

Procedimento para elaboração de bancos de dados representativos para uso na ferramenta de decisão multicritério RESIDE

Procedure for drawing up representative databases for use in the RESIDE multi-criteria decision tool.

Rejane Magiag Loura, Doutora em Ciências e Técnicas Nucleares, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

E-mail: rejane@arq.ufmg.br

Júlia Batista Matos Ferreira, graduanda em Arquitetura e Urbanismo, UFMG.

E-mail: jubatimafe@gmail.com

Arthur Bernardo Alves Martins, graduando em Arquitetura e Urbanismo, UFMG.

E-mail: arthurmartinsufmg@gmail.com

Daniela Giovanna Oliveira do Nascimento, graduanda em Arquitetura e Urbanismo, UFMG.

E-mail: danigioli13@gmail.com

Jade Araujo Costa, graduanda em Arquitetura e Urbanismo, UFMG.

E-mail: jadearaujo01@hotmail.com

Resumo

O software RESIDE permite aos projetistas e tomadores de decisão desde as fases iniciais de planejamento dos empreendimentos residenciais considerar simultaneamente questões relacionadas ao consumo de energia para condicionamento ambiental e aquecimento de água, custos de construção e políticas públicas. Contudo, sua utilização é condicionada a existência de um banco de dados para o contexto analisado. Entendendo a importância cada vez maior de abordar a complexidade presente na atividade de projeto voltado a sustentabilidade, este artigo apresenta um procedimento para identificação de bancos de dados representativos para o estado de Minas Gerais, a fim de viabilizar a utilização da ferramenta de decisão multicritério RESIDE.

Palavras-chave: Método de Decisão Multicritério; Desempenho Termoenergético; Política habitacional.

Abstract

The RESIDE software allows designers and decision-makers from the initial planning stages of residential developments to simultaneously consider issues related to energy consumption for environmental conditioning and water heating, construction costs and public policies. However, its use is conditional on the existence of a database for the context analyzed. Understanding the growing importance of addressing the complexity present in sustainability-orientated design activities, this article presents a procedure for identifying representative databases for the state of Minas Gerais, in order to enable the use of the RESIDE multi-criteria decision tool.

Keywords: *Multicriteria Decision Method; Thermoenergetic Performance; Housing Policy.*

1. Introdução

Observa-se cada dia mais, em diferentes âmbitos da sociedade, as atividades humanas ampliando sua complexidade. Mitchell [1] inicia seu trabalho definindo complexidade a partir de exemplos biológicos (ambientais), econômicos e sociais. Ao longo do trabalho, embora a autora não faça ao conceito de desenvolvimento sustentável, o aprofundamento no conceito de ciência complexidade e seus desdobramentos no campo computacional e de processamento de informações, permite inferir transbordamentos desses conceitos nas atividades de projetos com vistas a sustentabilidade.

Os processos de projeto de edificações têm ampliado sua complexidade, pois abordam um número de critérios cada vez maior, o que é um aspecto convergente com as premissas do desenvolvimento sustentável. Entretanto, nem sempre há disponibilidade de tempo e ferramentas suficientes para que as decisões sejam tomadas com a acurácia requerida. O desafio de melhorar o desempenho ambiental das edificações, em um contexto de crescente preocupação com a sustentabilidade global, tem impulsionado a busca por ferramentas inovadoras, eficazes e acessíveis. Nesse cenário, as ferramentas de decisão multicritério emergem como soluções estratégicas que possibilitam a incorporação de uma variedade de fatores, tanto quantitativos quanto qualitativos, no processo de planejamento e design das edificações.

As ferramentas de decisão multicritério permitem que os tomadores de decisão avaliem de forma compreensiva as várias dimensões de um projeto de edificação, incluindo impactos ambientais, custo, eficiência energética, materiais sustentáveis, qualidade do ar interno, entre outros.

Observando essa realidade e a crescente demanda energética para condicionamento ambiental nas edificações residenciais – entre 2005 e 2017 a posse de equipamentos nas residências cresceu 9% ao ano [2] – a ferramenta RESIDE [3] oferece auxílio ao processo de tomada de decisão multicritério sobre as soluções para envoltória de edificações habitacionais, o sistema de aquecimento de água para banho e custos dessas soluções nas fases iniciais de projetos de empreendimentos residenciais. A estrutura do RESIDE foi pensada considerando o contexto do mercado de construção civil brasileiro, considerando que o conhecimento prévio do desempenho termoenergético das edificações residenciais e os custos associados à sua melhoria permitiria aos administradores públicos formular políticas habitacionais com eficiência energética de forma consistente e responsável. Pelo ponto de vista do empreendedor ou do projetista, esse software pode auxiliar diretamente nas escolhas para projetos específicos. Para viabilizar o uso do software em diferentes contextos climáticos e urbanos nacionais é necessário que se elabore um banco de dados que represente tal realidade.

Neste artigo interessa registrar a etapa de desenvolvimento dos bancos de dados representativos para o estado de Minas Gerais, englobando as distintas regiões econômicas, climáticas e tipologias construtivas. O esforço aqui é alcançar um recorte representativo que permita o uso livre do RESIDE em todo o estado. Além disso, discutir a importância de disponibilizar ferramentas digitais de análise multicritérios para auxiliar as decisões técnicas pautadas pelo uso racional de recursos ambientais e econômicos.

2. Fundamentação Teórica

O RESIDE é um software desenvolvido a partir do método ELECTRE-III (ELimination and Choice Expressing Reality), desenvolvido por Roy [4], que constrói seu processo de

classificação a partir de uma relação de preferência. De modo geral, duas alternativas são comparadas em um momento para identificar (i) uma preferência forte ou fraca por uma das ações, ou (ii) indiferença entre as ações, ou (iii) incomparabilidade entre as ações. A avaliação de cada ação ou alternativa A_i ($i = 1, 2, \dots, n$) pelos vários critérios adotados, Cr_1, Cr_2, \dots, Cr_m , é feita por um vetor com vários atributos $\{E_{i1}, E_{i2}, E_{i3}, \dots, E_{im}\}$. O limite de preferência "P", que indica a diferença a partir da qual uma preferência estrita pode ser estabelecida entre duas avaliações, e o limite de limite de indiferença "Q", que indica a diferença a partir da qual nenhuma preferência pode ser estabelecida entre as alternativas. Para definir a incomparabilidade entre as ações, o limite de veto "V" é usado para cada critério, representando a diferença a partir da qual se deve ignorar a comparação entre duas ações.

De modo sumário, para configurar a matriz de avaliação é necessário (i) a lista de alternativas, (ii) os critérios e seus respectivos pesos, e (iii) a definição dos limites acima mencionados. Após a realização dos cálculos e testes de sobreclassificação, concordância e discordância, o algoritmo constrói duas matrizes - uma para concordância e outra para discordância - em que todos os pares possíveis de ações são comparados. Assim, tem-se a terceira matriz, chamada matriz de credibilidade. A classificação das alternativas é estabelecida com base na matriz de credibilidade. A ordenação se dá por um procedimento no qual as alternativas são posicionadas de acordo com sua classificação decrescente (da melhor para a pior).

Embora desenvolvido na década de 1970, o ELECTRE-III segue sendo muito utilizado para solução de situações de classificação de alternativas a partir de múltiplos critérios. Um breve levantamento da literatura recente – entre 2019 e 2024 – evidencia que esse método de decisão multicritério (MDMC) segue sendo bastante relevante como ferramenta de auxílio a decisão para situações que envolve questões de energia, sustentabilidade e o ambiente construído. Ebadi Torkayesh et al [5] recorre ao ELECTRE-III como uma das ferramentas para auxílio a definição do local de instalação de uma infraestrutura de tratamento de resíduos sólidos. Battisti [6] recorreu ao ELECTRE-III para estruturar um método de avaliação capaz de expressar um julgamento sintético - baseado em parâmetros objetivos e reconhecidos - dentro do procedimento de Avaliação Ambiental Estratégica. Kosova et al [7] tem como procedimento base para análise da resiliência é um condado na Albânia o uso de ferramentas baseadas em MDMC, entre elas o ELECTRE-III. Labeled et al [8] apresentam um sistema flexível de tomada de decisão multicritério para o planejamento regional construído a partir do aprimoramento da versão original do ELECTRE-III. Para finalizar esse curto levantamento ilustrativo de trabalhos recente que tiveram o ELECTRE-III como ferramenta de auxílio a decisão cabe citar o trabalho de revisão da literatura de Salvador et al [9] que evidencia que esse método tem sido aplicado com frequência à seleção de fornecedores de forma única ou integrado a outros MDMC.

O uso do ELECTRE-III no RESIDE [3] está ancorado na criação de bancos de dados representativos para distintos contextos a partir de saídas de simulações termoenergéticas, custos atuais de materiais e serviços de construção e metas presentes em instrumentos de planejamento nacional – Plano Nacional de Energia e Plano Nacional de Eficiência Energética. A lista de alternativas que compõe os bancos de dados do RESIDE, como mostra a figura 1, permite ao usuário definir os seguintes parâmetros: (i) oito orientações do edifício, (ii) duas proporções de abertura das fachadas opostas ou adjacentes, (iii) dois tamanhos das janelas, (iv) presença ou ausência de proteção solar nas janelas, (v) seis sistemas de vedação vertical, (vi) seis sistemas de cobertura e (vii) 14 sistemas de aquecimento de água. Além disso, o usuário pode selecionar a tipologia construtiva residencial (uni ou multifamiliar), o número de

pavimentos das residências multifamiliares e o padrão construtivo (Interesse Social, Padrão Normal e Alto), conforme a NBR12721:2006 [10].

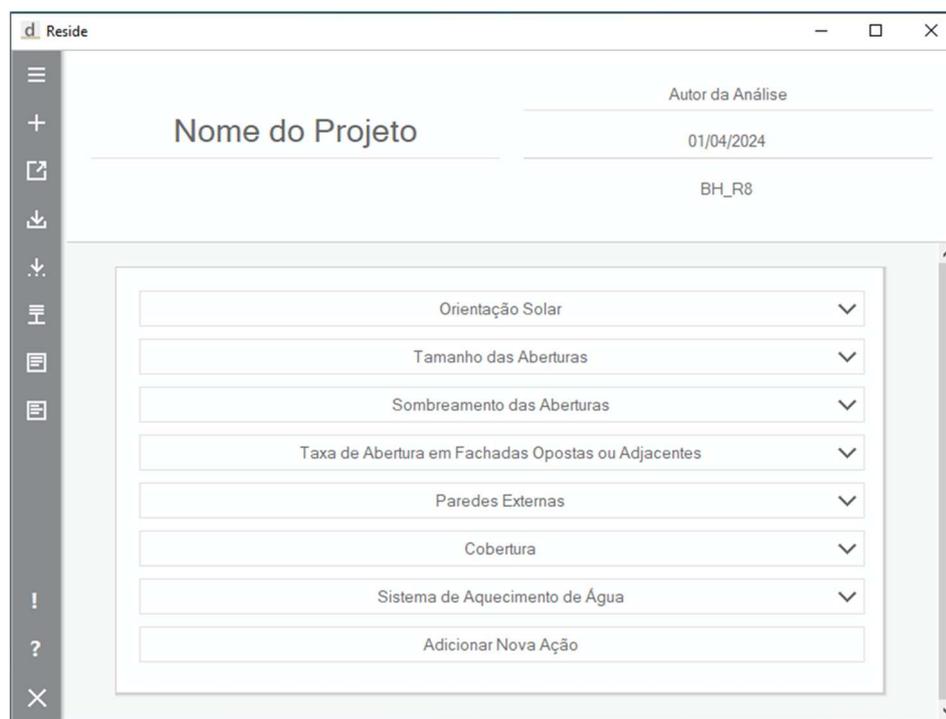


Figura 1 – Interface de seleção de parâmetros das alternativas no RESIDE. Fonte: elaborado pelos autores.

O usuário pode selecionar até 16 alternativas distintas para comparação dentro de um contexto climático e considerando uma mesma tipologia construtiva e padrão da NBR12721:2006. Essas alternativas são avaliadas a partir de seis critérios, a saber: Porcentagem de horas de conforto térmico passivo; Condição da ventilação natural cruzada; Número de graus-hora para resfriamento; Variação percentual do custo das soluções da envoltória; Incentivo governamental para o uso da tecnologia de aquecimento de água para banho; Grau de complexidade da infraestrutura completa do sistema de aquecimento de água para banho. As características do método ELECTRE-III, baseado na análise não compensatória e na incomparabilidade entre as soluções, são muito relevantes para dar confiabilidade aos resultados mostrados no RESIDE, pois impede-se o favorecimento de alternativas muito valorizadas por um ou alguns critérios e pouco valorizadas em outros. Como os critérios usados interessam de formas distintas aos diferentes atores envolvidos no planejamento da construção, a análise não compensatória tende a proteger o favorecimento de critérios de interesse por parte dos envolvidos em relação à negligência em outros critérios de interesse das partes com menor poder de decisão. O software sugere pesos para cada um desses critérios. Porém, o usuário pode indicar os pesos mais pertinentes à análise em desenvolvimento, como mostra a figura 2.

Condição de ventilação natural cruzada	Percentual de horas de conforto higrotérmico passivo	Número de graus-horas para resfriamento	Varição percentual do custo das soluções de envoltória	Incentivo governamental (aquecimento de água)	Grau de complexidade (aquecimento de água)	
1	2	1	3	3	2	
10	61.8	9790	1333.6	10	10	Ação 01 X
10	61.9	9721.1	1026	20	20	Ação 02 R
10	67.4	6980.4	807.5	10	10	Ação 03 X
10	66.4	7392.4	721.05	10	20	Ação 04 X
20	62.8	9948.1	612	10	20	Ação 05 X
10	66.7	7965.2	1333.6	10	10	Ação 06 X
10	62	9677.3	1026	20	20	Ação 07 R
10	66.3	7853.6	950	10	10	Ação 08 X
-	-	-	-	-	-	Ação 09 L
-	-	-	-	-	-	Ação 10 L
-	-	-	-	-	-	Ação 11 L
-	-	-	-	-	-	Ação 12 L

Figura 2 – Interface com lista de alternativas e pesos dos critérios no RESIDE. Fonte: elaborado pelos autores.

A classificação das alternativas é obtida ao clicar em “Calcular Resultado”, conforme ilustra a figura 3. Nesta mesma imagem é possível ver que o RESIDE permite ao usuário realizar análise de sensibilidade da classificação.

Limite de Preferência: 50 Limite de Corte: 10 Limite de Voto: 90

Configurar a Análise de Sensibilidade **Calcular Resultados**

Ranking	Ranking Análise de Sensibilidade
Ação 05	-
Ação 02 Ação 07	-
Ação 03	-
Ação 08	-
Ação 04	-
Ação 06	-
Ação 01	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-

Figura 3 – Interface com classificação e análise de sensibilidade no RESIDE. Fonte: elaborado pelos autores.

3. Procedimentos Metodológicos para Definição dos Bancos de Dados Representativos

Minas Gerais possui um território que tem destaque na federação por, ao menos, dois motivos: sua diversidade climática e seu elevado número de municípios. O IBGE [11] dividiu o estado em 13 regiões geográficas intermediárias com o propósito de organizar o espaço

geográfico brasileiro, considerando aspectos políticos, socioeconômicos e culturais para fins de planejamento, gestão e execução de políticas públicas.

Observando as características do RESIDE já descritas, fica a relevância que um banco de dados adequado tem na resposta satisfatória da ferramenta. Para que as saídas da ferramenta auxiliem de fato o processo de decisão nas fases iniciais de projeto do empreendimento, deve-se elaborar um banco de dados para cada tipologia construtiva existente num contexto urbano e climático. Contudo, dada as diversidades climáticas e construtivas observadas e o número de municípios do estado, seria utópico esperar a elaboração de bancos de dados específicos para cada território.

Neste esforço inicial de disponibilizar a ferramenta RESIDE, foi necessário fazer a opção por construir bancos de dados capazes de representar regiões do estado. Partindo-se das regiões intermediárias [11], foram identificadas em cada região cidades para as quais há disponibilidade de arquivos climáticos do tipo TMY (Typical Meteorological Year).

Na sequência esse conjunto de cidades foi filtrado em função de seu contexto climático, tendo como base a classificação estabelecida por Nimer [12] e a de Köppen [13]. De acordo com Nimer [12], Minas Gerais conta com oito climas diferentes, a saber: (i) Quente (média da temperatura do ar maior que 18°C em todos os meses do ano) Superúmido; (ii) Quente Úmido com 1 a 3 meses de secos; (iii) Quente Semiúmido com 4 a 5 meses secos; (iv) Quente Semiárido com 6 a 8 meses secos; (v) Subquente (com média entre 15°C e 18°C em pelo menos 1 mês) Úmido com 1 a 3 meses secos; (vi) Subquente Semiúmido com 4 a 5 meses secos; (vii) Mesotérmico Brando (média entre 10°C e 15°C) Úmido com 1 a 3 meses secos; e (viii) Mesotérmico Brando Semiúmido com 4 a 5 meses secos. Köppen [13], por sua vez, classifica o clima do estado a partir de classes, a saber: Clima de Savana com estação mais seca no verão (As); Clima de Savana com estação mais seca no inverno (Aw); Clima subtropical úmido com verão concentrando 70% da precipitação (Cwa); Clima oceânico temperado (Cfb), Clima subtropical de altitude (Cwb). As 13 cidades resultantes foram capazes de cobrir a diversidade climática apontada pelos dois autores.

O passo seguinte, foi estudar a morfologia urbana de cada uma das 13 cidades para identificar quais seriam as tipologias e padrões construtivos presentes na NBR12721:2006 [10], mais frequentemente observados. Usando as ferramentas Google Earth e Google Street View, fez uma classificação considerando as seguintes tipologias: residência unifamiliar padrão baixo com um pavimento (R1B); residência unifamiliar padrão normal com um pavimento (R1N); residência multifamiliar prédio popular padrão baixo com quatro pavimentos (PPB); residência multifamiliar prédio popular padrão normal com quatro pavimentos (PPN); residência multifamiliar prédio popular padrão normal (PPN); residência multifamiliar padrão baixo com oito pavimentos (R8B); residência multifamiliar padrão normal com oito pavimentos (R8N); residência multifamiliar padrão normal com 16 pavimentos (R16N). Seguindo no esforço de alcançar bancos de dados representativos para o estado – e tendo clareza que todo recorte exclui tipologias existentes nestes contextos urbanos - foram definidos para cada cidade até 4 tipologias construtivas mais relevantes.

4. Banco de Dados Representativos para Minas Gerais

A Tabela 1 apresenta as 13 cidades que foram selecionadas como contextos representativos do estado do ponto de vista socioeconômico, cultural, político – seguindo as regiões intermediárias - e climático das classificações adotadas.

Tabela 1: Seleção de Cidades e Classificação Climática.

<i>Cidade</i>	<i>Classificação Nimer</i>	<i>Classificação Köppen</i>
Belo Horizonte	Subquente Semiúmido com 4 a 5 meses secos	Cwb
Montes Claros	Quente Semiárido com 6 a 8 meses secos	As
Teófilo Otoni	Quente Úmido com 4 a 5 meses secos	Aw
Formiga	Subquente Semiúmido com 4 a 5 meses secos	Cwb
Governador Valadares	Quente Semiúmido com 4 a 5 meses secos	Aw
Viçosa	Subquente Úmido com 1 a 3 meses secos	Cwa
São João del Rey	Mesotérmico Brando Semiúmido com 4 a 5 meses secos	Cwb
Uberaba	Quente Semiúmido com 4 a 5 meses secos	Cwa
Patos de Minas	Subquente Semiúmido com 4 a 5 meses secos	Cwa
Timoteo	Quente Semiúmido com 4 a 5 meses secos	Aw
Capinópolis	Quente Superúmido com 1 a 3 meses secos	Aw
Pouso Alegre	Mesotérmico Brando Úmido com 1 a 3 meses secos	Cfb
Varginha	Mesotérmico Brando Semiúmido com 4 a 5 meses secos	Cwb

Fonte: Elaborado pelos autores.

Após a análise da morfologia urbana das cidades de interesse, foi possível indicar até quatro tipologias predominantes em cada uma delas, conforme mostra a Tabela 2. Essa tabela também informa a população das cidades, de acordo com IBGE Cidades [14], e os dois setores econômicos chaves, de acordo com a FJP [15].

Tabela 2: Tipologias e Padrões construtivos, População e Setores econômicos chaves.

<i>Cidade</i>	<i>Tipologia e Padrão Construtivo</i>	<i>População</i>	<i>Setores chaves</i>
Belo Horizonte	PPB; R8B; R8N; R16N	2.315.560	Construção; Transporte e armazenamento
Montes Claros	R1N; PPB; PPN; R8N	414.240	Transporte e armazenamento; Serviço de informação e comunicação
Teófilo Otoni	R1B; R1N; PPB; R8N	137.418	Fabricação de alimentos; Construção
Formiga	R1B; R1N; PPB; PPN	68.248	Fabricação de alimentos; Transportes e armazenamento
Governador Valadares	R1B; R1N; PPB; PPN	257.171	Fabricação de alimentos; Construção
Viçosa	R1B; R1N; PPB; R8N	76.430	Fabricação de alimentos; Construção
São João del Rey	R1B; R1N; PPB; PPN	90.225	Transportes e armazenamento; Indústrias extrativas
Uberaba	R1B; R1N; PPB; R8N	337.836	Fabricação de alimentos; Energia
Patos de Minas	R1B; R1N; PPB; R8N	159.235	Fabricação de alimentos; Agricultura
Timoteo	R1B; R1N; PPB; R8N	81.579	Siderurgia; Construção
Capinópolis	R1B; R1N; PPB	14.655	Energia; Transportes e armazenamento
Pouso Alegre	R1B; R1N; PPB; R8N	152.271	Fabricação de alimentos; Transportes e armazenamento
Varginha	R1B; R1N; PPB; R8N	136.467	Fabricação de alimentos; Transportes e armazenamento

Fonte: Elaborado pelos autores.

O recorte realizado aponta para a necessidade de construção de 51 bancos de dados, número considerado satisfatório e viável de se produzir frente ao número de municípios do estado, sua diversidade climática e de morfologia urbana. Atualmente a equipe de pesquisa, dedica seus esforços para realização das simulações termoenergéticas, levantamento dos custos de serviços e materiais das envoltórias e elaboração das planilhas que irão compor a biblioteca SQLite de cada banco de dado.

5. Considerações Finais

O emprego de ferramentas de decisão multicritério representa um passo importante em direção ao cumprimento dos objetivos de desenvolvimento sustentável. Através desses métodos, é possível realizar uma análise integrada que considera as interdependências e os *trade-offs* entre diferentes critérios, fornecendo um panorama mais completo nas escolhas de design e construção que influenciam o ciclo de vida completo da edificação. Em outras palavras, as ferramentas MDMC permitem que os tomadores de decisão abordem as questões de sustentabilidade presentes nos projetos com a complexidade a elas inerente.

O software RESIDE emerge como um instrumento que apoia os projetistas e tomadores de decisão, que se disponibilizam a enfrentar a complexidade crescente com práticas sustentáveis, desde as fases anteriores ao projeto arquitetônico. Contudo, o uso do RESIDE é condicionado a existência prévia de banco de dados para os distintos contextos urbanos, o que atualmente não está disponível.

O procedimento para a identificação de bancos de dados representativos ora proposto é um avanço para viabilizar a utilização em larga escala desse software. Entende-se que a sobreposição de classificações socioeconômicas, culturais e políticas – estabelecidas para todo o território nacional – e climáticas permite identificar as cidades de referências para as regiões intermediárias. A identificação das tipologias construtivas mais frequentes nessas cidades leva a bancos de dados que podem ser utilizados em cidades vizinhas com mesma condição climática. Esse tipo de simplificação dos bancos de dados se torna possível, pois o ELECTRE-III é um método que responde bem a situações nas quais não se pode confiar plenamente na exatidão dos valores atribuídos aos critérios, devido ao processo de sobreclassificação, concordância e discordância que ele realiza para classificar as alternativas.

Agradecimentos

O desenvolvimento deste trabalho foi possível graças ao financiamento concedido pela FAPEMIG, por meio do edital de demanda universal, processo número APQ-00165-18, para o projeto de pesquisa intitulado “Ferramenta de apoio à tomada de decisão multicritérios considerando desempenho térmico e aquecimento de água em edificações residências: plataforma de acesso público para o estado de Minas Gerais”.

Referências

[1] MITCHELL, Melanie. Complexity: a guide tour, New York, Oxford University Press, 2009, ISBN 978-0-19-979810-0. 349 p.

- [2] EPE. NOTA TÉCNICA EPE 030/2018 Uso de Ar Condicionado no Setor Residencial Brasileiro: Perspectivas e contribuições para o avanço em eficiência energética. Brasília, EPE, 2018. 43 p.
- [3] LOURA, Rejane Magiag, RAMOS, Bruno S., MAIRINK, Ana J. M., ASSIS, Eleonora S.; BASTOS, Leopoldo E. G. Multicriteria decision tool to assist in decisionmaking of housing envelop solutions and heating water system. INTERNATIONAL JOURNAL OF DEVELOPMENT RESEARCH, v. 09, p. 27445-27452, 2019. ISSN: 2230-9926
- [4] ROY, B. Electre- III, un algorithme de classements fondé sur une representation floue des préférences de critères multiples. Sema, Rapport de recherche n.81, Paris, 1977.
- [5] EBADI TORKAYESH, Ali; FATHIPOIR, Fariba; SAIDI-MEHRABD, Mohammad. Entropy-based multi-criteria analysis of thermochemical conversions for energy recovery from municipal solid waste using fuzzy VIKOR and ELECTRE III: case of Azerbaijan region, Iran. Journal of Energy Management and Technology, v. 3, n. 1, p. 17-29, 2019. doi: 10.22109/jemt.2018.134505.1098
- [6] BATTISTI, Fabrizio. ELECTRE III for strategic environmental assessment: a “Phantom” approach. Sustainability, v. 14, n. 10, p. 6221, 2022. <https://doi.org/10.3390/su14106221>
- [7] KOSOVA, Robert; QENDRAJ, Daniela Halidini; XHAFAJ, Evgeni. Meta-analysis ELECTRE III and AHP in evaluating and ranking the urban resilience. Journal of Environmental Management & Tourism, v. 13, n. 3, p. 756-768, 2022. Online-ISSN: 2068-7729
- [8] LABED, Kaouter; HAMDADOU, Djamilia; TRIFA, Mohamed. Towards a Spatial Decision Support System for Territory Planning. The journal of contemporary issues in business and government, v. 30, n. 1, p. 25-36, 2024.
- [9] SALVADOR, Guilherme et al. ELECTRE applied in supplier selection—a literature review. Procedia Computer Science, v. 232, p. 1759-1768, 2024. ISSN 1877-0509, <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.01.174>.
- [10] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR12721: Avaliação de custos unitários de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edilícios - Procedimento, Rio de Janeiro, 2006. 91 p
- [11] IBGE. Divisão regional do Brasil em regiões geográficas imediatas e regiões geográficas intermediárias: 2017, Rio de Janeiro: IBGE, 2017. 82p. ISBN 978-85-240-4418-2
- [12] Nimer, E. Um modelo metodológico de classificação de climas. Revista Brasileira de Geografia, Rio de Janeiro, v. 41, n. 4, p. 59-89, out./dez. 1979.
- [13] Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais. Mapa Köppen Brasil Detalhado. Disponível em <https://www2.ipef.br/geodatabase/> . Acessado em 25 de março de 2024.
- [14] IBGE. IBGE Cidades. Disponível em <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acessado em 24 de março de 2024.
- [15] FJP. Regiões Geográficas Intermediárias de Minas Gerais. Disponível em <https://fjp.mg.gov.br/regioes-geograficas-intermediarias-de-minas-gerais/>. Acessado em 24 de março de 2024.