, que muito contribuiu para as discussões geológicas.

Ao orientador, Prof. Dr. Marcelo Loureiro Garcia, pela inspiração, orientação, incentivo, parceria e paciência ao longo deste tempo.

Aos membros da banca de avaliação, por dedicarem seu tempo e *expertise* na análise deste trabalho, contribuindo com valiosas sugestões e críticas construtivas.

À Universidade Estadual Paulista, pela oportunidade de cursar o Doutorado e por disponibilizar recursos para a realização da pesquisa.



"A educação é a arma mais poderosa que você pode usar para mudar o mundo."

Nelson Mandela

RESUMO

Os municípios da região de Araras - SP apresentam dificuldades para a destinação adequada de rejeitos, pois não possuem recursos para implantação de soluções individuais e os aterros sanitários existentes na região apresentam tempo de vida útil relativamente curto. Neste viés, esta tese teve o objetivo de propor uma metodologia de baixo custo para seleção de áreas para localização de Aterro Sanitário Intermunicipal (ASI). Para tal, foi definido um arranjo de municípios aptos para implantação de solução compartilhada com o município de Araras. As projeções populacionais e de geração de resíduos serviram de base para dimensionamento da área mínima necessária para implantação do empreendimento. Para projeção do volume de resíduos foram elaborados cenários considerando a redução gradativa do aterramento de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) em termos percentuais: 0%/20%/50%/70%. Para definição das melhores alternativas foram integradas ferramentas de Sistema de Informações Geográficas (SIG) e análise multicritério para avaliação em três níveis: ponderação de aspectos restritivos para determinação das áreas aptas; categorização das áreas aptas pela ponderação de aspectos ambientais, econômicos e sociais (com a elaboração de quatro cenários: 1: 100% ambiental; 2: 100% econômico; 3: 100% social; e 4: 33,3% ambiental + 33,3% econômico + 33,3 social); e avaliação de fatores adicionais, para refinamento das alternativas pré-selecionadas. De acordo com o conjunto de critérios pré-definidos, 10 municípios foram categorizados com alta prioridade para participação de consórcio com o município de Araras, são eles: Analândia, Charqueada, Cordeirópolis, Corumbataí, Ipeúna, Mogi Mirim, Pirassununga, Porto Ferreira, Santa Cruz da Conceição e Santa Gertrudes. A estimativa populacional do arranjo é de 465 mil habitantes, que gerarão cerca de 4,8 milhões de toneladas de RSU durante o horizonte de projeto de 30 anos. Sendo assim, a área mínima requerida para as instalações de saneamento será de 40 hectares. No primeiro nível de avaliação, 66,5% da área municipal foi classificada como inapta para localização de um aterro sanitário. No segundo nível, com base no Cenário 4, que apresentou uma análise mais abrangente dos três aspectos avaliados, 2,09% das áreas municipais foram categorizadas com nível de aptidão “Bom”, 10,24% como “Muito bom” e 21,17% como “Ótimo”. De acordo com este cenário, foram pré-selecionadas 10 áreas municipais com potencial para localização de um ASI. No terceiro nível, a consideração de critérios suplementares identificou três regiões municipais (áreas 2, 5 e 6) como as mais propícias para a instalação do empreendimento. Após uma análise minuciosa, a área 5 foi determinada como a opção mais promissora para esta finalidade, pois apresenta a maior área útil e possui melhores condições de acesso. Desta forma, a presente tese fornece subsídios aos gestores públicos para a formação de arranjo para gerenciamento consorciado de RSU, para dimensionamento de projeto e para seleção de áreas favoráveis para localização de um aterro sanitário. Esta abordagem contribui para garantir uma destinação adequada e sustentável dos rejeitos, com vista a assegurar o bem-estar das comunidades locais e a proteção ambiental.

Palavras-chave: Aterro Sanitário. Gestão de resíduos. Tomada de decisão. Sistema de Informações Geográficas. Análise multicritério.

ABSTRACT

The municipalities in the region of Araras - SP present difficulties in the adequate disposal of waste, as they do not have resources to implement individual solutions and the existing landfills in the region have a relatively short useful life. In this sense, this thesis aimed to propose a low-cost methodology for selecting areas for locating an Intermunicipal Sanitary Landfill (ISL). To this end, an arrangement of municipalities suitable for implementing a shared solution with the municipality of Araras was defined. Population and waste generation projections served as a basis for sizing the minimum area required to implement the project. To project the volume of waste, scenarios were developed considering the gradual reduction in landfilling of Municipal Solid Waste (MSW) in percentage terms: 0%/20%/50%/70%. To define the best alternatives, Geographic Information System (GIS) tools and multi-criteria analysis were integrated for evaluation at three levels: weighting of restrictive aspects to determine suitable areas; categorization of suitable areas by weighing environmental, economic and social aspects (with the elaboration of four scenarios: 1: 100% environmental; 2: 100% economic; 3: 100% social; and 4: 33.3% environmental + 33, 3% economic + 33.3 social); and evaluation of additional factors, to refine the pre-selected alternatives. According to the set of pre-defined criteria, 10 municipalities were categorized with high priority for participation in a consortium with the municipality of Araras, they are: Analândia, Charqueada, Cordeirópolis, Corumbataí, Ipeúna, Mogi Mirim, Pirassununga, Porto Ferreira, Santa Cruz da Conceição and Santa Gertrudes. The population estimate of the arrangement is 465 thousand inhabitants, who will generate approximately 4.8 million tons of MSW during the 30-year project horizon. Therefore, the minimum area required for sanitation facilities will be 40 hectares. In the first level of assessment, 66.5% of the municipal area was classified as unsuitable for locating a sanitary landfill. At the second level, based on Scenario 4, which presented a more comprehensive analysis of the three aspects evaluated, 2.09% of municipal areas were categorized with a "Good" aptitude level, 10.24% as "Very good" and 21, 17% as "Excellent". According to this scenario, 10 municipal areas with potential for locating an ASI were pre-selected. At the third level, the consideration of additional criteria identified three municipal regions (areas 2, 5 and 6) as the most suitable for installing the project. After a thorough analysis, Area 5 was determined to be the most promising option for this purpose, as it has the largest usable area and has better access conditions. In this way, this thesis provides subsidies to public managers for the formation of an arrangement for consortium management of MSW, for project sizing and for selecting favorable areas for locating a sanitary landfill. This approach contributes to ensuring an adequate and sustainable disposal of waste, with a view to ensuring the well-being of local communities and environmental protection.

Keywords: Sanitary Landfill. Waste Management. Decision-making. Geographic Information System. Multi-criteria analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Hierarquia da técnica AHP.	51
Figura 2 - Diagrama da estrutura de desenvolvimento desta tese.	56
Figura 3 - Mapa de localização do município de Araras - SP.	61
Figura 4 – Gráfico de temperaturas de Araras - SP no período de 1991 a 2021.	62
Figura 5 - Gráfico de médias mensais de precipitação e umidade de Araras - SP no período de 1991 a 2021.	63
Figura 6 – Mapa geológico de Araras - SP.....	65
Figura 7 - Mapa das unidades aquíferas de Araras - SP.....	68
Figura 8 - Histograma de frequência da profundidade dos poços de captação de água subterrânea do município de Araras - SP.....	70
Figura 9 - Classes de uso das águas subterrâneas no município de Araras - SP.	70
Figura 10 - Situação dos poços de captação de água subterrânea no município de Araras - SP.	71
Figura 11 - Mapeamento do nível estático das águas subterrâneas do município de Araras - SP.	72
Figura 12 - Mapa geomorfológico de Araras - SP.....	74
Figura 13 - Mapa de declividade de Araras - SP.....	77
Figura 14 - Mapa da hidrografia de Araras – SP.....	79
Figura 15 - Mapa pedológico de Araras - SP.	81
Figura 16 - Mapa dos biomas e fragmentos florestais de Araras - SP	83
Figura 17 - Mapa de uso e ocupação do solo de Araras – SP.....	86
Figura 18 - Mapa de macrozoneamento de Araras - SP.....	88
Figura 19 - Mapa da infraestrutura municipal de Araras - SP.....	90
Figura 20 - Mapa de áreas contaminadas de Araras - SP.....	93
Figura 21 – Classificação de prioridade dos municípios da região de Araras - SP para participação de consórcio.	120

Figura 22 - Regiões Administrativas do Estado de São Paulo em que estão inseridos os municípios integrantes do arranjo.....	122
Figura 23 - Localização dos municípios do arranjo nas UGRHI de Mogi-Guaçu e Pirassununga/Capivari/Jundiaí.	124
Figura 24 - Representatividade demográfica dos municípios do arranjo no ano de 2022.....	127
Figura 25 - Projeção populacional dos municípios de Analândia, Araras, Charqueada e Cordeirópolis.	140
Figura 26 - Projeção populacional dos municípios de Corumbataí, Ipeúna, Mogi-Mirim e Pirassununga.	141
Figura 27 - Projeção populacional dos municípios de Porto Ferreira, Santa Cruz da Conceição e Santa Gertrudes.	142
Figura 28 – Projeção populacional dos municípios do arranjo.	145
Figura 29 - Correlação entre o tempo e índice de geração per capita de RSU dos municípios de Analândia, Araras, Charqueada e Cordeirópolis.	146
Figura 30 - Correlação entre o tempo e índice de geração per capita de RSU dos municípios de Corumbataí, Ipeúna, Mogi-Mirim e Pirassununga.	147
Figura 31 - Correlação entre o tempo e índice de geração per capita de RSU dos municípios de Porto Ferreira, Santa Cruz da Conceição e Santa Gertrudes.	148
Figura 32 - Projeção da massa de RSU gerada pelo arranjo durante o horizonte de projeto conforme os cenários pré-definidos.....	150
Figura 33 - Mapeamento das áreas inaptas à localização de aterro sanitário de acordo com a análise de critérios restritivos.	152
Figura 34 - Mapa de classificação de aptidão das áreas municipais para localização de aterro sanitário.	154
Figura 35 - Categorização dos aspectos ambientais do município de Araras segundo atribuição de notas pela lógica de Fuzzy.	156
Figura 36 - Categorização dos aspectos econômicos do município de Araras segundo atribuição de notas pela lógica de Fuzzy.	159
Figura 37 - Categorização dos aspectos sociais do município de Araras segundo atribuição de notas pela lógica de Fuzzy.....	161
Figura 38 - Cenário 1: Avaliação dos aspectos ambientais para localização de aterro sanitário em Araras-SP.....	169

Figura 39 - Cenário 2: Avaliação dos aspectos econômicos para localização de aterro sanitário em Araras –SP.	170
Figura 40 - Cenário 3: Avaliação dos aspectos sociais para localização de aterro sanitário em Araras-SP.....	171
Figura 41 - Cenário 4 - Avaliação integrada dos aspectos ambientais, econômicos e sociais para localização de aterro sanitário em Araras-SP.	172
Figura 42 - Áreas pré-selecionadas para localização de aterro sanitário em Araras-SP.	177
Figura 43 – Detalhamento de área pré-selecionada para localização de aterro sanitário em Araras-SP: Área 2.....	180
Figura 44 - Detalhamento de área pré-selecionada para localização de aterro sanitário em Araras-SP: Área 5.....	181
Figura 45 - Detalhamento de área pré-selecionada para localização de aterro sanitário em Araras-SP: Área 6.....	182

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Classificação dos resíduos sólidos e suas características.	32
Quadro 2 - Critérios técnicos estabelecidos pela ABNT NBR 13.896/1997 para localização de aterro sanitário de resíduos não perigosos.	43
Quadro 3 - Critérios ambientais, econômicos e sociais considerados para localização de aterros sanitários conforme diferentes autores.	45
Quadro 4 - Escala fundamental de Saaty utilizada para comparação entre dois critérios.	51
Quadro 5 - Índices Randômicos.	54
Quadro 6 - Fontes de dados utilizadas para produção de mapas base e mapas temáticos.	58
Quadro 7 - Lista de bens tombados como patrimônio histórico-cultural de Araras - SP.	91
Quadro 8 - Caracterização e classificação das fontes municipais de contaminação.	94
Quadro 9 - Dados populacionais utilizados para projeção demográfica de cada município do arranjo.	98
Quadro 10 - Fórmulas matemáticas dos métodos empregados para projeção demográfica do arranjo de municípios.	99
Quadro 11 - Atribuição de notas de acordo com o nível de aptidão, pela aplicação da lógica de Fuzzy.	106
Quadro 12 - Características gerais das UGRHI PCJ e Mogi-Guaçu.	123
Quadro 13 - Índices socioeconômicos dos municípios integrantes do arranjo.	128
Quadro 14 - Indicadores de qualidade ambiental dos municípios integrantes do arranjo no ano de 2020.	133
Quadro 15 – Determinação dos modelos considerados mais adequados para projeção populacional de cada município do arranjo.	143

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Ponderação de critérios para formação de arranjo intermunicipal para gerenciamento de RSU.....	96
Tabela 2 - Ponderação de critérios restritivos para pré-seleção das áreas municipais quanto ao potencial de implantação do aterro sanitário.	105
Tabela 3 - Ponderação de atributos ambientais para localização de aterro sanitário intermunicipal.....	108
Tabela 4 - Ponderação de atributos econômicos para localização de aterro sanitário intermunicipal.....	111
Tabela 5 - Ponderação de atributos sociais para localização de aterro sanitário intermunicipal.	113
Tabela 6 – Avaliação de fatores adicionais para refinamento das áreas pré-selecionadas para localização de aterro sanitário intermunicipal.	115
Tabela 7 – Análise de prioridade dos municípios da região de Araras para participação de consórcio intermunicipal	119
Tabela 8 - Caracterização demográfica dos municípios integrantes do arranjo.....	126
Tabela 9 – Percentual de áreas municipais destacadas como inaptas, segundo a definição dos critérios restritivos, à instalação de aterro sanitário em Araras - SP.	153
Tabela 10 - Classificação percentual de áreas municipais quanto ao nível de aptidão dos aspectos ambientais.	157
Tabela 11 - Classificação percentual de áreas municipais quanto ao nível de aptidão dos aspectos econômicos.....	159
Tabela 12 - Classificação percentual de áreas municipais quanto ao nível de aptidão dos aspectos sociais.....	162
Tabela 13 - Matriz de comparação pareada de julgamento dos critérios ambientais.	164
Tabela 14 - Matriz de comparação pareada de julgamento dos critérios econômicos.	166
Tabela 15 - Matriz de comparação pareada de julgamento dos critérios sociais.	167
Tabela 16 - Classificação de aptidão das áreas municipais de acordo com os cenários elaborados.....	173

Tabela 17 - Classificação das áreas pré-selecionadas para localização de aterro sanitário de acordo com a avaliação de critérios adicionais.	178
---	-----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
ACI	Área Contaminada sob Investigação
ACRE	Área Contaminada em processo de Remediação
ACRI	Área Contaminada com Risco Confirmado
AEU	Área de Expansão Urbana
AHP	Processo de Análise Hierárquica (da sigla do inglês, <i>Analytical Hierarchy Process</i>)
AIA	Auto de Infração Ambiental
AME	Área Monitorada para Encerramento
APM	Área de Proteção de Mananciais
APP	Área de Preservação Permanente
APS	Área de Parcelamento do Solo
ASA	Área de Segurança Aeroportuária
ASI	Aterro Sanitário Intermunicipal
ATR	Área de Transbordo de Resíduos
AVN	Autovetor Normalizado
AVT	Autovetor Total
BANANA	“Construa absolutamente nada em qualquer lugar perto de qualquer coisa/qualquer pessoa” (do inglês, <i>Build Absolutely Nothing Anywhere Near Anything/Anyone</i>)
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CGPC	Coeficiente de Geração Per Capita
CIGR	Consórcio Intermunicipal para o Gerenciamento de Resíduos

CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
DAEE	Departamento de Águas e Energia Elétrica
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
ETA	Estação de Tratamento de Água
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
FAHP	Processo de Análise Hierárquica Fuzzy (da sigla do Inglês, <i>Fuzzy Analytical Hierarchy Process</i>)
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IAA	Índice de Atendimento de Água
IC	Índice de Consistência
ICMS	Imposto sobre Operações relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação
ICTEM	Indicador de Coleta e Tratabilidade de Esgoto da População Urbana de Município
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IDW	Inverso do Quadrado da Distância (da sigla do Inglês, <i>Inverse Distance Weighting</i>)
IGR	Índice de Gestão de Resíduos Sólidos
IPRS	Índice Paulista de Responsabilidade Social
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
IQR	Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos
IR	Índice Randômico
MCDA	Análise de decisão multicritérios (da sigla do Inglês, <i>Multi-criteria Decision Analysis</i>)

MCP	Matriz de Comparação Pareada
MMA	Ministério de Meio Ambiente
NIABY	“Não no quintal de ninguém” (do inglês, <i>Not In Anyone's Backyard</i>)
NIMBY	“Não no meu quintal” (do inglês, <i>Not In My Backyard</i>)
OCA	Órgão de Controle Ambiental
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
PCJ	Piracicaba/Capivari/Jundiaí
PERH	Plano Estadual de Recursos Hídricos
PERS	Política Estadual de Resíduos Sólidos
PIB	Produto Interno Bruto
PMGIRS	Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos
PNMA	Política Nacional do Meio Ambiente
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
RA	Regiões Administrativas
RC	Razão de Consistência
RCC	Resíduos da Construção Civil
RCD	Resíduos de Construção e Demolição
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
RM	Região Metropolitana
RSS	Resíduos de Serviços de Saúde
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SAEMA	Serviço de Água e Esgoto do Município de Araras
SGB	Serviço Geológico do Brasil
SIG	Sistema de Informações Geográficas

SIAGAS	Sistema de Informações de Águas Subterrâneas
SIMA	Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo
SMA	Secretaria do Meio Ambiente
SISNAMA	Sistema Nacional de Meio Ambiente
SINIR	Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SNVS	Sistema Nacional de Vigilância Sanitária
TOPSIS	Técnicas de ordem preferencial por similaridade para solução ideal (da sigla do inglês, <i>techniques for order preference by similarity to ideal solution</i>)
UGRHI	Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos
UNESP	Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
ZEU	Zona de Expansão Urbana

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	25
1 INTRODUÇÃO GERAL	26
1.1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA	26
1.2 HIPÓTESE E PREMISSE	29
1.2.1 Hipótese.....	29
1.2.2 Premissa	29
1.3 OBJETIVOS.....	30
1.3.1 Objetivo Geral	30
1.3.2 Objetivos Específicos.....	30
2. REFERENCIAL TEÓRICO	31
2.1 DEFINIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS	31
2.2 PANORAMA DOS RSU NO BRASIL	33
2.2.1 Geração de RSU.....	34
2.2.2 Coleta convencional.....	34
2.2.3 Coleta seletiva	35
2.2.4 Unidades de processamento e massa de resíduos recuperada em 2020.....	36
2.2.5 Destinação final.....	36
2.2.6 Consórcios intermunicipais para serviços de manejo de RSU	37
2.3 LEGISLAÇÃO E NORMAS TÉCNICAS REFERENTES AO GERENCIAMENTO DE RSU	37
2.3.1 Legislação federal relacionada ao saneamento básico	38
2.3.2 Legislação do Estado de São Paulo relacionada ao saneamento básico	39
2.3.3 Legislação federal específica para aterro sanitário.....	41

2.3.4 Legislação do Estado de São Paulo específica para aterro sanitário	42
2.4 CRITÉRIOS REFERENTES À LOCALIZAÇÃO DE ATERROS SANITÁRIOS	42
2.4.1 Critérios técnicos	42
2.4.2 Critérios ambientais, econômicos e sociais.....	44
2.5 MÉTODOS DE TOMADA DE DECISÕES PARA LOCALIZAÇÃO DE ATERRO SANITÁRIO.....	47
2.5.1 Sistema de Informações Geográficas (SIG)	48
2.5.2 Análise de Decisão Multicritério (MCDA).....	48
<i>2.5.2.1 Processo de Análise Hierárquica (AHP)</i>	<i>50</i>
<i>2.5.2.2 Processo de Análise Hierárquica Fuzzy (FAHP).....</i>	<i>54</i>
3. MATERIAL E MÉTODOS	56
3.1 AQUISIÇÃO DE DADOS	57
3.1.1 Dados de referencial teórico	57
3.1.2 Dados de Geoprocessamento	58
3.2 TRATAMENTO DOS DADOS.....	59
3.3 ÁREA DE ESTUDO	60
3.3.1 Clima.....	62
3.3.1 Geologia.....	64
3.3.3 Hidrogeologia	67
<i>3.3.3.1 Estimativa no nível freático.....</i>	<i>69</i>
3.3.4 Geomorfologia.....	73
3.3.5 Declividade	76
3.3.6 Hidrografia.....	78
3.3.7 Pedologia	80
3.3.8 Biomas e vegetação	82

3.3.9 Uso e ocupação do solo	85
3.3.10 Macrozoneamento	87
3.3.11 Infraestrutura municipal	89
3.3.12 Áreas contaminadas	92
3.4 CRITÉRIOS PARA FORMAÇÃO DE ARRANJO PARA PARTICIPAÇÃO DE CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL COM O MUNICÍPIO DE ARARAS - SP.....	95
3.5 CARACTERIZAÇÕES TERRITORIAL, DEMOGRÁFICA, SOCIOECONÔMICA E AMBIENTAL DO ARRANJO	96
3.6 DIMENSIONAMENTO DA ÁREA MÍNIMA PARA AS INSTALAÇÕES DE SANEAMENTO.....	97
3.6.1 Projeção populacional do arranjo.....	98
3.6.2 Projeção da produção de resíduos do arranjo.....	100
3.6.2.1 <i>Definição de cenários da produção de resíduos</i>	100
3.6.2.2 <i>Cálculo da projeção da produção de resíduos.....</i>	101
3.6.3 Cálculo da área do aterro	102
3.7 ANÁLISE MULTICRITÉRIO PARA LOCALIZAÇÃO DE ATERRO SANITÁRIO INTERMUNICIPAL	103
3.7.1 Definição de classes de critérios para localização do aterro sanitário intermunicipal.....	103
3.7.2 Ponderação de critérios para localização do aterro sanitário intermunicipal.....	104
3.7.2.1 <i>Primeira aproximação: ponderação de critérios restritivos.....</i>	104
3.7.2.2 <i>Segunda aproximação: ponderação de critérios de classificação</i>	106
3.7.2.1.1 Ponderação de fatores ambientais.....	107
3.7.2.1.2 Ponderação de fatores econômicos.....	110
3.7.2.1.3 Ponderação de fatores sociais	112
3.7.2.1.4 Definição de cenários para localização de aterro sanitário intermunicipal	114
3.7.3 Terceira aproximação: refinamento das áreas pré-selecionadas pela avaliação de fatores adicionais	114

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	118
4.1 SELEÇÃO DOS MUNICÍPIOS PARA FORMAÇÃO DE ARRANJO.....	118
4.2 CARACTERIZAÇÕES TERRITORIAL, DEMOGRÁFICA, SOCIOECONÔMICA E AMBIENTAL DO ARRANJO	121
4.2.1 Caracterização territorial	121
4.2.1.1 Regiões Administrativas (RA) do Estado de São Paulo	121
4.2.1.2 Unidades Hidrográficas de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI)	123
4.2.1.3 Estudo de Regionalização do Estado de São Paulo para Gestão de Resíduos Sólidos.....	125
4.2.2 Caracterização demográfica.....	126
4.2.3 Caracterização socioeconômica.....	128
4.2.3.1 Produto Interno Bruto	128
4.2.3.2 Índice de Desenvolvimento Humano	129
4.2.3.3 Índice Paulista de Responsabilidade Social.....	130
4.2.3.4 Grau de Urbanização	131
4.2.4 Análise da qualidade ambiental	132
4.2.4.1 Índice de Atendimento de Água	134
4.2.4.2 Indicador de Coleta e Tratabilidade de Esgoto da População Urbana de um Município.....	134
4.2.4.3 Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos	135
4.2.4.4 Índice de Qualidade de Transbordos	135
4.2.4.5 Índice de Gestão de Resíduos Sólidos	136
4.2.4.6 Índice de Vegetação Nativa.....	137
4.2.4.7 Autos de Infração Ambiental	137
4.2.4.8 ICMS Ecológico.....	138
4.3 ÁREA MÍNIMA PARA INSTALAÇÃO DE ATERRO SANITÁRIO INTERMUNICIPAL.	139

4.3.1	Projeção populacional dos municípios do arranjo	139
4.3.2	Projeção da produção de resíduos	145
4.3.2.1	<i>Cenários da geração de resíduos do arranjo.....</i>	149
4.3.4	Área mínima para implantação de aterro sanitário.....	151
4.4	PRIMEIRA APROXIMAÇÃO PARA SELEÇÃO PRELIMINAR DE ÁREAS FAVORÁVEIS À LOCALIZAÇÃO DE ATERRO SANITÁRIO EM ARARAS - SP.....	151
4.5	SEGUNDA APROXIMAÇÃO PARA SELEÇÃO PRELIMINAR DE ÁREAS FAVORÁVEIS À LOCALIZAÇÃO DE ATERRO SANITÁRIO EM ARARAS - SP.....	155
4.5.1	Aspectos ambientais	155
4.5.2	Aspectos econômicos.....	158
4.5.3	Aspectos sociais	160
4.5.4	Matriz de Comparação Pareada (MCP)	164
4.5.4.1	<i>Julgamento dos aspectos ambientais.....</i>	164
4.5.4.2	<i>Julgamento dos aspectos econômicos</i>	165
4.5.4.3	<i>Julgamento dos aspectos sociais</i>	166
4.5.5	Cenários da classificação de aptidão das áreas municipais.....	168
4.6	TERCEIRA APROXIMAÇÃO PARA SELEÇÃO PRELIMINAR DE ÁREAS FAVORÁVEIS À LOCALIZAÇÃO DE ATERRO SANITÁRIO EM ARARAS - SP.....	176
4.6.1	Comparação entre as três áreas consideradas como as mais favoráveis para localização de um aterro sanitário	179
5	CONCLUSÕES.....	186
	REFERÊNCIAS	188

APRESENTAÇÃO

Com o intuito de atender aos objetivos propostos, o desenvolvimento desta tese foi estruturado em capítulos. Após a introdução geral da pesquisa, com definição do problema, hipótese, premissas e objetivos (Capítulo 1), é apresentado um referencial teórico sobre a definição, classificação e o panorama da disposição final de RSU/rejeitos em aterro sanitário, legislação, critérios e metodologias empregados para localização de aterro sanitário (Capítulo 2).

No Capítulo 3 são apresentados o material e métodos empregados no desenvolvimento da tese, com identificação das fontes e técnicas de tratamento de dados, caracterização da área de estudo, metodologia para definição do arranjo de municípios para participação de consórcio, para dimensionamento de área mínima para instalação do aterro sanitário intermunicipal, definição e ponderação de critérios para classificação de áreas aptas para localização de aterro sanitário.

Por fim, nos Capítulos 4, 5 e 6 são apresentados, respectivamente, os resultados e discussão, as conclusões e as referências consultadas para desenvolvimento da pesquisa.

1 INTRODUÇÃO GERAL

Nas seções subsequentes, é apresentada uma visão abrangente sobre a problemática associada à destinação inadequada de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) no contexto brasileiro. Além disso, são levantadas as vantagens e os desafios inerentes à formação de soluções compartilhadas, bem como as metodologias empregadas para a identificação de locais apropriados para a instalação de aterro sanitário. Por fim, são apresentados os objetivos, a hipótese e a premissa que orientaram a pesquisa. De forma geral, este estudo representa uma iniciativa em promover práticas sustentáveis e colaborativas na gestão dos RSU, com um enfoque específico na realidade local.

5 CONCLUSÕES

Um conjunto de critérios foi ponderado para definição de um arranjo intermunicipal para gerenciamento adequado dos RSU junto ao município de Araras/SP. Sendo assim, 10 municípios apresentaram prioridade elevada para participação de consórcio. A caracterização demográfica e a análise da qualidade dos serviços ambientais destes municípios destacaram potencialidade elevada para integrarem-se e desenvolver uma solução conjunta para a gestão de resíduos.

Entre os métodos empregados para projeção populacional, o modelo da taxa de crescimento decrescente apresentou o comportamento mais próximo à tendência de crescimento demográfico para a maioria dos municípios do arranjo, com projeção de aproximadamente 465 mil habitantes durante o horizonte de projeto. Já em relação aos cenários do aterramento de RSU, foi adotado o Cenário Pessimista, considerando que as iniciativas municipais contribuirão para a redução da produção e um percentual mínimo de 20% dos RSU serão encaminhados para o tratamento adequado. Sendo assim, 4,8 milhões de toneladas de RSU (que representa um volume de 7,6 milhões de m³) serão gerados durante o horizonte de projeto, que requer área mínima de 40 hectares para as instalações de saneamento.

As áreas municipais foram avaliadas em três níveis quanto ao grau de aptidão para localização de aterro sanitário intermunicipal. No primeiro nível, que correspondeu a categorização de aptidão das áreas municipais com base em aspectos ambientais, econômicos e sociais, 66,5% das áreas municipais foram consideradas como inaptas para instalação e operação do empreendimento. As áreas consideradas aptas foram reavaliadas no segundo nível de avaliação. Neste nível, foram propostos cenários considerando diferentes proporções entre os aspectos ambientais, econômicos e sociais avaliados. O Cenário 4 (33,3% ambiental + 33,3% econômico + 33,3% social) foi considerado o mais adequado para a pré-seleção das áreas municipais mais favoráveis à localização do aterro sanitário.

Com base no Cenário 4, dez áreas foram pré-selecionadas e submetidas ao terceiro nível de avaliação, com a ponderação de critérios adicionais para hierarquização do nível de aptidão. Então, as áreas 2, 5 e 6 apresentaram mais características favoráveis para localização do aterro sanitário e em uma análise mais abrangente, a área 5 apresentou mais vantagens quando

comparadas as demais (como maior área útil e melhor condição de acesso). Portanto, esta área foi eleita a área municipal mais adequada para localização do empreendimento.

A metodologia empregada mostrou-se promissora para atingir os objetivos propostos. A estruturação de critérios e formulação de cenários permitiu avaliar diferentes perspectivas, de forma mais abrangente. Desta forma, a presente tese comprovou como verdadeira a hipótese de que somente com informações públicas e processamento de dados geográficos, seria possível identificar com baixo custo as áreas mais adequadas para a implantação de um aterro sanitário intermunicipal. Por consequência, os resultados desta tese podem ser utilizados para auxiliar os gestores públicos no processo de tomada de decisões para gerenciamento consorciado de RSU na região de Araras-SP.

REFERÊNCIAS

- ABDELLI, I. S.; ABDELMALEK, F.; DJELLOUL, A.; MESGHOUNI, K.; ADDOU, A. GIS-based approach for optimized collection of household waste in Mostaganem city (Western Algeria). **Waste Management & Research**, v. 34, n. 5, p. 417-426, 2016.
- AJIBADE, F. O.; OLAJIRE, O. O.; AJIBADE, T. F.; NWOGWU, N. A.; LASISI, K. H.; ALO, A. B.; ADEWUMI, J. R. Combining multicriteria decision analysis with GIS for suitably siting landfills in a Nigerian state. **Environmental and Sustainability Indicators**, v. 3, p. 100010, 2019.
- ALAVI, N.; GOUDARZI, G.; BABAEI, A. A.; JAAFARZADEH, N.; HOSSEINZADEH, M. Municipal solid waste landfill site selection with geographic information systems and analytical hierarchy process: a case study in Mahshahr County, Iran. **Waste Management & Research**, v. 31, n. 1, p. 98-105, 2013.
- ALI, S.; TAWEEKUN, J.; TECHATO, K.; WAEWSAK, J.; GYAWALI, S. GIS based site suitability assessment for wind and solar farms in Songkhla, Thailand. **Renewable Energy**, v. 132, p. 1360-1372, 2019.
- ALI, S. A.; AHMAD, A. Suitability analysis for municipal landfill site selection using fuzzy analytic hierarchy process and geospatial technique. **Environmental Earth Sciences**, v. 79, n. 10, p. 1-27, 2020.
- ALKHUZAIE, M. M.; JANNA, H. Optimum location for landfills sites based on GIS modeling for Al-Diwaniyah City, Iraq. **International Journal of Civil Engineering and Technology**, v. 9, n. 8, p. 941-951, 2018.
- ALMEIDA, F. F. M. Fundamentos geológicos do relevo paulista. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, v. 39, n. 3, p. 9-75, 2018.
- ALZAGHRINI, N.; SROUR, F. J.; SROUR, I. Using GIS and optimization to manage construction and demolition waste: The case of abandoned quarries in Lebanon. **Waste Management**, v. 95, p. 139-149, 2019.
- Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE). **Panorama dos resíduos sólidos urbanos no Brasil**, 2022. Disponível em: <<https://abrelpe.org.br/download-panorama-2022/>>. Acesso em: 06 jan. 2022.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8.419: Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos**. Rio de Janeiro, 1992.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13.896: Aterro de resíduos não perigosos – Critérios para projeto, implantação e operação**. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.004: Resíduos Sólidos - Classificação**. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.849: Aterros sanitários de pequeno porte – Diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento**. Rio de Janeiro, 2010.

AZEVEDO, A. M.; BARBOSA, I. M. B. R. **Identificação de áreas restritas à implantação de aterros de resíduos sólidos na região metropolitana do Recife**. 2021.

BAHRANI, S.; EBADI, T.; EHSANI, H.; YOUSEFI, H.; MAKNOON, R. Modeling landfill site selection by multi-criteria decision making and fuzzy functions in GIS, case study: Shabestar, Iran. **Environmental Earth Sciences**, v. 75, n. 4, p. 1-14, 2016.

BENEDETI, L. L. **Consórcios intermunicipais e regionalização como instrumento para o gerenciamento de resíduos sólidos**, p. 70, 2022.

BOIN, M. N.; NUNES, J. O. R.; SILVA TOMAZINI, L.; OKADO, M. N. A. identificação de áreas potencialmente favoráveis para a destinação ambientalmente adequada de resíduos sólidos. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia-MG, v. 23, n. 85, p. 137–156, 2022.

BRAHIM, F. B.; BOUGHARIOU, E.; BOURI, S. Multicriteria-analysis of deep groundwater quality using WQI and fuzzy logic tool in GIS: A case study of Kebilli region, SW Tunisia. **Journal of African Earth Sciences**, v. 180, p. 104224, 2021.

BRANS, J. P.; VINCKE, P.; MARESCHAL, B. PROMETHEE: a new family of outranking methods in multicriteria analysis. **Journal of Operational Research**, North Holland, Amsterdam. P. 477-490, 1984.

BRASIL. **Decreto 6.017, de 17 de janeiro de 2007**. Regulamenta a Lei n.º 11.107, de 6 de abril de 2005, que dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos. Diário Oficial da União, 18 jan. 2007. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/decreto/d6017.htm>. Acesso em: 10 mai. 2021.

BRASIL. **Decreto n.º 10.936, de 12 de janeiro de 2022**. Regulamenta a Lei n.º 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial da União, 12 jan. 2022. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/web/dou/-/decreto-n-10.936-de-12-de-janeiro-de-2022-373573578>>. Acesso em: 22 mai. 2022.

BRASIL. **Lei n.º 11.107, de 6 de abril de 2005**. Dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos e dá outras providências. Diário Oficial da União, 06 abr. 2005. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/lei/111107.htm>. Acesso em: 10 mai. 2021.

BRASIL. **Lei 12.305, de 2 de agosto de 2010.** Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei n.º 9.6055, de 12 de fevereiro de 1998. Diário Oficial da União, 3 ago. 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 10 mai. 2021.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 16 de outubro de 2012.** Dispõe sobre o controle da fauna nas imediações de aeródromos. Diário Oficial da União, 16 out. 2012. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12725.htm>. Acesso em: 25 jul. 2023.

BRASIL, **Lei nº 12.725, de 25 de maio de 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis n.º 6.938, de 31 de agosto de 1981

CAPRIOLI, C.; BOTTERO, M. Addressing complex challenges in transformations and planning: A fuzzy spatial multicriteria analysis for identifying suitable locations for urban infrastructures. **Land Use Policy**, v. 102, p. 105147, 2021.

CARVALHO, M. B.; JUNIOR, N. G.; LOLLO, J. A. Uso de geotecnologias na seleção de áreas para implantação de aterros sanitários: abordagem composta aplicada ao município de Mirandópolis, SP. **Geociências** (São Paulo), v. 38, n. 3, p. 717-729, 2019.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Urbanos - 2021.** Série Relatórios. ISSN (0103-4103), São Paulo, p. 82, 2022. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/residuossolidos/wp-content/uploads/sites/26/2022/07/Inventario-Estadual-de-Residuos-Solidos-Urbanos-2021.pdf>>. Acesso em: 08 dez. 2022.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo – 2021.** Série Relatórios. ISSN (0103-4103), São Paulo, p. 287, 2022. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2022/11/RAI-2021-Relatorio-Qualidade-das-Aguas-Interiores-no-Estado-de-Sao-Paulo.pdf>>. Acesso em: 09 dez. 2022.

CHABUK, A.; AL-ANSARI, N.; HUSSAIN, H. M.; KNUTSSON, S.; PUSCH, R. Landfill site selection using geographic information system and analytical hierarchy process: A case study Al-Hillah Qadhaa, Babylon, Iraq. **Waste Management & Research**, v. 34, n. 5, p. 427-437, 2016.

CHANG, N.; PARVATHINATHAN, G.; BREEDEN, J. B. Combining GIS with fuzzy multicriteria decision-making for landfill siting in a fast-growing urban region. **Journal Of Environmental Management**, v. 87, n. 1, p. 139-153, 2008.

CLIMATE DATA. **Clima de Araras - SP (Brasil).** 2022. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/sao-paulo/araras-10675/>>. Acesso em: 04 dez. 2022.

COBOS-MORA, S. L.; GUAMÁN-AUCAPIÑA, J.; ZÚÑIGA-RUIZ, J. Suitable site selection for transfer stations in a solid waste management system using analytical hierarchy process as a multi-criteria decision analysis: a case study in Azuay-Ecuador. **Environment, Development and Sustainability**, v. 25, n. 2, p. 1944-1977, 2023.

COLVERO, D. A.; PFEIFFER, S. C.; CARVALHO, E. H. de. Materiais recicláveis provindos dos resíduos urbanos: caso de estudo para o estado de Goiás, Brasil. *A Engenharia Sanitária nas Cidades do Futuro: Livro de Comunicações*, v. 17, p. 713-720, 2016.

COLVERO, D. A.; **Estudo das oportunidades de valorização de resíduos urbanos para o estado de Goiás (Brasil)**. Tese (Doutorado em Ciências e Engenharia do Ambiente), Departamento de Ambiente e Ordenamento, Universidade de Aveiro, Portugal, p. 428, 2018.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 4, de 9 de outubro de 1995**. Estabelece as Áreas de Segurança Portuária. Ministério do Meio Ambiente, 1995.

COSTA, W.; LORANDI, R.; SERIKAWA, V. S.; FERREIRA, T. S.; FÁBIO NOEL STANGANINI, F. N.; GONÇALVES NETO, P. S.; LOLLO, J. A. Análise multicritério aplicada à seleção de áreas para implantação de aterros sanitários na Bacia do Ribeirão do Meio (Leme, SP), em escala 1:50.000. **Sociedade & Natureza, Uberlândia**, MG. v.30, p.205-227, 2018.

COSTA, E.; MOLIN, P. G. Use of multicriteria analysis to define the most appropriate location for a landfill: A comparison between local and regional planning. In: *International Congress on Engineering and Sustainability in the XXI Century*. **Springer**, Cham, p. 87-96, 2019.

COX, A. B.; GIFFORD, F. An overview to geographic information systems. **The Journal of Academic Librarianship**, v. 23, n. 6, p. 449-461, 1997.

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Serviço Geológico do Brasil. MARCONATO, A. *et al.* **Geologia e recursos minerais do Estado de São Paulo**. Programa Geologia do Brasil, 2006. Disponível em: <<https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/2966>>. Acesso em: 14 nov. 2022.

CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Serviço Geológico do Brasil. **Sistema de Informações de Águas Subterrâneas - SIAGAS**. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/pesquisa_complexa.php>. Acesso em: 08 jan. 2022.

DAAE - Departamento de Águas e Energia Elétrica. **Shapefile das Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo**. 2019. Disponível em: <<https://datageo.ambiente.sp.gov.br/geoserver/datageo/ows?SERVICE=WMS>>. Acesso em: 19 ago. 2022.

DEMESOUKA, O. E.; VAVATSIKOS, A. P.; ANAGNOSTOPOULOS, K. P. Using MACBETH multicriteria technique for GIS-based landfill suitability analysis. **Journal of Environmental Engineering**, v. 142, n. 10, p. 04016042, 2016.

DEMESOUKA, O. E.; ANAGNOSTOPOULOS, K. P.; SISKOS, E. Spatial multicriteria decision support for robust land-use suitability: The case of landfill site selection in Northeastern Greece. **European Journal of Operational Research**, v. 272, n. 2, p. 574-586, 2019.

DIAS, M. B. G. **Depósitos tecnogênicos na região noroeste de Goiânia (GO)**. 2015.

DJOKANOVIĆ, S.; ABOLMASOV, B.; JEVREMOVIĆ, D. GIS application for landfill site selection: a case study in Pančevo, Serbia. **Bulletin of Engineering Geology and the Environment**, v. 75, n. 3, p. 1273-1299, 2016.

DONEVSKA, K. R.; GORSEVSKI, P. V.; JOVANOVSKEI, M.; PEŠEVSKI, I. Regional non-hazardous landfill site selection by integrating fuzzy logic, AHP and geographic information systems. **Environmental Earth Sciences**, v. 67, p. 121-131, 2012.

DOLUI, S.; SARKAR, S. Identifying potential landfill sites using multicriteria evaluation modeling and GIS techniques for Kharagpur city of West Bengal, India. **Environmental Challenges**, v. 5, p. 100243, 2021.

EBISTU, T. A.; MINALE, A. S. Solid waste dumping site suitability analysis using geographic information system (GIS) and remote sensing for Bahir Dar Town, North Western Ethiopia. **African Journal of Environmental Science and Technology**, v. 7, n. 11, p. 976-989, 2013.

EFFAT, H. A.; HEGAZY, M. N. Mapping potential landfill sites for North Sinai cities using spatial multicriteria evaluation. **The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science**, v. 15, n. 2, p. 125-133, 2012.

EGHTESADIFARD, M.; AFKHAMI, P.; BAZYAR, A. An integrated approach to the selection of municipal solid waste landfills through GIS, K-means and multi-criteria decision analysis. **Environmental Research**, v. 185, p. 109348, 2020.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de classificação de solos**. 2ª ed. Brasília, 2006.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Contando ciência na Web**. 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/contando-ciencia/bioma-cerrado>>. Acesso em: 18 jan. 2021.

FERES, R. **Análise de processos de erosão acelerada, com base em fotografias aéreas e geoprocessamento: Bacia do Rio Bonito (Descalvado, SP)**. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 158 f., 2002.

FEYZI, S.; KHANMOHAMMADI, M.; ABEDINZADEH, N.; AALIPOUR, M. Multi-criteria decision analysis FANP based on GIS for siting municipal solid waste incineration power plant in the north of Iran. **Sustainable Cities and Society**, v. 47, p. 101513, 2019.

GBANIE, S. P.; TENGBE, P. B.; MOMOH, J. S.; MEDO, J.; KABBA, V. T. S. Modelling landfill location using geographic information systems (GIS) and multi-criteria decision analysis (MCDA): case study Bo, Southern Sierra Leone. **Applied Geography**, v. 36, p. 3-12, 2013.

GENELETTI, D. Combinando a análise das partes interessadas e a avaliação multicritério espacial para selecionar e classificar os aterros inertes. **Gestão de Resíduos**, v. 30, n. 2, pág. 328-337, 2010.

GIAMALAKI, M.; TSOUTSOS, T. Sustainable siting of solar power installations in Mediterranean using a GIS/AHP approach. **Renewable Energy**, v. 141, p. 64-75, 2019.

GIVISIEZ, G. H. N. Introdução a métodos de estimativas e interpolações populacionais. **Livros**, p. 45-70, 2015.

GOMES, F. O.; FLECKINGER, N. A.; PEREIRA, W. S.; SOUZA, J. G. Análise técnica locacional e socioambiental da área de disposição final de Resíduos Sólidos Urbanos de São João do Oriente—MG. **ÚNICA Cadernos Acadêmicos**, v. 2, n. 1, 2018.

GORSEVSKI, P. V.; DONEVSKA, K. R.; MITROVSKI, C. D.; FRIZADO, J. P. Integrating multi-criteria evaluation techniques with geographic information systems for landfill site selection: a case study using ordered weighted average. **Waste management**, v. 32, n. 2, p. 287-296, 2012.

GOSWAMI, S.S.; BEHERA, D.K. Evaluation of the best smartphone model in the market by integrating fuzzy-AHP and PROMETHEE decision-making approach. **Decision**, v. 48, 71–96 (2021). <https://doi.org/10.1007/s40622-020-00260-8>.

HALDER, B.; BANDYOPADHYAY, J.; BANIK, P. Assessment of hospital sites' suitability by spatial information technologies using AHP and GIS-based multi-criteria approach of Rajpur–Sonarpur Municipality. **Modeling Earth Systems and Environment**, v. 6, n. 4, p. 2581-2596, 2020.

HANAN, D.; BURNLEY, S.; COOKE, D. A multi-criteria decision analysis assessment of waste paper management options. **Waste Management**, v. 33, n. 3, p. 566-573, 2013.

HANINE, M.; BOUTKHOUM, O.; TIKNIOUINE, A.; AGOUTI, T. Comparison of fuzzy AHP and fuzzy TODIM methods for landfill location selection. **Springer Plus**, v. 5, n. 1, p. 1-30, 2016.

HARIZ, H. A.; DÖNMEZ, C. Ç.; SENNAROGLU, B. Siting of a central healthcare waste incinerator using GIS-based Multi-Criteria Decision Analysis. **Journal of Cleaner Production**, v. 166, p. 1031-1042, 2017.

HEREHER, M. E.; AL-AWADHI, T.; MANSOUR, S. A. Assessment of the optimized sanitary landfill sites in Muscat, Oman. **The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science**, v. 23, n. 3, p. 355-362, 2020.

IBAM – Instituto Brasileiro de Administração Municipal. **Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos**. Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República – SEDU/PR. Rio de Janeiro, 2001.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produto Interno Bruto – PIB 2022**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/explica/pib.php>>. Acesso em: 07 Ago. 2023.

IGLESIAS, M. S. Diagnóstico de implantação de aterro sanitário no município de Veríssimo-MG. Observatorium: **Revista Eletrônica de Geografia**, v. 12, n. 01, p.16-35, 2021.

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas; Compromisso Empresarial para Reciclagem - CEMPRE. **Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado**. 4. ed. São Paulo, p. 350, 2018.

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo: 1:1.000.000**. São Paulo: IPT, vol. II, 1981.

JOSIMOVIĆ B., MARIĆ I., MANIĆ B. Methodological approach to the determination of landfill location for municipal solid waste - Case study: Regional landfill in Kolubara region. **Architecture and Urbanism**. 32: 55-64, 2011.

KAHRAMAN, C.; CEBI, S.; ONAR, S. C.; OZTAYSI, B. A novel trapezoidal intuitionistic fuzzy information axiom approach: An application to multicriteria landfill site selection. **Engineering Applications of Artificial Intelligence**, v. 67, p. 157-172, 2018.

KAMDAR, I.; ALI, S.; BENNUI, A.; TECHATO, K.; JUTIDAMRONGPHAN, W. Municipal solid waste landfill siting using an integrated GIS-AHP approach: A case study from Songkhla, Thailand. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 149, p. 220-235, 2019.

KEBEDE, Y. S.; ALENE, M. M.; ENDALEMAW, N. T. Urban landfill investigation for managing the negative impact of solid waste on environment using geospatial technique. A case study of Assosa town, Ethiopia. **Environmental Challenges**, v. 4, p. 100103, 2021.
KÖPPEN, W. Climatología. México, DF: Fondo de Cultura Económica. p. 71, 1948.

LOUREIRO, A. I. S. **Análise espacial para localização de áreas para aterros sanitários no Estado de São Paulo**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Estadual Paulista

"Júlio de Mesquita Filho" (Unesp), 2022. Disponível em:
<<http://hdl.handle.net/11449/236032>>.

LOURENÇO, R. W.; CUNHA, D. C.; SALES, J. C. A.; MEDEIROS, G. A.; OTERO, R. A. P. Metodologia para seleção de áreas aptas à instalação de aterros sanitários consorciados utilizando SIG. **Ciência e Natura**, v. 37, n. 3, p. 122-140, 2015.

MADI, N.; SROUR, I. Managing emergency construction and demolition waste in Syria using GIS. **Resources, conservation and recycling**, v. 141, p. 163-175, 2019.

MAJID, M.; MIR, B. A. Landfill site selection using GIS based multi criteria evaluation technique. A case study of Srinagar city, India. **Environmental Challenges**, v. 3, p. 100031, 2021.

MARQUES, L. S.; ERNESTO, M. **O magmatismo toleítico da Bacia do Paraná. Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida**. São Paulo: Editora Beca, 2004. p. 245-263.

MARQUES, J. A. A. S.; SOUSA, J. J. O. Hidráulica Urbana – Sistemas de abastecimento de água e de drenagem de águas residuais. **Imprensa da Universidade de Coimbra**, 2008.

MDR – Ministério de Desenvolvimento Regional. **Roteiro para implementação de consórcios públicos de manejo de RSU. Cooperação para a proteção do clima na gestão dos resíduos sólidos urbanos – ProteGEer**. Brasília, p. 75, 2021.

MELARÉ, A. V. S.; GONZÁLEZ, S. M.; FACELI, K.; CASADEI, V. Technologies and decision support systems to aid solid-waste management: a systematic review. **Waste management**, v. 59, p. 567-584, 2017.

MELO, A. L. O. **Avaliação e seleção de área para implantação de aterro sanitário utilizando lógica fuzzy e análise multi-critério: uma proposta metodológica. Aplicação ao município de Cachoeiro de Itapemirim-ES**. 2001.

MELO JUNIOR, H. R.; MARMOS, J. L.; CONCEIÇÃO, R. A. C.; MAIA, M. A. M.; MACHADO, M. F. **Guia de procedimentos técnicos do Departamento de Gestão Territorial: Volume 6 – seleção e caracterização de áreas adequadas para a instalação de aterros sanitários**. 2022.

MELO, M. S. **A Formação Pariquera-Açu e depósitos relacionados: sedimentação, tectônica e geomorfogênese**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 1990.

MEZZALIRA, S.; AZEVEDO, A. A. B. Léxico estratigráfico do Estado de São Paulo. **Boletim do Instituto Geográfico e Geológico**, Secretaria de Agricultura e Abastecimento, n.º 5, p.161, 1981.

MIRANDA, G. L.; SIMIÃO, J. B.; ABREU, P. H. S.; VIEIRA, E. M. Minimização do conflito na gestão do território por meio do emprego da lógica booleana e critérios geoambientais para definição de áreas favoráveis à implantação de aterro sanitário: estudo de caso no Município de Itabira-MG. **Holos Environment**, v. 19, n. 4, p. 578-595, 2019.

MOEINADDINI, M.; KHORASANI, N.; DANEHKAR, A.; DARVISHSEFAT, A. A. Siting MSW landfill using weighted linear combination and analytical hierarchy process (AHP) methodology in GIS environment (case study: Karaj). **Waste management**, v. 30, n. 5, p. 912-920, 2010.

MOTLAGH, Z. K.; SAYADI, M. H. Siting MSW landfills using MCE methodology in GIS environment (Case study: Birjand plain, Iran). **Waste management**, v. 46, p. 322-337, 2015.

MMA - Ministério de Meio Ambiente. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos. Secretaria de Qualidade Ambiental**. Brasília, p. 209, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/agendaambientalurbana/lixao-zero/plano_nacional_de_residuos_solidos-1.pdf>. Acesso em: 31 dez.2022.

MOREIRA, M. A. A.; LORANDI, R.; MORAES, M. E. B. de. Caracterização de áreas preferenciais para a instalação de aterros sanitários no município de Descalvado (SP), na escala 1:50.000. **Revista Brasileira de Cartografia**, n. 60/02, p. 177-194, 2008.

NAS, B.; CAY, T.; ISCAN, F.; BERKTAY, A. Selection of MSW landfill site for Konya, Turkey using GIS and multi-criteria evaluation. **Environmental monitoring and assessment**, v. 160, n. 1, p. 491-500, 2010.

NAVAL, D. S. V. **Desenvolvimento de uma metodologia para a seleção de um local para a instalação de um aterro sanitário na província de Luanda**. p. 89, 2020.

NEVES, M. A. **Modelos para a localização de aterros sanitários em São Tomé e Príncipe**. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Informações Geográficas e Modelação Territorial Aplicados ao Ordenamento), Instituto de Geografia e Ordenamento do Território, Universidade de Lisboa, Portugal, p. 77, 2019.

NI-BIN, C.; PARVATHINATHAN, G.; BREEDEN, B. J. Combining GIS with fuzzy multicriteria decision-making for landfill siting in a fast-growing urban region. **Journal of Environmental Management**, Kingsville, v. 87, n. 1, p.139-153, abr. 2008.

OGLU, S. V. H. Application of Fuzzy ELECTRE method with trapezoidal fuzzy numbers. **World Science**, 2021.

OLIVEIRA, A. A. A.; CORRÊA, S. D. S.; MARIANO, M. O. H.; BEZERRA, S. D. T. M.; COELHO, I. C. L. Métodos multicritérios para seleção de áreas destinadas a aterros sanitários. **Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales. Investigación, desarrollo y práctica**, v. 14, n. 1, p. 425-440, 2021.

- ONGARBAYEV, I.; MADANI, N. Anisotropic Inverse Distance Weighting (IDW) Method: An Innovative Technique for Resource Modeling of Vein-type Deposits. **Journal of Mining and Environment**, 2022.
- OZER, I.; LANE, D. Multi-Criteria Group Decision Making Methods, Integrated Web-Based Support Systems Group Decisions and Negotiations. **Conference, Mont Tremblant**, Quebec, p. 21, 2010.
- PAIXÃO, J. L.; LIMA, D. A. C.; FABRIN, F. G.; SANTANA, G. C.; BALDISSERA, L. B.; SILVA, R. N. Uso do método AHP na prioridade de ações de combate a perdas não técnicas. **Salão do Conhecimento**, v. 7, n. 7, 2021.
- PALIAGA, G.; FACCINI, F.; LUINO, F.; TURCONI, L. A spatial multicriteria prioritizing approach for geo-hydrological risk mitigation planning in small and densely urbanized Mediterranean basins. **Natural Hazards and Earth System Sciences**, v. 19, n. 1, p. 53-69, 2019.
- PASALARI, H.; NODEHI, R. N.; MAHVI, A. H.; YAGHMAEIAN, K.; CHARRAHI, Z. Landfill site selection using a hybrid system of AHP-Fuzzy in GIS environment: A case study in Shiraz city, Iran. **MethodsX**, v. 6, p. 1454-1466, 2019.
- PAUL, S.; GHOSH, S. Identification of solid waste dumping site suitability of Kolkata Metropolitan Area using Fuzzy-AHP model. **Cleaner Logistics and Supply Chain**, v. 3, p. 100030, 2022.
- PERINOTTO, J. A.; LINO, I. C. **Geologia, recursos minerais e passivos ambientais**. Atlas Ambiental da Bacia do Rio Corumbataí, Centro de Análise e Planejamento Ambiental (CEAPLA), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP/Campus de Rio Claro, 2006. Disponível em: <<http://ceapla.rc.unesp.br/atlas/geologia.html>>. Acesso em: 14 nov. 2022.
- PERRONI, H. P. **Contribuição metodológica para análise preliminar de potenciais áreas para aterro sanitário com auxílio do software QGIS: estudo de caso: município de Vargem Grande do Sul - SP**. São Paulo, p. 186, 2021.
- PHONPHOTON, N.; PHARINO, C. Multi-criteria decision analysis to mitigate the impact of municipal solid waste management services during floods. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 146, p. 106-113, 2019.
- PIGIRS - Plano Intermunicipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos. **Plano Intermunicipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PIGIRS) do Consórcio Intermunicipal de Resíduos Sólidos do Oeste Paulista (CIRSOP)**. Álvares Machado, SP, p. 694. Disponível em: <<https://www.cirsop.sp.gov.br/publicacoes/527>>. Acesso em: 25 jul. 2023.
- PINA, L. G.; FLORENCIO, M. N. S.; COSTA, B. M. G. Gerenciamento de resíduos sólidos: um estudo de caso aplicado no Consórcio Público do Agreste Central. **Revista Valore**, v. 7, n. 1, p. 152-164, 2022.

PINHEIRO, M. M. F.; OSCO, L. P.; MENDES, T. S. G.; RAMOS, A. P. M. Caracterização das áreas restritas para implantação de aterro sanitário na região do Pontal do Paranapanema–SP. **Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Santos. São José dos Campos, INPE, 2019.

PMGIRS - **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Araras – 2015**. p.416, 2015. Disponível em: < https://araras.sp.gov.br/im/PLANO_RESIDUOS_FINAL.pdf>. Acesso em: 20 Ago. 2020.

PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Índice de Desenvolvimento Humano Municipal Brasileiro**. Brasília, DF, 2013.

QASIM, Syed R. Wastewater treatment plants: planning, design, and operation. **Routledge**, 2017.

QURESHI, S.; SHORABEH, S. N.; SAMANY, N. N.; MINAEI, F.; HOMAEI, M.; NICKRAVESH, F.; ARSANJANI, J. J. A new integrated approach for municipal landfill siting based on urban physical growth prediction: A case study mashhad metropolis in Iran. **Remote Sensing**, v. 13, n. 5, p. 949, 2021.

RAHIMI, S.; HAFEZALKOTOB, A.; MONAVARI, S. M.; HAFEZALKOTOB, A.; RAHIMI, R. Sustainable landfill site selection for municipal solid waste based on a hybrid decision-making approach: Fuzzy group BWM-MULTIMOORA-GIS. **Journal of Cleaner Production**, v. 248, p. 119186, 2020.

REZAEISABZEVAR, Y.; BAZARGAN, A.; ZOHOURIAN, B. Landfill site selection using multi criteria decision making: Influential factors for comparing locations. **Journal of Environmental Sciences**, v. 93, p. 170-184, 2020.

ROSS, J. L. S.; MOROZ, I. C. Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 10, p. 41-58, 1996.
ROSSI, M. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo: revisado e ampliado**. São Paulo: Instituto Florestal, 2017.

SAATY, T. L. How to make a decision: The analytic hierarchy process. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, v. 48. P. 9 - 26, 1990.

SAATY, T. L. Multicriteria Decision Making: The analytic hierarchy process. **Planning, Priority Setting, Resource Allocation**. New York: McGraw-Hill, 1980.

SAATY, T. L.; VARGAS, L. G.; SAATY, T. L.; VARGAS, L. G. The analytic network process. **Springer US**, 2013.

SALAMONI, R. H.; PINHEIRO, R. J. B.; NUMMER, A. V. Processo operacional da Central de Tratamento de Resíduos da Caturrita–Santa Maria, RS. **Teoria e Prática na Engenharia Civil**, n. 14, p. 43-50, 2009.

SANTOS, R. L. R.; RODRIGUES, C. S.; YUN, G.; PEREIRA, A. B.; RABELO, J. M. G. Análise de decisão multicritério e sistema de informações geográfica na gestão de resíduos de construção e demolição. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 3, p. 15984-16006, 2020.

SÃO PAULO (Estado). **Decreto Estadual nº 26.581, de 5 de janeiro de 1987**. Compatibiliza as regiões administrativas com as regiões de Governo criadas pelo Decreto n.º 22.970, de 29/11/1984. São Paulo, 5 jan. 1987. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/1987/decreto-26581-05.01.1987.html>>. Acesso em: 25 fev. 2022.

SÃO PAULO (Estado). **Lei complementar n.º 1.360, de 24 de agosto de 2021**. Cria a Região Metropolitana de Piracicaba e dá providências correlatas. São Paulo, 24 ago. de 2021. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei.complementar/2021/lei.complementar-1360-24.08.2021.html>>. Acesso em: 28 ago. 2022.

SÃO PAULO (Estado). **Lei Estadual n.º 16.337, de 14 de dezembro de 2016**. Dispõe sobre o Plano Estadual de Recursos Hídricos - PERH e dá providências correlatas. São Paulo, 14 dez. 2016. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2016/lei-16337-14.12.2016.html>>. Acesso em: 2 abr. 2022.

SÃO PAULO (Estado). **Lei Estadual n.º 12.300, de 16 de março de 2006**. Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos e define princípios e diretrizes. São Paulo, 14 dez. 2016. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2006/lei-12300-16.03.2006.html>>. Acesso em: 19 jul. 2022.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente. **Meio ambiente paulista: relatório de qualidade ambiental 2021**. Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente, Coordenadoria de Planejamento Ambiental – 1ª ed. – São Paulo, 2021. Disponível em: <www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br>. Acesso em 12 nov. 2022.

SCHNEIDER, R. L.; Schneider, R.; Mühlmann, H.; Tommasi, E.; Medeiros, R. D.; Daemon, R. F.; Nogueira, A. A. **Revisão estratigráfica da Bacia do Paraná**. In: Sociedade Brasileira de Geologia, Congresso Brasileiro de Geologia, 28, Porto Alegre, 1974. v. 1 p. 41-65.

SEADE – Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados. **Consulta de dados por município – 2022**. Disponível em: <<https://municipios.seade.gov.br/economia/>>. Acesso em: 19 dez. 2022.

SHARIFI, M. A.; RETSIOS, V. Site selection for waste disposal through spatial multiple criteria decision analysis. **Journal of Telecommunications and Information Technology**, p. 28-38, 2004.

SHORABEH, S. N.; FIROZJAEI, H. K.; FIROZJAEI, M. K.; JELOKHANI-NIARAKI, M.; HOMAEI, M.; NEMATOLLAHI, O. The site selection of wind energy power plant using

GIS-multi-criteria evaluation from economic perspectives. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 168, p. 112778, 2022.

SILVA FILHO, R. I.; CORRÊA, A. C. B. Os desafios do consórcio intermunicipal de resíduos sólidos do Vale do Açu, Rio Grande do Norte. **Geo UERJ**, n. 37, 2020.

SILVA, W. L. A. **Consórcio público regional de resíduos sólidos do Seridó/RN: perspectivas de um novo modelo de gestão**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, p. 152, 2015.

SMA - Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. As águas subterrâneas do Estado de São Paulo. **Cadernos de Educação Ambiental**, 3ª ed, p. 106, 2014. Disponível em: <<http://arquivo.ambiente.sp.gov.br/cea/2014/11/01-aguas-subterraneas-estado-sao-paulo.pdf>>. Acesso em: 06 dez. 2022.

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnóstico Temático - Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos - Visão Geral ano de referência 2020**. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/rs/2020/DIAGNOSTICO_TEMATICO_VI_SAO_GERAL_RS_SNIS_2021.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2022.

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Brasil. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2019**. Brasília, 244 p., 2020.

SOLTANI, A.; HEWAGE, K.; REZA, B.; SADIQ, R. Multiple stakeholders in multi-criteria decision-making in the context of municipal solid waste management: a review. **Waste Management**, v. 35, p. 318-328, 2015.

SOS MATA ATLÂNTICA; INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica - Relatório Técnico: período de 2019-2020**. p. 39, 2021. Disponível em: <https://cms.sosma.org.br/wp-content/uploads/2021/05/SOSMA_Atlas-da-Mata-Atlantica_2019-2020.pdf>. Acesso em: 07 dez. 2022.

SOUZA, D. M. G; LOBATO, E. **Características gerais dos Latossolos**, 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/bioma-cerrado/solo/tipos-de-solo/latossolos#:~:text=Apresentam%20teor%20de%20silte%20inferior,em%20grande%20amplitude%20de%20umidade>>. Acesso em: 10 fev. 2023.

SOUZA, M. P.; OSORTO, M. R. R.; SOUZA, N. M. **Identificação de áreas aptas à instalação de aterros sanitários utilizando SIG no Município de Santo Estêvão-Bahia**, 2022. Disponível em: <<https://doi.editoracubo.com.br/10.4322/cobramseg.2022.1009.pdf>>. Acesso em: 28 fev. 2023.

TAVARES, G.; ZSIGRAIOVÁ, Z.; SEMIAO, V. Multi-criteria GIS-based siting of an incineration plant for municipal solid waste. **Waste management**, v. 31, n. 9-10, p. 1960-1972, 2011.

UNAL, M.; CILEK, A.; GUNER, E. D. Implementation of fuzzy, Simos and strengths, weaknesses, opportunities and threats analysis for municipal solid waste landfill site selection: Adana City case study. **Waste Management & Research**, v. 38, n. 1 suppl, p. 45-64, 2020.

VAHIDNIA, M. H.; ALESHEIKH, A. A.; ALIMOHAMMADI, A. Hospital site selection using fuzzy AHP and its derivatives. **Journal of environmental management**, v. 90, n. 10, p. 3048-3056, 2009.

VATALIS, K.; MANOLIADIS, O. A two-level multicriteria DSS for landfill site selection using GIS: case study in Western Macedonia, Greece. **Journal of Geographic Information and Decision Analysis**, v. 6, n. 1, p. 49-56, 2002.

VERONESI, F.; SCHITO, J.; GRASSI, S.; RAUBAL, M. Automatic selection of weights for GIS-based multicriteria decision analysis: site selection of transmission towers as a case study. **Applied geography**, v. 83, p. 78-85, 2017.

VU, H. L.; NG, K. T. W.; BOLINGBROKE, D. Parameter interrelationships in a dual phase GIS-based municipal solid waste collection model. **Waste Management**, v. 78, p. 258-270, 2018.

WEATHERSPARK. Clima característico em Araras, Brasil durante o ano. Disponível em: <https://pt.weatherspark.com/y/30199/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Araras-Brasil-durante-o-ano#google_vignette>. Acesso em: 03 set.2023.

YALCINKAYA, S.; KIRTILOGLU, O. S. Application of a geographic information system-based fuzzy analytic hierarchy process model to locate potential municipal solid waste incineration plant sites: A case study of Izmir Metropolitan Municipality. **Waste Management & Research**, v. 39, n. 1, p. 174-184, 2021.

YILDIRIM, V.; MEMISOGLU, T.; BEDIROGLU, S.; COLAK, H. E. Municipal solid waste landfill site selection using multi-criteria decision making and GIS: case study of Bursa province. **Journal of Environmental Engineering and Landscape Management**, v. 26, n. 2, p. 107-119, 2018.

ZADEH, L. A. Fuzzy sets. **Information and Control**, v. 8, Issue 3, p. 338 – 353, 1965.

ZALÁN, P. V.; WOLFF, S.; ASTOLFI, M. A. M.; VIEIRA, I. S.; CONCELCAO, J. C. J.; APPI, V. T.; MARQUES, A. **The Parana Basin, Brazil: Chapter 33: Part II. Selected Analog Interior Cratonic Basins: Analog Basins**. 1990.