

ANÁLISE DE PREFERÊNCIAS EM ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES: A Essência do Mercado Imobiliário com Enfoque Multicritério

Preference Analysis in Valuation Engineering: The Essence of the Real Estate Market with a Multicriteria Approach

RESUMO

Os métodos multicritérios para avaliar bens, no âmbito científico, são frequentemente utilizados para auxiliar decisões no setor imobiliário. Entretanto, além de não aferir desempenho e precisão, a maioria dos trabalhos desenvolveram metodologias avaliativas que desconsideram preferências dos atores do mercado imobiliário. Portanto, o objetivo deste trabalho é propor metodologia multicritério, considerando as preferências do vendedor e comprador, desenvolvida em quatro etapas. Na primeira, definiu-se uma concepção conceitual de preferências sob as perspectivas de quem vende e compra imóveis. Para tanto, assumiu-se que o preço é condição econômica e o anseio do decisor (indivíduo), pois comprar e vender é decisão circunstancialmente motivada pela importância que cada indivíduo afere sobre o atributo, ou conjunto de atributos, do imóvel em questão. Na segunda etapa, adotou-se procedimentos para modelagem multicritério comparando métodos TOPSIS-AHP e PROMETHEE-AHP. Pela terceira etapa adotou-se procedimento para avaliar imóveis, aferir precisão e diferenças na estimativa de valores dos modelos multicritérios. Na última etapa, fez-se a pesquisa de dados de mercado de oferta de apartamentos, cujo procedimento metodológico foi aplicado na área urbana da cidade de Belém/PA. Os resultados apontaram que, pelo PROMETHEE-AHP (teoria da prevalência), obteve-se melhor desempenho, precisão e diferenças foram satisfatórias para estimar o valor de preferência para aquisição e transação de apartamentos, quando comparado ao TOPSIS-AHP (teoria da utilidade). Em geral, com base na teoria decisória da prevalência, estimar valores de imóveis por métodos multicritérios são apropriadas quando se deseja considerar preferências individuais e não enviesar valores para um dos atores do mercado imobiliário.

Palavras-Chave: Preferências; Comprador; Vendedor; Mercado Imobiliário; Modelagem Multicritério.

ABSTRACT

The multi-criteria methods for valuing property, in the scientific field, are often used to aid decisions on real estate. However, in addition to failing to measure performance and accuracy, most methodologies didn't consider the preferences of real estate market players. Therefore, the aim of work is to propose a multi-criteria methodology, considering the preferences of the seller and buyer, developed in four stages. In 1st, a conceptual conception of preferences was defined from the perspective of those who sell and buy real estate. To this end, it was assumed that price is the economic condition and desire of the decision-maker (individual), since buying and selling is a decision circumstantially motivated by the importance that each individual attaches to the attribute or set of attributes of the property in question. In 2nd, procedures were adopted for multi-criteria modelling by TOPSIS-AHP and PROMETHEE-AHP. In 3rd, proceeding adopted to evaluate properties, precision and differences in the values estimation by multi-criteria models. The last stage involved researching market data on the supply of apartments, whose methodological procedure was applied in the urban area of Belém/PA. The results showed that PROMETHEE-AHP (prevalence theory) obtained better performance, accuracy and the differences were satisfactory for estimating the value of preference for apartment purchases and transactions, than TOPSIS-AHP (multi-attribute theory). In general, based on the decision theory of prevalence, estimating property values using multi-criteria methods is appropriate when you want to consider individual preferences and not bias values towards one of the players in the real estate market.

Keywords: Preferences; Buyer; Seller; Real Estate; Multi-criteria Modelling.

1. INTRODUÇÃO

Ainda que métodos para estimar o valor de bens sejam normatizados pela ABNT NBR 14.653, dando ênfase ao método comparativo direto de mercado (MCDDM), limitações de alguns fatores homogeneizantes, face as restrições quanto a validação e abrangências regionais na sua aplicação; condicionam que na prática da Engenharia de Avaliações é usual adotar o tratamento científico (LISBOA; CHAVES JÚNIOR, 2023).

Assim, a metodologia científica é caracterizada pela aplicação da estatística de regressão linear (RL, simples ou múltipla), sendo comum utilizar a técnica dos mínimos quadrados ordinários (MQO) para calcular o(s) estimador(es) da(s) variável(is) independente(s). Desse modo, se produz uma função que estima a variável dependente (geralmente associado ao valor total ou unitário do bem), aditado da parcela de erros.

Lisboa e Chaves Júnior (2023) referiram que, além de complexo, o rigor axiomático estatístico é condição limitante para utilizar “RL” para extrapolações. Embora os estimadores sejam aferidos para minimizar a parcela de erros, a própria imprecisão dos dados coletados no mercado imobiliário é outro limitador para sua utilização. Assim, diversos estudos foram desenvolvidos para superar tais condicionamentos e limitações.

Embora não normatizadas, a “RL” pode ser condicionada à regressão linear ponderada (RLP) (e.g., DROUBI; FLORÊNCIO, 2024), generalizada (RLG) (e.g., FLORÊNCIO, 2010), geograficamente ponderada (RLGP), muito utilizada para avaliações em massa (e.g., UBERTI et al., 2021; ZILLI et al., 2022) e, regressão logística (RLOG) (e.g., SALDANHA; DUARTE, 2021) para avaliar imóveis.

Para superar limitações da “RL” alguns trabalhos empregaram a inteligência artificial para avaliar imóveis, e.g., inferência “fuzzy”, redes neurais artificiais (RNA) e sistema “neuro-fuzzy” (e.g., GONZÁLES; FORMOSO, 2006; DUARTE et al., 2007; MELLO; SANTELLO, 2012; SANTOS JR, 2014; PELLI; BOLINELLI JUNIOR, 2015; LIMA, 2017; MALAMAN; AMORIN, 2017; SURGELAS et al., 2020; LISBOA; CHAVES JÚNIOR, 2023).

Ainda que os modelos “RLP”, “RLG” e “RLGP”, e aqueles baseados em inteligência artificial, tenham apresentado bons desempenho para avaliar imóveis, o propósito de auxiliar a seleção do imóvel pela estimativa de valor não se fundamentou na teoria das decisões. Assim, considerando que os dados de imóveis são invariavelmente coletados por fontes que priorizam a venda, as estimações por estes modelos podem expressar preferências viesadas de um ator do mercado imobiliário (vendedor em detrimento ao comprador).

Assim, para avaliar imóveis, tem sido frequente desenvolver metodologias multicritérios pelo método AHP (e.g., CARMO, 2016; DUARTE, 2021; GONÇALVES, 2022), MACBETH (e.g., OLIVEIRA; FREITAS, 1997; OLIVEIRA et al., 2008); TOPSIS-AHP (e.g., SERRÃO et al., 2023). Rangel e Gomes (2009a; 2009b), aditado do método UTA e UTA-CR (*Utilité Additive*-CRiteria); Moreira et al., (2010), aditado à “RNA”, Krohling e Souza (2012), mais lógica “fuzzy”, utilizaram o TODIM (Tomada de Decisão Interativa Multicritério), método baseado na teoria dos prospectos (KAHNEMAN; TVERSKY, 1979), para avaliar aluguéis de imóveis residenciais.

Entretanto, além de não aferir desempenho e precisão da modelagem multicritério, é usual utilizaram-se de métodos de agregação (teoria da utilidade e dos prospectos). Métodos com base na teoria da prevalência são pouco utilizados (e.g., PALMA; PEREIRA, 2019). Outrossim, tais metodologias adotaram concepções que podem subestimar o processo decisório, cujo valor estimado do imóvel é viesado, ora considerando preço de oferta critério, ora relacionando empiricamente ao imóvel selecionado. Assim, a principal vantagem da modelagem multicritério é desconsiderado, não aferindo preferências para aquisição e transação de imóvel.

Para superar estas limitações, o objetivo deste trabalho é desenvolver uma metodologia multicritério que considere expressar as preferências destes atores sob o valor de compra ou venda, aferindo o desempenho e precisão na estimativa do valor de apartamentos. Recorrendo aos métodos TOPSIS-AHP e PROMETHEE-AHP, a metodologia foi aplicada na área urbana de Belém/PA. Assumiu-se que as referidas preferências se manifestam apenas sobre atributos (critérios) dos imóveis, cujo valor de aquisição é condição econômica do comprador e o valor de transação é o anseio do vendedor, validando suas preferências. Assim, apresentou-se sintético referencial teórico sobre a teoria do processo decisório, a metodologia, resultados e conclusões.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. ORIGENS E TEORIA DO PROCESSO DECISÓRIO

Embora a história da análise multicritério tenha iniciada com o trabalho de Pareto, foi pelo estudo de Daniel Bernoulli, em 1738, que se lançou as bases para a Teoria das Decisões Moderna (TDM) (CARRIÇO, 2014). Neste estudo, a teoria matemática sobre a análise do risco, combinando elementos de caráter objetivo e subjetivo, se associaram ao comportamento humano frente as decisões quando o futuro é incerto.

Considerando o cenário das decisões, Carriço (2014) referiu que, desde o século XVIII, contribuições à forma de agregar opiniões para escolha coletiva, no âmbito de eleições, basearam as atuais concepções teóricas de abordagens e métodos multicritérios: os paradoxos de “Borda” e “Condorcet” (NURMI, 1999).

Ainda que estas contribuições tenham sido as bases precursoras das principais escolas de pensamento da análise multicritério, Tsoukiàs (2007a); Carriço (2014) referiram sobre o paradoxo de “Arrow” e “Allais”, os quais foram as bases para desenvolvimento da Teoria da Escolha Social (TES).

Convém lembrar que os primeiros estudos formais sobre análise multicritérios foram desenvolvidos pós-revolução francesa, para atribuir penas aos réus julgados em tribunais (POMEROL; BARBA-ROMERO, 2000). Parmigiani e Inoue (2009) afirmaram que a teoria da probabilidade subjetiva (TPS) foi a primeira tentativa de desenvolver um formalismo para lidar com a incerteza e variabilidades nas tomadas de decisão e previsão.

Com base em “Borda”, “Condorcet” e “TPS”, Ramsey (1926) afirmou que a “TDM” pressupõe que as pessoas se empenham ao máximo quando as decisões a serem tomadas são simples, considerando-as racionais, pois são capazes de expressar suas preferências básicas.

Entretanto, o formalismo para resolver problemas de decisão foi baseado em modelo de racionalidade, cuja premissa foi do “*homo economicus*” ou teoria da racionalidade econômica (TRE). Carriço (2014); Lisboa (2023) referiram que, por esta premissa, o decisor tem conhecimento absoluto das opções possíveis da ação, e que pode, assim, escolher “a melhor opção” ou “solução ótima”, cujo único critério é a eficiência econômica. Jacquet-Lagrize e Siskos (1982) referiu que a “TRE” se abstrai dos interesses particulares do decisor.

Entretanto, na prática, são muitas as situações de tomada de decisão que envolvem vários decisores e múltiplos “pontos de vista” que podem ser conflituosos entre si. Assim, Simon (1947) analisou a estrutura de decisão racional do indivíduo por três hipóteses: decisores conhecem seus problemas, problemas podem ser sempre formulados como de eficácia (ou eficiência) e, a informação e recursos para encontrar a solução do problema estão sempre disponíveis.

Embora no mundo real estas hipóteses raramente sejam satisfeitas, por estas premissas, Simon (1947) inaugurou a modelagem da racionalidade limitada (modelo Carnegie), onde as tomadas de decisões não são ótimas, mas satisfatórias (TSOUKIÀS, 2008; CARRIÇO, 2014).

Motta e Vasconcelos (2003) argumentaram que, pelo modelo de Carnegie, quando comparado ao modelo clássico com base na “TRE”, o decisor não é considerado o ser onisciente e racional, sendo limitados quanto:

- Ao processo cognitivo que, em geral, são aspectos subjetivos, e que podem estar relacionados às experiências anteriores do decisor (ou grupo de decisores) e às suas crenças;
- Aos interesses políticos e sociais, bem como os fatores psicológicos e emocionais, além de pressões afetivas e várias motivações pode influenciar o decisor (ou grupo de decisores).

Apesar das conclusões de Simon (1947) refutarem a “solução ótima” (não obrigatoriamente a solução de problemas reais), em regra geral, ao nível de decisão operacional, pode-se considerá-la. Por vezes, nos níveis decisórios estratégicos e táticos, utilizar modelos de otimização pode ser equivocado, se devendo tratar as decisões como satisfatórias (CARRIÇO, 2014; LISBOA, 2023).

Convém ressaltar que o trabalho de Simon (1947) possibilitou novas abordagens de auxílio à decisão e no desenvolvimento da inteligência artificial. Assim, para tentar superar a questão da incerteza, ambiguidade e linguística, foi que Zadeh (1965) publicou a teoria dos conjuntos difusos ou nebulosos (*fuzzy sets theory*).

É neste período (1960-1970) que os conceitos da tomada de decisão com enfoque multicritério foram considerados, realizando-se a primeira conferência sobre “*Multiple-Criteria Decision-Making*” na Universidade de Columbia (EUA), iniciando a modelagem multicritério para auxiliar decisões (BANA; COSTA, 1993a).

2.2. AÇÕES, CRITÉRIOS E AXIOMAS DO PROCESSO DECISÓRIO

Pela formulação do problema decisório, a modelagem multicritério é desenvolvida pela determinação de conjuntos de ações comparáveis (e.g., projetos, opções, alternativas) e da família de critérios. O conjunto de ações potenciais pode ser representado por “A”, sendo $A=\{a_1, a_2, \dots, a_i\}$, onde a_i é valor da i-ésima ação potencial ($i=1, 2, \dots, n$).

Soethe (1997) dissertou sobre a maneira como o decisor define o conjunto “A”, sendo dependente da forma como se pretende conduzir o processo decisório. Deste modo, ao admitir que o conjunto “A” possa ser não fechado (evolutivo), estar-se a referir sobre a essência do “auxílio à decisão”, vista como um processo de aprendizagem (abordagem construtivista, detalhada no item 2.4).

Assim, para cada ação, atribui-se atributos e qualidades como elementos reconhecidos de características da ação. Logo, para modelar contextos decisórios, deve-se fazer explicitar pelos decisores suas preferências

(ROY, 1996). Roy (1996) referiu que o decisor detém sistema único de preferências, necessitando desenvolver mecanismos e abordagens operacionais para conduzir a agregação de avaliações parciais de ações potenciais em função de vários critérios a serem considerados.

Ainda que possam surgir confusões conceituais entre ponto de vista e critério, neste trabalho assumiu-se a consideração referida por Roy (1999) e Carriço (2014), de modo que um ponto de vista é todo o aspecto da realidade que um ator (decisor) considera importante para a escolha entre várias ações. E, critérios servem de base para julgamentos e implica em modelos que possam estabelecer relações de preferência entre ações.

Deste modo, o critério “ c_1 ” é função do valor real do conjunto de ações “ A ”, com significado que permite comparar duas ações “ a_1 ” e “ a_2 ”, de acordo com determinado ponto de vista, usando dois números, $c_1(a_1)$ e $c_1(a_2)$. Considerando múltiplos critérios, o decisor constrói diferentes pontos de vistas, sendo necessário constituir famílias de critérios “ F ”, sendo $F=\{c_1, c_2, \dots, c_j\}$, onde c_j é j -ésimo critério ($j=1, 2, \dots, m$) (e.g., ZUFFO, 2011; CARRIÇO, 2014). Assim, concretiza-se a matriz multicritério de avaliação (“*pay-off*”), pelo que o valor da ação “ a_i ”, segundo o critério “ c_j ”, é expresso por $c_j(a_i)$ (Tabela1).

Tabela1 - Matriz multicritério de avaliação (“*pay-off*”).

CONJUNTO DE AÇÕES “ A ”	FAMÍLIA DE CRITÉRIO “ F ”			
	c_1	c_2	...	c_j
a_1	$c_1(a_1)$	$c_2(a_1)$...	$c_m(a_1)$
a_2	$c_1(a_2)$	$c_2(a_2)$...	$c_m(a_2)$
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
a_i	$c_1(a_i)$	$c_2(a_i)$...	$c_j(a_i)$

Portanto, para que a estruturação do problema de decisão seja correta, se faz necessário que o conjunto de critérios “ c_j ” forme uma família coerente de critérios “ F ” cumprindo três condições, designadas por “axiomas de Roy” (ROY, 1996; BISDORFF, 2002; ÖZTÜRK et al., 2005), caracterizadas e definidas como:

- **Exaustividade:** Considera como indiferentes duas ações as quais apresentam desempenhos iguais em todos os critérios. Assim, se “ a_1 ” e “ a_2 ” tiverem desempenhos iguais em todos os m -critérios, são consideradas indiferentes. Tal condição não se verifica quando algum critério “ j ” pertinente não é considerado.

- **Coesão:** Para qualquer ação, a melhoria do seu desempenho num critério “ j ” não pode piorar sua apreciação global. Assim, os desempenhos nos restantes m -critérios sejam inalterados, independentemente dos valores dos mesmos. Se “ a_1 ” é considerada preferível à “ a_2 ”, quando o nível de desempenho de critério “ j ” for melhor em “ a_1 ” à “ a_2 ”, e os níveis de desempenho forem iguais nos restantes m -critérios.

- **Não-redundância:** Todos os critérios devem avaliar aspectos relevantes e distintos entre si. Se impõe a excluir critérios que estejam avaliando características já avaliadas por outro critério. Para cumprir este axioma, não se pode retirar nenhum critério da família de critérios, sem afetar a exaustividade e coesão.

Figueira et al., (2005a) afirmaram que, face às limitações cognitivas da mente humana e da necessidade de obtenção de informação para implementar procedimentos de agregação, não seria aconselhável utilizar família de critérios superior a doze. Para atribuir importância relativa de critérios utiliza-se o termo “peso”. Este termo deve-se a afirmação de Roy (1999) onde critério com maior peso será o que desempenhará o papel mais importante na formação de preferências totais.

Carriço (2014) referiu que é enganador utilizar “peso”, pois o modo como operam depende da lógica subjacente ao método de agregação utilizado. Para alguns métodos, atribuir o maior “peso” a “ c_1 ” que “ c_2 ” não significa, obrigatoriamente, que a importância de “ c_1 ” > “ c_2 ”. Independentemente dos métodos de agregação, a importância relativa dos critérios está relacionada a “compensação das preferências” (“*trade-off*”).

Gomes e Gomes (2014) referiu sobre a possibilidade de fazer substituições de desempenhos entre critérios, compensando a desvantagem de um ou mais critérios por vantagem suficiente em outros. Embora Guitouni e Martel (1998) tenham classificado métodos de agregação compensatórios, não-compensatórios e parcialmente compensatórios, avaliar o grau de compensação de preferência entre critérios é limitação.

Zuffo (2011) considerou que o processo decisório se baseia na confrontação permanente de preferências de diferentes atores. Estas preferências movimentam-se por interações concomitantes e/ou sucessivas e agem no campo de interesse e poder interveniente. Assim, recorrer a modelos de preferências consiste na descrição matemática de agregação das preferências dos diferentes atores de decisão (e.g., CARRIÇO, 2014). O ator de decisão (decisor) e analista tem papéis distintos. Analista interpreta, quantifica opiniões dos decisores, estruturar o problema, modela e apresenta resultados para o decisor. O decisor, decide.

2.3. MODELOS DE PREFERÊNCIAS

Belton e Stewart (2003) classificou modelação de preferências individuais de critérios, onde a importância relativa pode alcançar diferentes níveis de desempenho; e, agregação de preferências, permitindo comparar critérios e combinar preferências nos múltiplos critérios.

Considerando que a modelação de preferências é importante elemento no processo decisório, Öztürk et al., (2005); Bouyssou e Vincke (2010); Carriço (2014) referiram que é por relações binárias, suas propriedades e estruturas que as modelações se constituem. Embora as relações binárias possam ser compreendidas pela teoria dos conjuntos (lógica aristotélica), Roy (1996); Gomes; Gomes (2014) definiram as principais relações que podem melhor refletir as preferências os decisores (Tabela2).

Tabela2 – Relações de preferência utilizadas no processo decisório.

Modelos	Definições e características
Indiferença (I)	A ação é indiferente à outra, onde “ a_1 ” é indiferente a “ a_2 ”, algebricamente definido como “ a_1Ia_2 ”. Portanto, existe razões claras e positivas que possam justificar a indiferença na escolha entre as duas ações “ a_1 ” e “ a_2 ”.
Preferência estrita (P)	A ação é estritamente preferida à outra, onde “ a_1 ” é estritamente preferida a “ a_2 ”, algebricamente definido como “ a_1Pa_2 ”. Portanto, existe razões claras e objetivas que justificam a preferência significativa em favor da ação “ a_1 ” em relação à “ a_2 ”.
Preferência fraca (Q)	A ação é fracamente preferida à outra, onde “ a_1 ” é fracamente preferida do que “ a_2 ”, algebricamente definido como “ a_1Qa_2 ” (hesitação entre as relações de indiferença e preferência estrita). Portanto, existem razões claras e objetivas que não envolvem “ a_1Pa_2 ”, mas estas razões são insuficientes para que seja assumida “ a_1Pa_2 ” ou “ a_1Ia_2 ”.
Incomparabilidade de (R)	A ação é incomparável à outra, onde “ a_1 ” é incomparável a “ a_2 ”, algebricamente definido como “ a_1Ra_2 ” (hesitação entre “ a_1Pa_2 ” e “ a_2Pa_1 ”). Portanto, tem-se a inexistência de razões claras e objetivas para justificar uma das três situações precedentes (“ a_1Pa_2 ”, “ a_1Ia_2 ”; e, “ a_1Qa_2 ”).
Preferência (>)	A ação é preferida à outra, onde “ a_1 ” é preferida a “ a_2 ”, algebricamente definido como “ $a_1>a_2$ ”. Corresponde à nova interpretação do conceito de preferência estrita da teoria clássica, a partir dos conceitos de preferência forte e fraca.
Não-preferência (-)	A ação não é preferida à outra, onde “ a_1 ” não é preferida a “ a_2 ”, algebricamente definido como “ $a_1\sim a_2$ ”. Corresponde a uma nova interpretação do conceito de indiferença da teoria clássica, considerando-se que este inclui a indiferença e a incomparabilidade.
Presunção de preferência (J)	A ação tem preferência presumida à outra, onde “ a_1 ” tem preferência presumida a “ a_2 ”, algebricamente definido como “ a_1Ja_2 ”. Portanto, existem razões claras e objetivas que justifiquem a preferência fraca, sem se preocupar o quão fraco seja, em favor de “ a_1 ” a “ a_2 ”, mas não existe nenhuma divisão significativa estabelecida entre “ a_1Qa_2 ” e “ a_1Ia_2 ”.
K-preferência (K)	Quando a ação tem preferência estrita à outra ou incomparável entre elas, algebricamente definido como “ a_1Ka_2 ”. Portanto, existem razões claras e objetivas que justifiquem “ a_1Pa_2 ”, ou “ a_1Ra_2 ”, mas não existe divisão significativa estabelecida entre “ a_1Pa_2 ” e “ a_1Ra_2 ”.
Prevalência (S)	Quando a ação tem prevalência à outra, onde “ a_1 ” tem prevalência a “ a_2 ”, algebricamente definido como “ a_1Sa_2 ”. Corresponde à existência de argumentos suficientemente fortes para “ a_1Pa_2 ”, ou “ a_1Qa_2 ”, ou “ a_1Ia_2 ”. Entretanto, não é possível, distinguir entre três situações (“P”, “Q” e “I”), onde “ a_2 ” não é pior que “ a_1 ”.

Neste trabalho, convencionou-se adotar que, algebricamente, a relação binária “ T ” de “ A ” é conjunto de pares ordenados (a_1, a_2). Logo, é usual referir que “ a_1Ta_2 ”, i.e., pares ordenados (a_1, a_2) pertence ao conjunto “ T ”, em detrimento de (a_1, a_2) $\in T$ (GUITOUNI; MARTEL, 1998; GOMES; GOMES, 2014). Seja o conjunto “ A ” de ações; constituem-se o conjunto de relações binárias “ T ” (T_1, T_2, \dots, T_i) sobre “ A ”, que devem satisfazer às exigências de exaustividade e não redundância (“axioma de Roy”). Pela importância das relações “ T ” para a modelar preferências dos agentes de decisão, Gomes e Gomes (2014) consideraram cinco propriedades:

- Reflexividade: A relação “ T ” é reflexiva se (aTa) para todo $a\in A$, i.e., se (a, a) $\in T$, para todo $a\in A$. Se o conjunto $A=\{a_1, a_2, a_3\}$, a relação binária é reflexiva se contiver pares (a_1, a_1), (a_2, a_2), (a_3, a_3).
- Irreflexividade: A relação “ T ” é irreflexiva quando [aTa] ou (a, a) $\notin T$.

- Simetria: A relação “ T ” é simétrica se (a_1Ta_2) ou (a_2Ta_1) , i.e., $(a_1,a_2) \in T$ sempre que $(a_2,a_1) \in T$.
- Assimetria: A relação “ T ” é assimétrica quando $[a_1Ta_2]$, i.e., $(a_1,a_2) \in T$ e nem sempre $(a_2,a_1) \notin T$; e,
- Transitividade: A relação “ T ” é transitiva sempre que (a_1Ta_2) , (a_2Ta_3) e (a_1Ta_3) , i.e., $(a_1,a_2) \in T$ e $(a_2,a_3) \in T$, então $(a_1,a_3) \in T$. Deste modo, os subconjuntos $(a_1, a_2, a_3) \in A$.

Bouyssou e Vincke (2010) referiram sobre outras propriedades: antissimétrica, fracamente completa, completa, negativamente transitiva, semitransitiva e relação de Ferrers. Öztürk et al., (2005) consideraram estabelecer ordem de preferência para facilitar as estruturas de preferência. Vincke (1992); Carriço (2014) classificaram em cinco tipos de estruturas decisórias, descritas na Tabela3.

Tabela3 – Estruturas de preferência utilizadas no processo decisório.

Estrutura	Definições e características
Pré-ordem completa	Caracterizada pela noção intuitiva de classificação, sendo admitido que duas ações sejam iguais. Assim, “ a_1 ” e “ a_2 ” são exaustivas e mutuamente exclusivas, “ a_2 ” tem propriedade assimétrica e transitiva, e “ a_1 ” tem propriedade simétrica e transitiva.
Ordem completa (simples ou linear)	Caracterizada pelas comparações em que uma das ações seja preferencial a outra, não sendo possível equidade entre elas
Semi-ordem	Caracterizada pela existência de um “limiar de indiferença”, em que o decisor não consegue determinar a diferença ou não declara a preferência na relação binária (T). a relação “ T ” num conjunto “ A ” é completa, apresenta a relação de Ferrers e é semitransitiva
Ordem de intervalo	Esta estrutura é caracterizada quando os limiares são variáveis, pelo que a relação “ T ” num conjunto “ A ” é completa e apresenta a relação de Ferrers.
Pseudo-ordem	Caracterizada por apresenta limiar de indiferença, sendo clara a indiferença, e limiar de preferência, onde não há dúvida sobre a preferência entre uma relação binária.

Definido as principais relações binárias, suas propriedades e estruturas para modelagem de preferência, os tipos de abordagem, fases do processo e problemas decisórios são elementos essenciais para apresentação dos principais métodos multicritérios de auxílio a decisão e suas aplicações.

2.4. ABORDAGENS, FASES E PROBLEMAS DE DECISÃO

Öztürk (2005); Bouyssou et al., (2006); Menezes et al., (2007); Tsoukiàs, (2007b); Gomes e Gomes (2014); Carriço (2014) referiram sobre as quatro principais abordagens de decisão:

- Normativista: Estrutura racional do processo decisório efetuada pelo analista através de regras ou normas pré-estabelecidas, cujo modelo é baseado na “TER” (“*homo economicus*”). Pressupõem-se que existe único objetivo, com completa informação do problema, cujas preferências são constantes (decisor não muda opinião) e a decisão é “ótima” (função utilidade).
- Descritivista: Analisa como os decisores efetuam suas escolhas em contexto decisório, pelo que se tenta descrever um comportamento de forma tão sistemática quanto possível. São os modelos generalistas aplicados a diferentes decisores com problemas decisórios semelhantes.
- Prescritivista: Combina as consequências da abordagem normativista e o empirismo observacional da abordagem descritivista, determinando “o que pode” e “o que deve ser feito” no processo decisório.
- Construtivista: Considera a relação conjunta entre analista e decisor, e que possibilita construir modelos de sistema de valores e preferências.

Dias e Tsoukiàs (2004); Carriço (2014) enfatizaram que a interação entre diferentes abordagens é a mais perceptível na construção de metodologias de auxílio à decisão sendo conveniente referir sobre suas fases. Simon (1977) e Roy (1985) classificaram as fases em: inteligência, concepção, escolha e revisão. Guitouni e Martel (1998) consideraram utilizar metodologias multicritérios por processo recursivo não-linear, cujas fases se dividiram em: estruturação do problema de decisão; articulação e modelação das preferências; agregação da avaliação das alternativas (preferências); e, elaboração das recomendações.

Belton e Steward (2003) propuseram as seguintes fases: identificar e estruturar o problema; construir e utilizar modelos; e, desenvolver planos de ações. Tsoukiàs (2007a; 2008) consideraram as fases de decisão: representar a situação problema; formular o problema; modelar a avaliação; e, recomendar a decisão final. Matos (2007) referiu que, independentemente das fases do processo decisório, deve-se recorrer a abordagem

construtivista. Sobre problemas decisórios, Hajkowicz e Collins (2007) dividiu-os em discretos e contínuos. Os discretos são caracterizados por conjunto discreto de ações, descritos por atributos. Os contínuos envolvem número infinito e possível de ações definidos, cujos tipos estão na Tabela4.

Tabela4 – Tipos e caracterização de problemas decisórios discretos.

Problemas	Definições e características
Seleção ($P\alpha$)	Selecionar (escolher) a “melhor” (“ideal”) ação para a globalidade dos critérios e no conjunto de todas as ações consideradas.
Classificação ($P\beta$)	Atribuir para cada ações a correspondente categoria (classes), as quais sejam pré-definidas e mais adequadas (satisfatórias).
Ordenação ($P\gamma$)	Recomendar ordenação (seriação), parcial ou completa, do conjunto de ações.
Descrição ($P\delta$)	Descrever as ações a serem consideradas através de suas consequências e formalizar o respectivo procedimento cognitivo (i.e., esclarecer qual a decisão a ser tomada pela descrição em linguagem adequada).

2.5. MÉTODOS DE AUXÍLIO A TOMADA DE DECISÃO (MDCA)

As ferramentas decisórias produzidas no cenário militar inglês e norte-americano, pós-segunda guerra mundial, sendo aplicada em diversos ramos da Engenharia, administração pública e empresarial, etc (ZUFFO, 2011). Assim, a tomada de decisão de múltiplos critérios (MCDM: *Multi-Criterial Decision-Making*) tornou-se internacionalmente reconhecida. Hwang e Masud (1981) classificou “MCDM” em: múltiplos atributos (MADM: *Multiple-Attribute Decision-Making*) e objetivos (MODM: *Multiple-Objective Decision-Making*).

Os métodos MODM se aplicaram a problemas com espaço contínuo de ações, onde o conjunto de soluções são infinitas. As decisões multiatributos (MADM) se caracterizam por dispor de espaço discreto de ações (conjunto de soluções é finito) (PEREIRA, 2003; ZUFFO, 2011; CARRIÇO, 2014). Convém referir que neste trabalho se enfatizará os métodos “MADM”.

Entretanto, é importante dissertar que, foi nos anos de 1980, que o processo de otimização dos métodos desenvolvidos pela escola norte-americana figurou como as principais críticas levantadas pelo matemático francês Bernard Roy, inaugurando a escola francesa de tomada de decisões (escola europeia). Esta condição, levaria a imposição do resultado ao decisor, de modo que o direcionamento das preferências levantadas o conduziria para a “melhor solução” ou “solução mais racional” (ZUFFO, 2011).

A este propósito, Zuffo (2011) considerou que a existência de funções de preferências representaria o pensamento do decisor, divididas em três técnicas que: (i) geram um conjunto das soluções não dominadas (não considerando as preferências do decisor, pelo que se baseavam apenas nas restrições físicas do problema), (ii) incorporam as preferências do decisor (métodos progressivos); e, (iii) utilizam uma articulação progressiva das preferências (métodos dirigidos).

Ainda que a classificação dos métodos multicritério sejam usualmente orientadas pelas escolas norte-americana e europeia, Carriço (2014) referiu que, a classificação de aceitação geral é difícil, posto que são inúmeros os métodos da análise multicritério, com características muito variadas.

Neste sentido, Roy (1999) propões que os métodos poderiam se enquadrar em três categorias: critério de aproximação única de síntese (desconsiderando qualquer incomparabilidade); aproximação hierárquica de síntese (aceitando incomparabilidades); e, aproximação do julgamento local interativo (tentativa e erro).

Vinke (1992) classificou os métodos baseado na teoria da utilidade multiatributos (MAUT-*MultiAttribute Utility Theory*), relações hierárquicas (*outranking*); e, métodos interativos. Zionts (1992) classificou quatro categorias de métodos de análise multicritério: programação matemática multicriterial, alternativas discretas multicriteriais, teoria da utilidade multiatributos; e, teoria da negociação.

Lootsma (1999) propuseram outra estrutura de classificação, de modo a enfatizar a programação matemática multiobjetivo, MAUT, *outranking*; e, desagregação de preferências. Shärling (1996) classificou métodos de agregação completa, parcial e local. Zuffo (1998; 2011) propôs classificar os métodos multicritério em quatro famílias, respectivamente referidas pela classificação de Lootsma (1999).

Wang et al., (2009) apresentaram a classificação em três categorias de métodos: elementares, baseados na teoria MAUT; e, de prevalência (*outranking*). Embora os métodos classificados por Wang et al., (2009) sejam simples e objetivos, para este trabalho descreve-se no APÊNDICE I o método TOPSIS (*Technical Order Preference Similarity Ideal Solution*). Este método é baseado na teoria da utilidade, como AHP e TODIM, são

mais utilizados para a avaliação de imóveis (e.g., RANGEL; GOMES, 2009a; 2009b; MOREIRA et al., 2010; KROHLING; SOUZA, 2012; CARMO, 2016; DUARTE, 2019; GONÇALVES, 2022). Baseado na teoria da prevalência, ELECTRE (*ELEction et Choix Traduisant la Réalité*) e PROMETHEE (*Preference Ranking METHod for Enrichment Evaluation*) são métodos mais usuais. Palma e Pereira (2019) usaram PROMETHEE (APÊNDICE II) e desenvolveram a plataforma Konstit Urb@ para avaliar imóveis. O MACBETH (*Measuring Attractiveness by a Categorical based Evaluation Technique*) (BANA e COSTA; VANSNICK, 1994), base teórica na escola norte-americana e europeia, foi utilizado por Oliveira et al., (2008) para avaliação de imóveis.

3. METODOLOGIA

O desenvolvimento metodológico, baseado em Belton e Steward (2003), estruturou-se por quatro etapas: (i) adoção de um modelo conceitual (identificar e estruturar o problema decisório); (ii) modelagem multicritério (construir e utilizar modelos); (iii) procedimento de avaliação e estimativa de precisão (desenvolver planos de ações para avaliar imóveis); e, (iv) caracterização da área de estudo, cuja “layout” está ilustrado na figura 1.

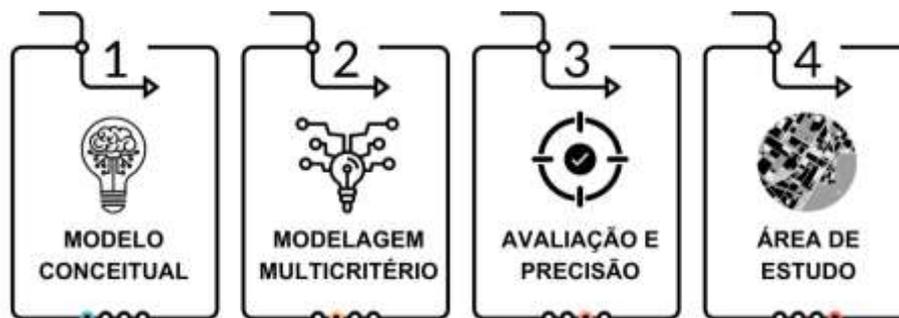


Figura 1 – Etapas do desenvolvimento metodológico.

Pela primeira etapa definiu-se a concepção conceitual de preferências sob perspectivas dos atores do setor imobiliário (vendedor/comprador). Na segunda etapa, desenvolveu-se os procedimentos de modelagem pelos métodos TOPSIS-AHP e PROMETHEE-AHP, considerando o problema decisório de “seleção”. E, pela terceira etapa, adotou-se procedimento para avaliar imóveis e estimar a precisão. Na última etapa, fez-se a caracterização da área de estudo e pesquisa de dados de mercado de oferta referente a apartamentos.

3.1. MODELO CONCEITUAL: PREFERÊNCIAS SOB A ÓTICA DO COMPRADOR E VENDEDOR

Ainda que os estudos sobre as preferências do consumidor em adquirir imóveis para moradia tenham sido revisadas por Brito e Brandstetter (2022), estes autores referiram sobre a escassez de estudos nacionais quanto a específicos critérios para a tomada de decisão na compra de imóveis. Entretanto, pelas literaturas revisadas, ao menos três fatores podem afetar a decisão em comprar imóveis para moradia: características físicas do imóvel, pessoais ou psicológicos; e, espaciais (localização) (e.g., FLACH, GONZÁLEZ, KERN, 2012; ALBACETE, PASANEN, KOLEHMAINEN, 2012; BEN-SHAHAR; GOLAN, 2014; GRUM; KOBAL GRUM, 2015; D’ACCI, 2019).

A este propósito, o viés cognitivo das decisões no mercado imobiliário habitacional é influenciado pela forma como os dados são apresentados, se de forma positiva ou negativa, posto que o instinto humano é marcado pela aversão à perda (KAHNEMAM; 2012). Neste sentido, o comprador e vendedor tem diferentes preferências sobre o mesmo imóvel, pelo que o primeiro deseja comprar por menor preço e o segundo deseja vender por maior preço, assumindo que seja esta consideração a essência do mercado imobiliário.

Neste contexto, nenhum estudo referiu sobre a perspectiva da venda de imóvel, pois neste processo o agente imobiliário pode influenciar a transação, de modo a induzir (ou não) o comportamento do consumidor. Assim, a priori, sob a ótica do vendedor, a transação de imóveis deve satisfazer as suas prioridades pessoais ou corporativas, enfatizando a sua preferência para venda do imóvel por preço de maior monta financeira.

Assim, por esta concepção, um índice é proposto para expressar as preferências dos atores do mercado imobiliário para aquisição e transação de imóveis sob a ótica do comprador e vendedor, respectivamente. Este índice de preferência (IP) é função de múltiplos critérios que consideram a importância (peso) de atributos endógenos (associado as características físicas) e exógeno (associado a qualidade da vizinhança e facilidade de acesso aos centros urbanos), respectivamente.

O referido IP, que varia entre 0 e 1, classificado em cinco graus de preferências (muito baixo – “MB”, baixo – “B”, moderado – “M”, alto – “A”; e, muito alto – “MA”), pela ótica do comprador (IPC) e vendedor (IPV), é validado pelo “poder de explicação” com preços de oferta. Deste modo, quanto maior for o preço de oferta, maior será a preferência (“ideal”) pela transação do imóvel (ponto de vista do vendedor) e, de forma inversa, menor é a preferência (“não-ideal”) pela sua aquisição (ponto de vista do comprador). Assim, pela figura 2, o diagrama de preferências para avaliação de imóveis (DPAI) é proposto.

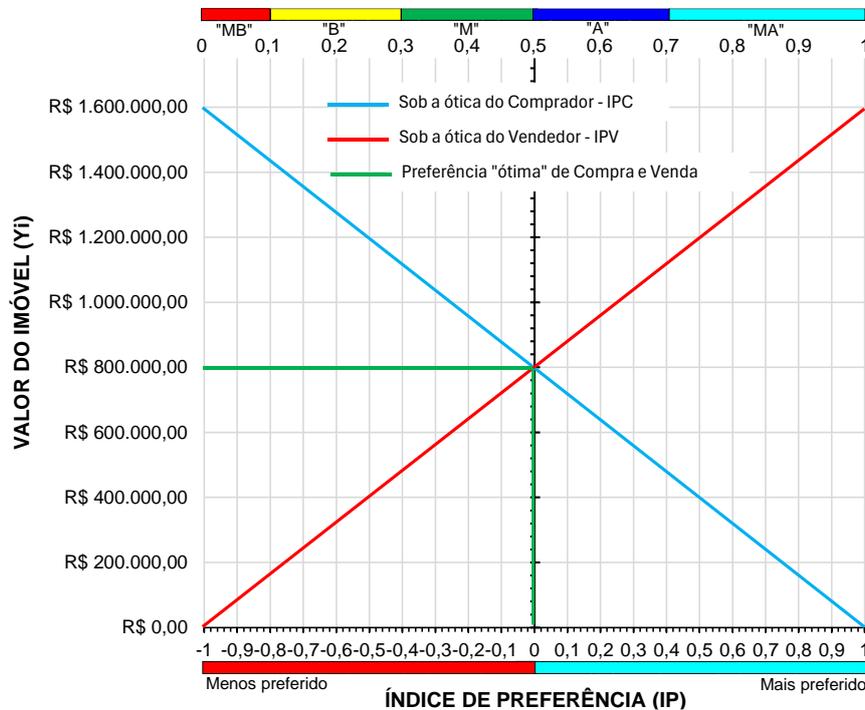


Figura 2 – Diagrama de preferências para avaliação de imóveis (DPAI).

Pelo referido DPAI, em tese, assume-se que o preço (monta financeira) é apenas a condição econômica e o anseio do decisor (indivíduo), pois a compra e venda do imóvel é circunstancialmente motivada pela importância (peso) que cada indivíduo afere sobre o atributo ou conjunto de atributos endógenos e exógenos deste bem em questão. Portanto, o ponto de interseção, que prioriza a transação e aquisição de imóveis, é o preço “ótimo”, sendo satisfeito as preferências sob ótica do vendedor e comprador.

Para tornar prático a modelação conceitual das preferências para priorizar a compra e venda de imóveis, considerando ser esta a essência do mercado imobiliário, definiu-se a área de estudo e critérios endógenos e exógenos (atributos) disponíveis. Ainda assim, desenvolveu-se o procedimento de modelagem multicritério pelos métodos TOPSIS (APÊNDICE I) e PROMETHEE (APÊNDICE II), cujo julgamento de importância (peso) entre critérios foi efetuado pela implementação do método AHP.

3.2. MODELAGEM MULTICRITÉRIO PARA AVALIAR IMÓVEIS

Para avaliar imóveis com enfoque multicritérios recorreu-se aos métodos TOPSIS-AHP e PROMETHEE-AHP, sendo desenvolvido seis fases (Figura 3). A primeira se estabeleceu o julgamento de importância entre os critérios endógenos e exógenos, considerando “ponto de vista” do vendedor (que prioriza a transação de imóvel mais vantajosa) e do comprador (que prioriza a aquisição de imóvel mais vantajoso).

Assim, utilizou-se o método AHP assumindo que o consistente julgamento de importância entre critérios deve satisfazer duas preferências: pelo vendedor, cujo critério endógeno tem maior importância que o exógeno; e, pelo comprador, cujo critério endógeno tem menor importância que o exógeno. A segunda etapa está associada ao estabelecimento de duas premissas ao processo de otimização pelo método TOPSIS e PROMETHEE.

A primeira premissa está relacionada a ótica do vendedor, onde definiu-se que critérios endógenos são “benefícios” (maximizando) e exógenos são “custos” (minimizando). Deste modo, quando o imóvel apresentar maior área útil (X_1), número de dormitórios (X_2), suítes (X_3) e vagas de garagem (X_4), é mais preferido pelo vendedor.



Figura 3 – Fases para a modelagem multicritério para avaliar imóveis.

Em contraponto, quanto maior for a magnitude do impacto do alagamento (X_5) na localidade onde o imóvel se situar, e piores forem as condições de bem-estar urbano (X_6), menos preferido ele se apresenta para o vendedor. Importante ressaltar que este trabalho assumiu serem estes critérios (atributos) a serem consideradas no estudo de caso (detalhado no subitem 3.4).

A segunda premissa está associada a ótica do comprador, definindo que critérios endógenos são “custos” (minimizando); e, exógenos são “benefícios” (maximizando). Assumiu-se que, independentemente do imóvel apresentar maior área útil (X_1), número de dormitórios (X_2), suítes (X_3) e vagas de garagem (X_4), a preferência do comprador para sua aquisição considera a menor magnitude do impacto do alagamento (X_5) na localidade onde o imóvel se situar, e melhores condições de bem-estar urbano (X_6).

Assim, pelas referidas premissas, estimou-se o valor dos índices IPV e IPC pelas equações (14) e (19), descritas nos APÊNDICES I e II, pelos respectivos métodos TOPSIS e PROMETHEE. Quando desenvolvido o processo de validação, pode-se obter o valor de imóveis pelos referidos métodos multicritérios.

Pela terceira etapa se definiu os tipos de funções de preferência pelo PROMETHEE. Este procedimento foi realizado pelo *software Visual PROMETHEE®*, onde o algoritmo sugere a adoção do intervalo e funções apropriadas. Este aplicativo também efetua a análise de sensibilidade. Ressalta-se que, para considerar a concepção teórica das preferências, pelo método PROMETHEE, recorreu-se ao cálculo do fluxo líquido (Φ), onde se considera apenas imóveis mais preferidos-MaP [0 a (+)1] e menos preferidos-MeP [(-)1 a 0].

Desenvolveu-se a quarta etapa para averiguar o impacto que cada critério tem na preferência por imóveis, e ainda se avaliou como a priorização por compra ou venda do imóvel são afetadas pela mudança dos pesos. Para tanto, tem-se critérios de dominância absoluta ou relativa (MACHARIS; SPRINGAEL, 2003).

Pelos critérios de dominância absoluta quaisquer variações de pesos, independentemente do valor, não resultarão na alteração na preferência do imóvel a ser priorizada para compra ou venda. Por outro lado, pela alteração de pesos dos critérios de dominância relativa, haverá mudanças na preferência do imóvel a ser transacionado ou adquirido. Assim, efetuou-se a análise de sensibilidade dos critérios de dominância relativa.

Deste modo, a diferença entre o peso que passa a provocar mudanças nas preferências e o peso dos critérios definidos pelo método AHP, estimou-se a variação da importância que se pode atribuir ao critério para que possa haver alteração nas mudanças de preferências (Δ). Assim, quanto maior for esta variação, menos sensível é o critério para alterar as referidas preferências pela ótica do vendedor ou comprador.

Os modelos TOPSIS-AHP e PROMETHEE-AHP, propostos para avaliar imóveis pelo desenvolvimento de IPC e IPV, foram validados pela relação com os preços de apartamentos em oferta (Y_i). Assim, por esta relação, os modelos aferem o valor de mercado (\hat{Y}_i), função das preferências para aquisição e transação, por:

$$\hat{Y}_i = \beta_i(IP) \pm \beta_0 \quad (1)$$

Onde o termo “IP” se refere ao índice IP (IPC ou IPV). Os termos β_0 e β_1 são parâmetros estimados pelo método dos mínimos quadrados ordinário (MQO). A métrica de validação é o coeficiente de determinação (R^2). Assim, adotou-se que os modelos explicam a formação do valor de apartamentos pelas preferências do vendedor e comprador. Importante ressaltar que ajustes não-lineares também podem ser considerados.

Assim, para validação adotou-se não tolerar coeficientes $R^2 < 0,80$ (DUARTE et al., 2013), posto que esta definição deve evidenciar forte poder de explicação de modelos multicritérios para avaliar imóveis. Caso $R^2 < 0,80$ (80%), pelo método AHP deve-se calibrar a importâncias dos critérios endógenos e exógenos.

A aferição de desempenho de modelos multicritérios desenvolvidos para avaliar apartamento foram realizados pelo cálculo do erro absoluto médio percentual (MAPE):

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left(\left| \frac{Y_i - \hat{Y}_i}{Y_i} \right| \right) \times 100 \quad (2)$$

O termo Y_i se refere ao preço observado do imóvel ($i=1,2,\dots,n$) e, \hat{Y}_i é valor estimado do imóvel em função das preferências dos agentes do mercado imobiliário (vendedor e comprador). Baseado em Lisboa e Chaves Júnior (2023), adota-se MAPE: desejável ($MAPE \leq 10\%$), aceitável ($10\% < MAPE \leq 30\%$) e erros não tolerável ($MAPE > 30\%$) dos modelos decisórios, evidenciando preferências viesadas. Propõem-se que, quanto menor o MAPE maior o fundamento da modelagem multicritério para selecionar imóveis, respectivamente I, II e III.

3.3. PROCEDIMENTO PARA AVALIAÇÃO E PRECISÃO DE MÉTODOS MULTICRITÉRIOS

Após a modelagem multicritério (subitem 3.2), adotou-se procedimento para avaliar imóveis (avaliando). Importa ressaltar que “avaliandos” não integraram o conjunto de amostras utilizadas para efetuar modelagens. Assim, considerando a preferência do comprador e vendedor, expressa pelos respectivos índices IPC e IPV, definiu-se a precisão de avaliar imóveis e a diferença nos valores obtidos para transação e aquisição:

$$P(\%) = \frac{\hat{Y}_i^{(+)} - \hat{Y}_i^{(-)}}{\hat{Y}_i} \quad (3)$$

$$D(\%) = \left| \frac{\hat{Y}_i^{(IPV)} - \hat{Y}_i^{(IPC)}}{\hat{Y}_i^{(IPV)}} \right| \quad (4)$$

Onde $\hat{Y}_i^{(+)}$ e $\hat{Y}_i^{(-)}$ são os maiores e menores valores preferidos pelo comprador/vendedor, estimados sob condição “ótima” pelo TOPSIS-AHP e PROMETHEE-AHP. O termo \hat{Y}_i é calculado pela equação (1), função da preferência dos atores do mercado imobiliário pelo “avaliando”. Com base nos graus de precisão da NBR 14653/2 (ABNT, 2011) para “MCDDM”, analogamente definiu-se: $P(\%) < 30\%$ (Grau III), $P(\%) < 40\%$ (Grau II) e $P(\%) < 50\%$ (Grau I).

A equação (4) se referem aos valores calculados pela equação (1). Relacionou-se a diferença entre valor de compra ($\hat{Y}_i^{(IPC)}$) e venda ($\hat{Y}_i^{(IPV)}$) em função $\hat{Y}_i^{(IPV)}$, como denominador, pois a modelagem foi desenvolvida baseada em preços de oferta. Caso a modelagem seja desenvolvida pelo valor transacionado, deve-se adotar, no denominador, o valor $\hat{Y}_i^{(IPC)}$. E, caso a modelagem seja desenvolvida com dados compostos do preço em oferta e mais o valor transacionado, deve-se adotar no denominador: $\hat{Y}_i^{(IPC)} + \hat{Y}_i^{(IPV)}$.

Assim, se $D(\%) \leq 10\%$ existe diferença satisfatória entre valores, preferidos por vendedor e comprador, pois qualquer um pode ser adotado como valor de mercado. Se $10 < D(\%) \leq 30\%$ a diferença é aceitável, onde o valor de mercado é pactuado em comum acordo entre vendedor e comprador. Para estas condições pode-se adotar a médio do valor estimado função do IPV e IPC. Se $D(\%) > 30\%$ existe a satisfação pela preferência de um ator, cuja estimativa do valor é viesado pela preferência do comprador ou vendedor, sendo negociado.

3.4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E A PESQUISA DE DADOS IMOBILIÁRIOS

Considerada a metrópole da Amazônia (DUARTE et al., 2013), a cidade de Belém é a capital do estado do Pará, norte do Brasil, e junto com outras cidades (Ananindeua, Marituba, Benevides, Santa Bárbara, Santa Izabel, Castanhal), integra socioeconomicamente a região metropolitana de Belém (RMB) (figura 4). Além de verticalizada e do mercado imobiliário atualmente aquecido, apenas Belém tem cerca de 60% da população da RMB, mais de 1,3 milhões de habitantes, taxa de urbanização superior a 99%, e quase 70% do PIB da região (IBGE, 2021), justificando sua escolha para realizar este estudo.

Dividida em distritos administrativos (Mosqueiro–DAMO, Sacramento–DASAC, Guamá–DAGUA, Belém–DABEL, Entroncamento–DAENT, Outeiro–DAOUT, Icoaraci–DAICO; e, Benguí–DABEN), Belém/PA tem 71 bairros em 1.059.458 km² (PMB, 2020; IBGE, 2021). DABEL, DAGUA e DASC são mais urbanizados e localizam-se no delta do rio Amazonas, foz do rio Guamá junto à baía do Guajará, que aditado da topografia plana e baixa elevação em relação ao nível do mar são naturalmente alagáveis (e.g., MOREIRA et al., 2019).

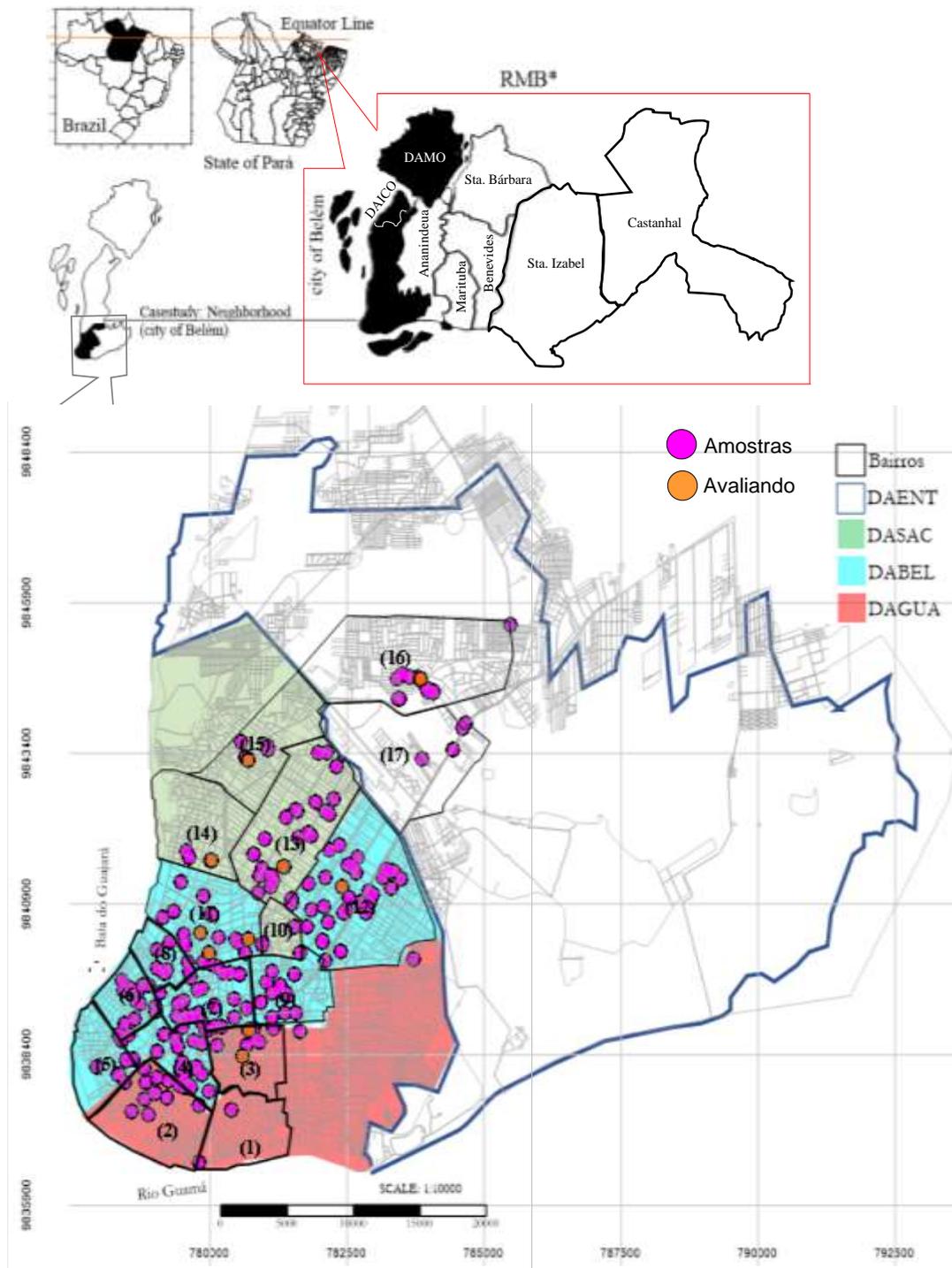


Figura 4 – Caracterização e enquadramento da área de estudo.

Nestes distritos foram coletadas 259 amostras de imóveis do tipo apartamento, cujos critérios endógenos considerados e disponíveis foram: área útil (m^2) (X_1), número de dormitórios (X_2), suítes (X_3) e vagas de garagem (X_4), ilustrados por histogramas, gráficos "box-plot" e os respectivos sumários estatísticos pelas figuras 5A, B, C e D, e a figura 5E que apresenta os preços de apartamentos (Y). Entre os meses de setembro a outubro de 2024, extraiu-se dados dos sites de anúncios de oferta de imóveis (para a venda) pela utilização da plataforma "PowerAutomate", integrando-a ao Microsoft Excel®.

E, por 10 amostras aleatórias (avaliandos), para aplicar e comparar métodos multicritérios, estima-se IPC e IPV. Os critérios exógenos foram associados as magnitudes de impacto do alagamento (X_5) e condições de bem-estar urbano (X_6), pois na área urbana de Belém/PA, além de bairros verticalizados são naturalmente alagáveis (e.g., OLIVEIRA, 2007; PONTES et al., 2017; MOREIRA et al., 2019). Com base em Lisboa et al., (2023) definiu-se que, quanto maior for abrangência de área alagável do bairro, maior o impacto, onde:

- Baixo (B) (3): área alagável é abrangente de 0%–<10% da área total do bairro;

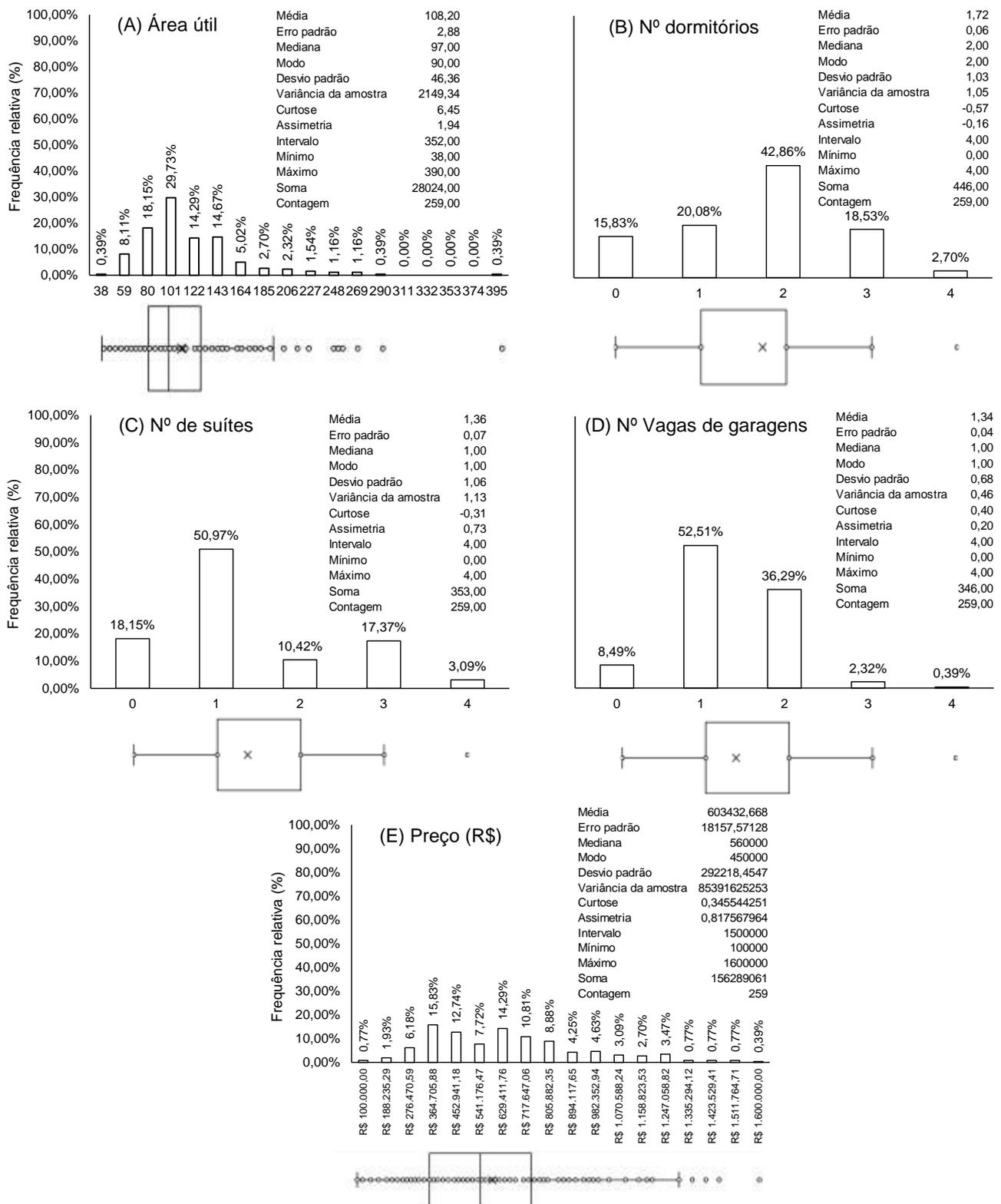


Figura 5 – Sumário estatístico, histogramas e gráficos “box-plot” dos critérios endógenos.

- Moderado (M) (2): área alagável é abrangente de 10%–<50% da área total do bairro;
- Alto (A) (1): área alagável é abrangente de 50%–100% da área total do bairro.

Nesta específica área urbana, ainda que se disponha de serviços de transporte público, onde está em ampliação o sistema BRT (*Bus Rapid Transit*) (PINHEIRO; PONTE, 2021), os serviços de saneamento não estão completamente atendidos. Embora mais de 97% dos domicílios disponham de coleta de resíduos sólidos, 82% da população não dispõe de serviços de esgotamento sanitário, e 26% não dispõem de serviços de abastecimento de água (IBGE, 2021). Ainda que esteja situado em plena Amazônia brasileira, alguns

bairros mais urbanizados de Belém/PA apresentaram cobertura vegetal inferior a 15 m²/habitantes, referência da Organização das Nações Unidas (ONU) (e.g., BORGES et al., 2012; RODRIGUES; LUZ, 2012).

Estas questões de infraestrutura, mobilidade e acessibilidade foram agregadas por índice IBEU, pelo que Pontes et al., (2013) avaliaram o bem-estar urbano dos bairros de Belém/PA. Lisboa et al., (2024) enquadraram o índice por bairro em faixa de valores classificando-os em:

- Boa (B) (3): A variação do IBEU está entre 0,800–1,00.
- Regular (R) (2): A variação do IBEU está entre 0,701–0,800.
- Pobre (P) (1): A variação do IBEU está entre 0,001–0,700.

A compreensão do IBEU está associada ao que a cidade deve propiciar às pessoas em termos de condições materiais de vida a serem providas e utilizadas coletivamente. Entretanto, a dimensão imaterial não é considerada, pelo que não se afere as vivências de desconforto, tensão, insegurança, medo, felicidade, etc., identificados nos diferentes contextos sociais de metrópoles, pela segregação residencial e segmentação territorial (RIBEIRO; RIBEIRO, 2013). Estes critérios exógenos estão identificados na Tabela5.

Tabela5 – Tipos de problemas decisórios discretos.

Identificação	Distrito	Bairro	Área (ha)	Área alagável (%)	X ₅	IBEU	X ₆
(1)	DAGUA	Condor	170	100	1(A)	0,608	1(P)
(2)	DAGUA	Jurunas	226	84,96	1(A)	0,703	2(R)
(3)	DAGUA	Cremação	149	51,68	1(A)	0,865	3(B)
(4)	DABEL	Batista campos	144	34,72	2(M)	0,800	2(R)
(5)	DABEL	Cidade Velha	116	42,24	2(M)	0,800	2(R)
(6)	DABEL	Campina	95,8	>10	2(M)	0,850	3(B)
(7)	DABEL	Nazaré	150	<10	3(B)	0,790	2(R)
(8)	DABEL	Reduto	79	48,1	2(M)	0,810	3(B)
(9)	DABEL	São Braz	167	15,57	2(M)	0,888	3(B)
(10)	DASAC	Fátima	61	52,46	1(A)	0,800	2(R)
(11)	DASAC	Umarizal	250	27,7	2(M)	0,900	3(B)
(12)	DASAC	Marco	480	9,79	3(B)	0,821	3(B)
(13)	DASAC	Pedreira	371	23,45	2(M)	0,759	2(R)
(14)	DASAC	Telégrafo	231	66,67	1(A)	0,907	3(B)
(15)	DASAC	Sacramenta	367	68,39	1(A)	0,663	1(P)
(16)	DAENT	Marambaia	421	10,69	2(M)	0,744	2(R)
(17)	DAENT	Souza	380	0,30	3(A)	0,608	1(P)

Pela definição de procedimentos descritos nos subitens 3.1 e 3.2 e aplicados na área urbana da cidade Belém/PA, a apresentação e discussão dos resultados dividiram-se em: análise da consistência do julgamento de importância dos critérios pelo método AHP, avaliação de imóveis, desempenho e validação dos métodos multicritérios TOPSIS-AHP e PROMETHEE-AHP a partir da preferência dos agentes do mercado imobiliário.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. JULGAMENTO CONSISTENTE DE IMPORTÂNCIA DE CRITÉRIOS

Para atribuição da importância dos critérios a serem considerados para avaliar imóveis, assumiu-se que, pela perspectiva do vendedor, o critério endógeno tem maior importância que o exógeno. E, pela perspectiva do comprador, o critério endógeno é mais importante que o exógeno. Assim, foram considerados seis critérios, quatro endógenos (área útil, número de dormitórios, suítes e vagas de garagem) e dois exógenos (condições de bem-estar urbano e magnitude do impacto de alagamentos).

Portanto, pelo método AHP, o julgamento de importâncias destes critérios foi consistente (RC=19,86%), de modo que, considerando os critérios endógenos (91,61%), sob a ótica do vendedor, área útil (X₁), número de suítes (X₃), vagas de garagem (X₄), número de dormitórios (X₂) são hierarquicamente mais importantes que os critérios exógenos (8,39%), nomeadamente as condições de bem-estar urbano (X₆) e a magnitude do impacto do alagamento (X₅) (Figura 6A). Os resultados da estimativa da importância dos critérios pelo método AHP estão disponibilizados no ANEXO I.

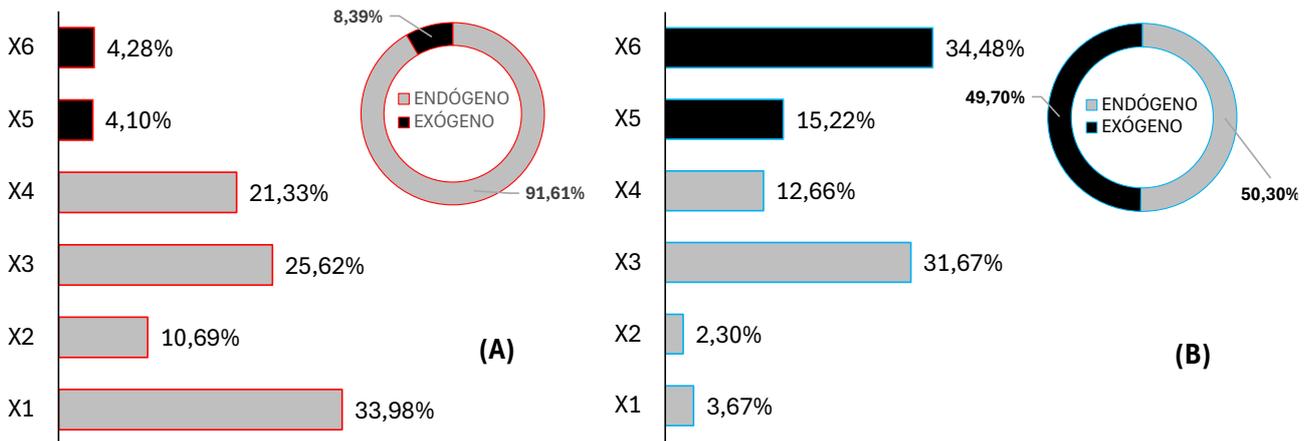


Figura 6 – Importância dos critérios endógenos e exógenos sob a ótica do: (A) Vendedor; (B) Comprador

Por outro lado, pela ótica do comprador, o julgamento de importâncias entre critérios endógenos (50,30%) e exógenos (49,70%) foi consistente (RC=19,86%), sendo hierarquicamente mais importantes as condições de bem-estar urbano (X₆), número de suítes (X₃), a magnitude do impacto do alagamento (X₅), número de vagas de garagem (X₄), área útil (X₁) e o número de dormitórios (X₂) (Figura 6B).

Pelas importâncias dos critérios endógenos e exógenos, e seus respectivos pesos obtidos pelo método AHP, passam a integrar os métodos TOPSIS e PROMETHEE. Portanto, foi desenvolvido a modelagem multicritério para avaliar imóveis, sendo aplicada na área urbana da cidade de Belém/PA.

4.2. MODELAGEM MULTICRITÉRIO PARA AVALIAR IMÓVEIS PELO MÉTODO TOPSIS-AHP

Pela modelagem através do método TOPSIS-AHP (HWANG; YOON, 1981), notou-se diferentes relações entre custo-benefício pela ótica do vendedor e comprador, a ponto de selecionar diferentes valores de imóveis. Assim, pode-se constatar quais apartamentos são mais e menos preferidos (Figura 7).

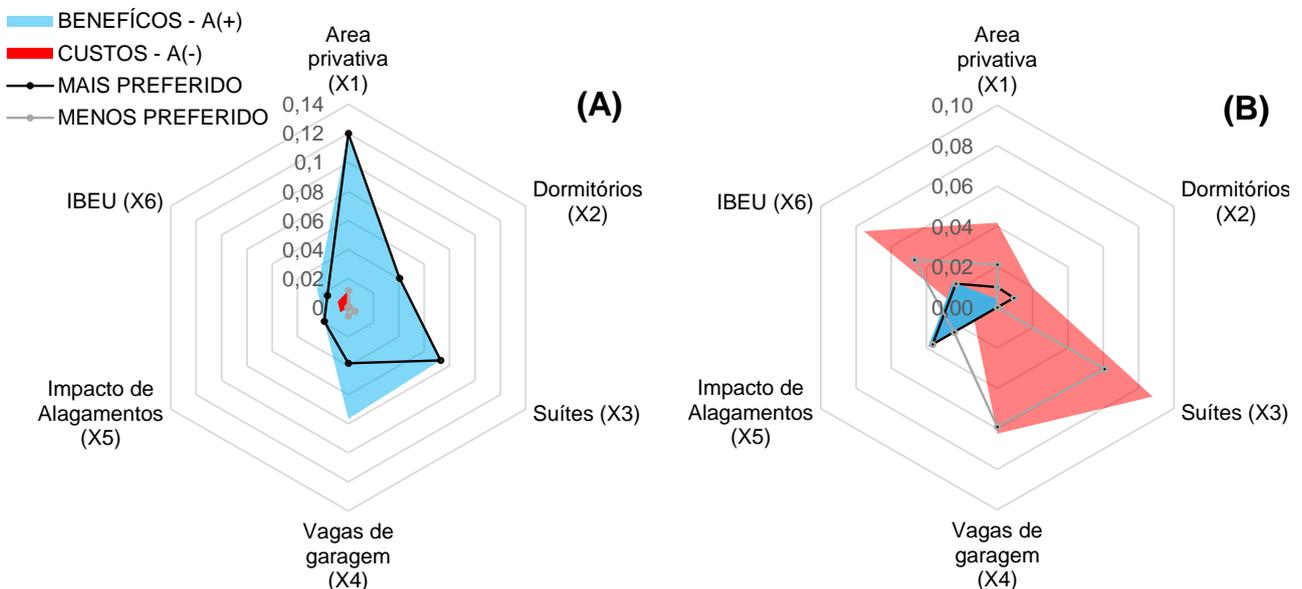


Figura 7 – Análise de custo-benefício para selecionar imóveis por preferências: (A) Vendedor; (B) Comprador

Pela ótica do vendedor, o imóvel mais preferido apresentou IPV= 0,7847, relacionado ao preço unitário de R\$ 3.717,95/m², enquanto o menos preferido (IPV=0,0713) foi relacionado a R\$ 3.157,89/m². Pela análise custo benefício-custo oportunizada pelo método TOPSIS, o imóvel menos preferido para transação é aquele que circundaram mais a área dos custos e menos dos benefícios, enquanto o mais preferido envolve mais a área de benefícios do que custos (Figura 7A).

Para estas constatações, o vendedor considerou mais importante a área útil (X₁) e o menos importante a magnitude do impacto de alagamentos (X₅). Ainda que esta externalidade urbana não integre a retórica de

convencimento do consumidor para adquirir imóveis, o TOPSIS-AHP selecionou imóvel que apresentou maior área útil e menor magnitude de impacto de alagamento.

Por outro lado, a preferência do consumidor (comprador) altera-se, de modo que, pelo método TOPSIS-AHP, a seleção do imóvel mais preferido é por aquele que esteja localizado em bairro com melhores condições de bem-estar urbano (X_6), do que aquele que apresente maior área útil (X_1) e número de dormitórios (X_2). Assim, o imóvel mais preferido apresentou $IPC=0,9121$, e preço unitário de R\$2.100,0/m², enquanto o menos preferido ($IPC=0,3191$) esteve relacionado a R\$6.190,48/m² (Figura 7B). A síntese está na Tabela6.

Tabela6 – Características de imóveis por preferências pelo método TOPSIS-AHP.

Perspectiva	IP	Critérios						Preço Y_i (R\$)	Preço unitário Y_i (R\$/m ²)
		Endógenos			Exógenos				
		X_1 (m ²)	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6		
Vendedor	0,78	390,0	4	4	2	3	2	R\$ 1.450.000,00	R\$ 3.717,95
	0,07	38,0	1	0	0	2	1	R\$ 120.000,00	R\$ 3.157,89
Comprador	0,92	100,0	2	0	0	3	1	R\$ 210.000,00	R\$ 2.100,00
	0,32	210,0	0	3	4	2	2	R\$ 1.300.000,00	R\$ 6.190,48

Em geral, notou-se que, pelo TOPSIS-AHP, pela perspectiva do vendedor, pouco mais de 58% dos apartamentos foram classificados no grau de preferência “B”, e cerca de 35% foi enquadrado no grau “M” para transação. Pouco mais de 5% dos imóveis foram classificados no grau de preferência “A” e “MA”. E, menos de 1% dos apartamentos em oferta na área urbana de Belém/PA, foram considerados de preferência “MB” (Figura 8A). Os dados de $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, Y_i, IPV, IPC$ e $\hat{Y}_i^{(IPC)}$ e $\hat{Y}_i^{(IPV)}$ no ANEXO II.

Pela perspectiva do comprador, cerca de 83% dos apartamentos foram classificados no grau de preferência “A” e “MA” para aquisição. E, aproximadamente 17% dos apartamentos em oferta na área urbana de Belém/PA, foram considerados de preferência “M” (Figura 8B).

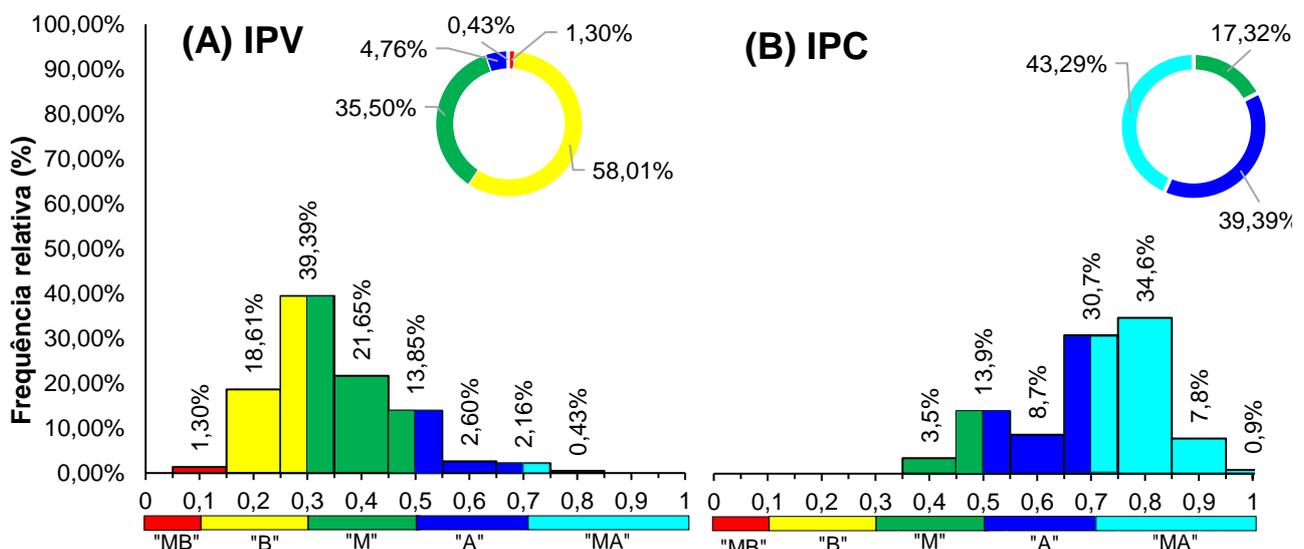


Figura 8 – Preferências no mercado de apartamentos na área urbana de Belém/PA pelo método TOPSIS-AHP sob a perspectiva do: (A) Vendedor; (B) Comprador.

A análise de sensibilidade dos critérios revelou que a variação dos pesos (Δ) de X_1, X_2, X_3, X_4, X_5 e X_6 proporcionaram mudanças na ordem de preferência para selecionar imóveis sob a ótica do comprador. Notou-se que, apenas quando X_6 e X_3 apresentaram $\Delta \geq 28,53\%$ e $\Delta \geq 25,12\%$, respectivamente, houve inversão de prioridades em adquirir imóveis, sendo estes os critérios mais sensíveis.

Por outro lado, se X_5 e X_4 alterarem seus pesos para valores superiores a 70% e 70,1%, com variações de pesos de 54,78% e 57,44%, respectivamente, ocorreram mudanças na ordem de preferência para selecionar imóveis pela ótica do comprador. Essa mudança também ocorre se X_1 e X_2 apresentarem Δ iguais a 85,43% e 91,3%, respectivamente. Notou-se que a sensibilidade foi proporcional a hierarquia dos pesos. Quando X_3 e X_4 apresentaram $\Delta \geq 4,38\%$ e $\Delta \geq 8,77\%$, respectivamente, houve inversão de prioridades em transacionar imóveis, sendo os mais sensíveis (Tabela7).

Tabela7 – Análise de sensibilidade dos critérios pelo método TOPSIS-AHP.

Critérios		IPC			IPV		
		w _j (%) AHP	w _j (%) Máximo	Δ(%)	w _j (%) AHP	w _j (%) Máximo	Δ(%)
X ₁	Área útil (m ²)	3,67	89,1	85,43	33,98	43,2	9,22
X ₂	Número de dormitórios	2,30	93,6	91,3	10,69	20,1	9,41
X ₃	Número de suítes	31,67	60,2	28,53	25,62	30,0	4,38
X ₄	Número de vagas de garagem	12,66	70,1	57,44	21,33	30,1	8,77
X ₅	Impacto de alagamentos	15,22	70,0	54,78	4,10	50,0	45,90
X ₆	Condições de bem-estar urbano	34,48	59,6	25,12	4,28	50,1	45,82

Se X₁ e X₂ alterarem seus pesos para valores superiores a 43,2% e 20,1%, com Δ de 9,22% e 9,41%, respectivamente, ocorreram mudanças na ordem de preferência para selecionar imóveis pela ótica do vendedor. Estas mudanças também ocorrem se X₆ e X₅ apresentarem variações iguais a 45,82% e 45,90%, respectivamente. Em geral, evidenciou-se que, pela ótica do comprador, os critérios mais sensíveis para valoração de imóveis foram as condições de bem-estar urbano da localidade onde o bem se situa (X₆) e o número de suítes (X₃). A análise gráfica da sensibilidade está disponibilizada no ANEXO III.

E, pela ótica do vendedor, os atributos mais sensíveis foram associados a X₃ e número de vagas de garagem (X₄). notou-se que X₃ é o mais sensível, tanto sob a ótica do comprador e vendedor, a ponto de provocar alterações nas preferências para adquirir ou transacionar o imóvel.

Portanto, IPV e IPC constituíram-se em função do peso dos critérios pelo método AHP, pelas preferências dos atores do mercado imobiliário (vendedor e comprador), obtendo-se as seguintes configurações:

- $IPV = f[0,3398(X_1); 0,1069(X_2); 0,2562(X_3); 0,2133(X_4); 0,0410(X_5); 0,0428(X_6)];$
- $IPC = f[0,0367(X_1); 0,0230(X_2); 0,3167(X_3); 0,1266(X_4); 0,1522(X_5); 0,3448(X_6)].$

A correlação entre preços de oferta coletados direto do mercado de apartamento (Y_i) e as configurações dos índices IPV e IPC, expressaram que: quanto maior for Y_i, maior a preferência (“ideal”) pela transação sob a ótica do vendedor (IPV) e, de forma inversa, menor a preferência (“não-ideal”) para aquisição sob a ótica do comprador (IPC). Assim, obteve-se o diagrama DPAI (Figura 9).

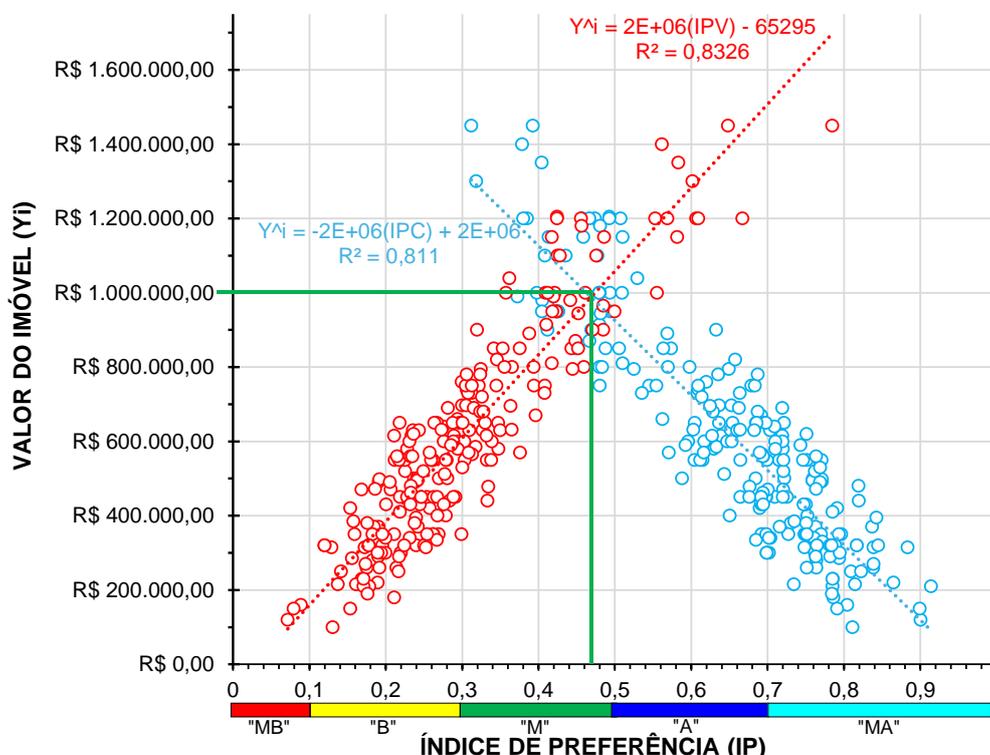


Figura 9 – Diagrama DPAI pela aplicação do método TOPSIS-AHP.

O preço “ótimo” que priorizou a transação e aquisição de apartamentos foi de R\$ 1.000.000,0, pelo que está satisfeito as preferências do vendedor e comprador, sendo que a Tabela8 apresenta os imóveis.

Tabela8 – Características de imóveis de valor “ótimo” por iguais preferências pelo método TOPSIS-AHP.

Preferências		Critérios						Preço unitário	Valor unitário	Valor unitário
		Endógenos			Exógenos					
IPV	IPC	X ₁ (m ²)	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	Y _i (R\$/m ²)	Ŷ _i (R\$/m ²)	Ŷ _i (R\$/m ²)
0,42	0,49	132	0	3	2	2	1	R\$ 7.575,76	R\$ 5.886,7	R\$ 7.677,43
0,46	0,48	132	3	3	2	2	1	R\$ 7.575,76	R\$ 6.496,5	R\$ 7.885,46
0,41	0,48	122	0	3	2	1	1	R\$ 8.196,72	R\$ 6.171,2	R\$ 8.523,12
0,36	0,51	112	1	2	2	1	2	R\$ 8.928,57	R\$ 5.797,0	R\$ 8.762,11
0,41	0,48	125	0	3	2	1	1	R\$ 8.000,00	R\$ 6.069,0	R\$ 8.327,56
0,55	0,40	245	0	3	2	2	2	R\$ 4.081,63	R\$ 4.263,5	R\$ 4.915,66

Para o valor “ótimo”, a área variou entre 112-245 m², enquanto o número de dormitórios e o número de suítes pode chegar até três, e duas seriam o número de vagas de garagem preferencial. A magnitude do impacto de alagamento e as condições de bem-estar urbano variaram de “alto” a “moderado” e “pobre” a “regular”, respectivamente, satisfazendo as preferências do comprador e do vendedor.

Por estas características, pela perspectiva do vendedor, valores preferidos variaram entre R\$4.263,5/m² e R\$6.496,5/m², e do comprador, R\$4.915,66/m² e R\$8.762,11/m². Notou-se que o imóvel mais preferido pelo vendedor e comprador, o TOPSIS-AHP estimou R\$ 4.263,5/m² e R\$ 8.762,11/m², respectivamente, valores mais próximos do preço observado pelo mercado de apartamentos (Tabela8). Assim, pelo diagrama DPAI, sob a ótica do comprador e do vendedor, obtiveram-se os modelos para avaliação de imóveis.

Em geral, o valor do imóvel, considerando a preferência pela transação e aquisição de apartamentos, pode ser explicado em 83,2%, pela perspectiva do vendedor, e 81,1% pelo comprador, respectivamente (Figura 9). Após validação, estimou-se o desempenho do TOPSIS-AHP, onde o MAPE foi de 22,56% (Grau II) e 7,65% (Grau III), respectivamente relacionados a estimação das preferências de compradores em adquirir e do vendedor em transacionar imóveis.

4.3. MODELAGEM MULTICRITÉRIO PARA AVALIAR IMÓVEIS PELO MÉTODO PROMETHEE-AHP

A utilização do *software Visual PROMETHEE*® requereu adequação dos pesos para escala de valores contínuos, considerando a sua multiplicação pelo número de critérios. Assim, pelo procedimento desenvolvido para avaliar imóveis pelo PROMETHEE-AHP, adotou-se as funções TIPO V (área útil) e TIPO III (número de dormitórios, vagas de garagem e suítes, impacto de alagamentos e bem-estar urbano (Tabela10).

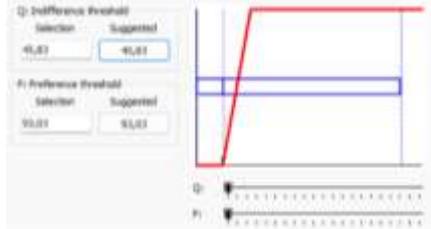
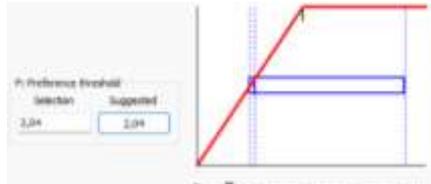
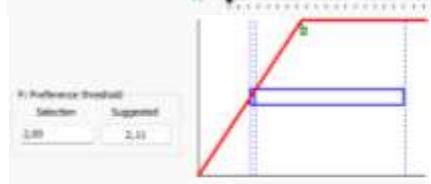
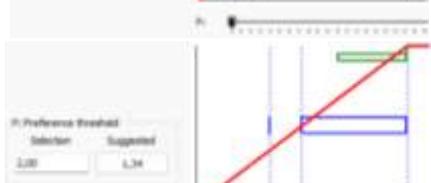
Assim, pela ótica do vendedor, o imóvel mais preferido apresentou IPV= 0,760, relacionado ao preço unitário de R\$ 4.562,74/m², enquanto o menos preferido (IPV=-0,498) foi relacionado a R\$ 3.333,33/m². Para estas constatações, o vendedor considerou mais importante a área útil (X₁) e o menos importante a magnitude do impacto de alagamentos (X₅). Ainda que esta externalidade urbana negativa não possa integrar a retórica de convencimento do consumidor para aquisição do imóvel, o PROMETHEE-AHP selecionou imóveis que apresentaram maior área útil e menor magnitude de impacto de alagamento.

A preferência do consumidor (comprador) altera-se, de modo que, pelo PROMETHEE-AHP, a seleção do imóvel mais preferido é por aquele que esteja localizado em bairro com melhores condições de bem-estar urbano (X₆), do que aquele que apresente maior área útil (X₁) e número de dormitórios (X₂). Assim, o imóvel mais preferido apresentou IPC=0,463, e preço unitário de R\$ 4.032,26/m², enquanto o menos preferido (IPC=-0,486) foi relacionado a R\$ 7.971,01/m² (Tabela9).

Tabela9 – Imóveis por preferências pelo método PROMETHEE-AHP.

Perspectiva	IP	Critérios						Preço	Preço unitário
		Endógenos			Exógenos				
		X ₁ (m ²)	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆		
Vendedor	0,760	263	4	4	2	2	1	R\$ 1.200.000,00	R\$ 4.562,74
	-0,498	48	1	0	0	2	2	R\$ 160.000,00	R\$ 3.333,33
Comprador	0,463	62	1	1	1	3	3	R\$ 250.000,00	R\$ 4.032,26
	-0,486	138	0	3	3	1	1	R\$ 1.100.000,00	R\$ 7.971,01

Tabela10 – Definições das funções de preferência para critérios endógenos.

Tipo das funções de preferências	Caracterização das funções de preferência
	<p>A) TIPO V: Pela diferença entre dois apartamentos é preferível aquele que apresente maior área útil. Quando a diferença de área > 45,83m², é preferível o apartamento com maior área, $P_f(a,b)=1$. Se a diferença estiver entre 43,83 e ≤93,03m², não há como comparar a área útil entre dois apartamentos, $0 < P_f(a,b) < 1$. Se a diferença de área útil entre dois apartamento for <45,83m², apartamento de maior área útil é indiferente, $P_f(a,b)=0$.</p>
	<p>B) TIPO III: 2 dormitórios é o limite de preferência total, e se a diferença entre dois apartamentos for menor que esse limite, então a preferência por apartamentos com 2 dormitórios aumenta linearmente. Se a diferença é maior que 2 dormitórios, há preferência total pelo apartamento;</p>
	<p>C) TIPO III: 2 suítes é o limite de preferência total, e se a diferença entre dois apartamentos for menor que esse limite, então a preferência por 2 suítes aumenta linearmente. Se a diferença é maior que 2 suítes, há preferência total pelo apartamento.</p>
	<p>D) TIPO III: 1 vaga de garagem é o limite de preferência total, e se a diferença entre 1 vaga for menor que esse limite, então a preferência por 1 vaga aumenta linearmente com a diferença de 1 vaga. Se a diferença é maior que 1 vaga de garagem, há preferência total pelo apartamento.</p>
	<p>A) TIPO III: O “moderado” (2) impacto de alagamento é o limite de preferência total, e se a diferença entre graus de impacto for menor do que esse limite, então a preferência por grau de impacto “baixo” (3) aumenta linearmente com a diferença de um grau. Se a diferença é maior que o grau de impacto “baixo” (3), há preferência total pelo apartamento;</p>
	<p>B) TIPO III: A “regular” (2) condições de bem-estar urbano é o limite de preferência total, e se a diferença entre condições de bem-estar urbano for menor do que esse limite, então a preferência por “boas” condições (3) aumenta linearmente com a diferença de um grau. Se a diferença é maior que as boas condições de bem-estar urbano (3), há preferência total pelo apartamento.</p>

Em geral, notou-se que, pelo método PROMETHEE-AHP, pela perspectiva do vendedor, pouco mais de 58% dos apartamentos são mais preferidos, e cerca de 41% é menos preferido para transação (Figura 10A). E, pela perspectiva do comprador, mais de 70% dos apartamentos em oferta na área urbana de Belém/PA são preferidos, e quase 30% não são preferidos para aquisição (Figura 10B). Os dados de $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, Y_i, IPV, IPC$ e $\hat{Y}_i^{(IPC)}$ e $\hat{Y}_i^{(IPV)}$ estão disponibilizados no ANEXO II.

A análise de sensibilidade dos critérios revelou que, a variação dos pesos (Δ) de X_1, X_2, X_3, X_4, X_5 e X_6 proporcionaram mudanças na ordem de preferência para selecionar imóveis sob a ótica do comprador. Notou-se, entretanto, que, tais variações foram mínimas a ponto de provocar inversão de prioridades em adquirir imóveis.

Assim, se X_5 e X_4 alterarem seus pesos para valores superiores a 15,26% e 12,69%, com variações de pesos de 0,04% e 0,03%, respectivamente, ocorreram mudanças na ordem de preferência para selecionar imóveis pela ótica do comprador. Essa mudança ocorre se X_1 e X_2 apresentarem Δ iguais a 0,02%. Notou-se que o critério X_3 apresentou variação $\Delta \geq 0,01\%$, de modo que se o peso for maior que 31,68% houve inversão de prioridades em transacionar imóveis, apresentando-se como os mais sensíveis (Tabela11).

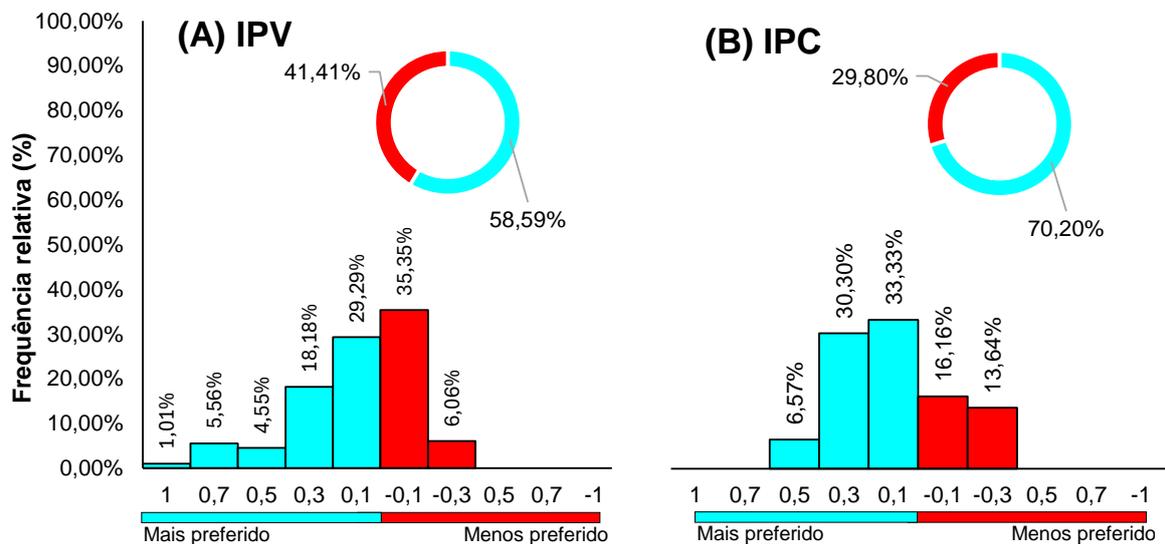


Figura 10 – Preferências por apartamentos na área urbana de Belém pelo método PROMETHEE-AHP sob a ótica do: (A) Vendedor;(B) Comprador.

Se X_1 e X_4 alterarem seus pesos para valores superiores a 34,0% e 21,44%, com Δ de 0,02% e 0,11%, respectivamente, ocorreram mudanças na ordem de preferência para selecionar imóveis pela ótica do vendedor. Os critérios X_2 , X_3 , X_5 e X_6 não apresentarem variações (Tabela11). A análise gráfica da sensibilidade está disponibilizada no ANEXO III.

Tabela11 – Análise de sensibilidade dos critérios dos critérios pelo método PROMETHEE-AHP

Critérios		IPC			IPV		
		$w_j(\%)$ AHP	$w_j(\%)$ Máximo	$\Delta(\%)$	$w_j(\%)$ AHP	$w_j(\%)$ Máximo	$\Delta(\%)$
X_1	Área útil (m ²)	3,67	3,69	0,02	33,98	34,0	0,02
X_2	Número de dormitórios	2,30	2,32	0,02	10,69	10,69	0,00
X_3	Número de suítes	31,67	31,68	0,01	25,62	25,62	0,00
X_4	Número de vagas de garagem	12,66	12,69	0,03	21,33	21,44	0,11
X_5	Impacto de alagamentos	15,22	15,26	0,04	4,10	4,10	0,00
X_6	Condições de bem-estar urbano	34,48	34,53	0,05	4,28	4,28	0,00

No geral, evidenciou-se que, pela ótica do comprador, critérios mais sensíveis para valoração de imóveis foram X_6 e X_3 . E, pela ótica do vendedor, X_2 , X_3 , X_5 e X_6 foram os mais sensíveis. No mercado de apartamentos da área urbana de Belém/PA, X_3 foi o mais sensível, tanto sob a ótica do comprador e vendedor. Portanto, IPV e IPC constituíram-se em função do peso dos critérios pelo método AHP (referidas anteriormente), pelas preferências dos atores do mercado imobiliário (vendedor e comprador).

A correlação entre preços de oferta coletados direto do mercado de apartamento (Y_i) e as configurações dos índices IPV e IPC, expressaram que: quanto maior for Y_i , maior a preferência (“ideal”) pela transação sob a ótica do vendedor (IPV) e, de forma inversa, menor a preferência (“não-ideal”) para aquisição sob a ótica do comprador (IPC). Assim, obteve-se o diagrama de preferências para avaliação de imóveis (Figura 11).

O preço “ótimo” que priorizou a transação e aquisição de apartamentos foi de R\$560.000,00, pelo que estaria sendo satisfeito as preferências do vendedor e comprador. A Tabela12 apresenta os imóveis que lhe foram associados sob as referidas condições ótimas.

Tabela12 – Imóveis de valor “ótimo” por iguais preferências pelo método PROMETHEE-AHP.

Preferências		Critérios						Preço unitário	Valor unitário	Valor unitário
IPV	IPC	Endógenos			Exógenos			$Y_i(R\$/m^2)$	$\hat{Y}_i(R\$/m^2)$	$\hat{Y}_i(R\$/m^2)$
		$X_1(m^2)$	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6			
-0,12	0,199	85	2	1	1	2	2	R\$ 6.588,24	R\$ 5.674,65	R\$ 4.435,66
-0,12	0,198	88	2	1	1	2	2	R\$ 6.363,64	R\$ 5.514,15	R\$ 4.286,73
-0,09	0,02	70	2	1	1	2	1	R\$ 8.000,00	R\$ 7.319,21	R\$ 7.400,61

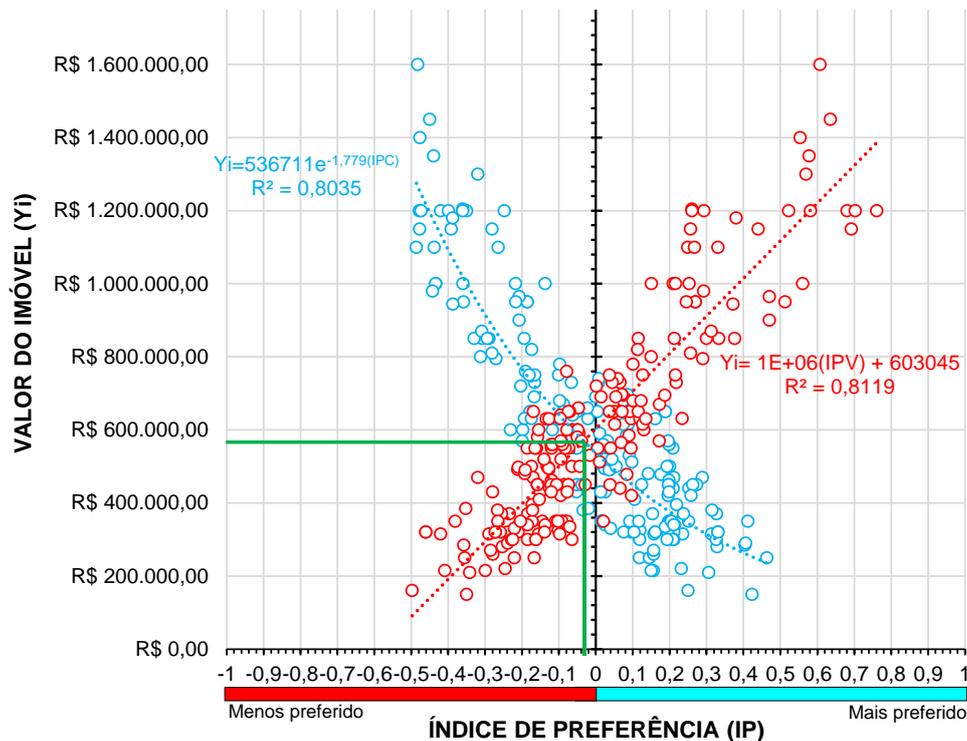


Figura 11 – Diagrama DPAI pela aplicação do método PROMETHEE-AHP.

Em geral, para o valor “ótimo”, a área útil variou entre 70-88 m², enquanto o número de dormitórios e o número de suítes pode chegar até dois e um, respectivamente, e uma vaga de garagem seria preferencial. A magnitude do impacto de alagamento e as condições de bem-estar urbano variaram de “alto” a “moderado” e “pobre” a “regular”, respectivamente, de modo a satisfazer as preferências do comprador e do vendedor.

Por estas características, sob a ótica do vendedor, os valores unitários de venda mais preferidos variaram entre R\$5.514,15/m² e R\$7.319,21/m², e pela ótica do comprador, R\$4.286,73/m² e R\$7.400,61/m². Notou-se que o imóvel mais preferido pelo vendedor e comprador, o PROMETHEE-AHP estimou R\$ 7.319,21/m² e R\$ R\$ 4.435,66/m², respectivamente.

Em geral, o valor do imóvel, considerando a preferência pela transação e aquisição de apartamentos, foi explicado em 81,19%, pela perspectiva do vendedor, e 80,35% pelo comprador, respectivamente (Figura 11). Assim, pelo diagrama DPAI, obtiveram-se os modelos para avaliação de imóveis. Após o procedimento de validação, o desempenho do modelo PROMETHEE-AHP, cujo MAPE foi de 3,08% e 4,89%, respectivamente relacionados a estimação das preferências de compradores e vendedores. Pelo que se estaria atingido o grau III de fundamentação.

4.4. AVALIAÇÃO PELOS MODELOS TOPSIS-AHP E PROMETHEE-AHP: PRECISÕES E DIFERENÇAS

Pelos dados utilizados na modelagem multicritério proposta neste trabalho, considerou-se que apenas o valor “ótimo” é capaz de satisfazer preferências dos atores do setor imobiliário, de modo a ser utilizado na avaliação de imóveis. Assim, para o mercado de apartamentos da cidade de Belém/PA, pode-se constatar que, o PROMETHEE-AHP apresentou menores erros para valorar imóveis pelas preferências do comprador e do vendedor, comparado ao método TOPSIS-AHP.

Ainda assim, pelo modelo conceitual, assumiu que, em tese, as preferências dos principais atores do mercado imobiliário se manifestavam sobre atributos (critérios) dos imóveis, onde o valor de aquisição estaria associado a condição econômica do comprador e o valor de transação ao anseio do vendedor. Assim, por ambas as modelagens, esta tese foi validada a partir dos coeficientes “R²”. Deste modo, propõe-se a “teoria das preferências para avaliação de imóveis”, materializada na forma do diagrama DPAI.

Em geral, para avaliar imóveis, a teoria da utilidade apresentou um desempenho inferior à teoria da prevalência, pelo que apenas recorrer a métodos que se estruturam em modelos de preferência estrita e indiferença (e.g., AHP, TOPSIS), pode não ser indicado para avaliar imóveis. Ao passo que, métodos que se estruturam por modelos de preferência estrita, fraca, indiferença e incomparabilidade (e.g., PROMETHEE, ELECTRE) seriam, a priori, o que melhor fundamenta a avaliação imobiliária (Tabela 13).

Tabela13 – Comparação de resultados da modelagem pelo método TOPSIS-AHP e PROMETHEE-AHP.

Elementos	Critérios otimizados	Métodos Multicritérios	
		TOPSIS-AHP	PROMETHEE-AHP
Critérios	$X_1(m^2)$	112-245	70-88
	X_2	0-3	2
	X_3	2-3	1
	X_4	2	1
	X_5	1-2	2
	X_6	1-2	1-2
Vendedor (transação)	\hat{Y}_i (R\$/m ²)	4.263,5-6.496,5	5.514,1-7.319,2
	Modelo	$\hat{Y}_i = 2x10^6(IPV) - 65295$	$\hat{Y}_i = 1x10^6(IPV) + 603045$
	R ²	0,8326	0,8119
	MAPE (%)	7,65	4,89
Comprador (aquisição)	\hat{Y}_i (R\$/m ²)	4.915,6-8.762,1	4.286,7-7.400,6
	Modelo	$\hat{Y}_i = 2x10^6 - 2x10^6(IPC)$	$\hat{Y}_i = 536711e^{-1,779(IPC)}$
	R ²	0,8110	0,8035
	MAPE (%)	22,56	3,08

Outrossim, para avaliar imóveis e aferir sua precisão pelos métodos TOPSIS-AHP e PROMETHEE-AHP, inicialmente, recorreu-se aos maiores e menores valores unitários “ótimos” preferidos sob ótica dos atores do mercado imobiliário, os quais são estimados no processo de modelagem multicritério, respectivamente identificado nas Tabela8 e Tabela12.

Para testar a aplicação dos métodos multicritério, utilizou-se 10 amostras aleatórias de apartamentos na cidade de Belém/PA, considerando-as avaliando (AVA.). Assim, pelo TOPSIS-AHP e PROMETHEE-AHP, que culminou no DPAI, estimou-se o valor que satisfizesse graus de preferências do vendedor e comprador.

Pela condição “ótima” do TOPSIS-AHP, imóveis de 112-245m² satisfizeram graus “M” a “A” preferência para transicioná-los (0,30<IPV<0,70). E com áreas >245m² a preferência “A” a “MA” (0,50<IPV<1,00). Apartamentos de áreas <112m² a preferência é “MB” a “B” (0,00<IPV<0,30). E, de forma inversa é o raciocínio para a adquirir apartamentos na área urbana de Belém/PA pelo IPC.

Pela otimização do valor de imóveis pelo PROMETHEE-AHP, apartamentos de 70m² ou igual ou superior a 88m² são mais preferidos (MaP) para transação (0,00<IPV<1,00) e menos preferidos (MeP) para aquisição (-1,00<IPV<0,00). Enquanto, apartamentos <70m² são “MeP” para venda (-1,00<IPV<0,00) e “MaP” para aquisição (0,00<IPV<1,00). Considerando os graus de preferência do vendedor e comprador, obtém-se a precisão da avaliação dos avaliandos pela equação (3), cujos resultados estão na Tabela14 e Tabela15.

Tabela14 – Avaliação de apartamentos pela preferência do vendedor (transação).

AVA.	CRITÉRIOS						TOPSIS-AHP		P(%)	PROMETHEE-AHP		P(%)
	Endógeno			Exógeno			IPV	\hat{Y}_i (R\$/m ²)		IPV	\hat{Y}_i (R\$/m ²)	
	X_1 (m ²)	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6						
1	260	0	4	2	2	3	MA	5.133,40	43,5	MaP	6.165,56	29,3
2	107	1	1	2	2	3	M	7.570,09	29,5	MaP	7.505,09	24,0
3	90	1	1	1	3	2	B	4.500,00	49,6	MaP	6.700,50	26,9
4	140	1	0	2	3	3	A	7.714,29	28,9	MaP	7.521,75	24,0
5	73	1	1	2	2	2	B	7.324,73	30,4	MaP	8.945,82	20,1
6	69	1	1	1	2	2	B	7.749,35	28,8	MeP	8.015,14	22,5
7	95	1	0	1	2	2	B	5.628,47	39,6	MaP	6.347,84	28,4
8	72	1	0	1	1	3	B	7.426,46	30,0	MaP	8.375,63	21,5
9	65	1	1	2	1	1	B	8.226,23	27,1	MeP	7.739,15	23,3
10	60	0	1	1	1	1	B	8.911,75	25,0	MeP	8.384,08	21,5
Média								7.018,48	33,3	-----	7.570,06	24,2

Pela ótica do vendedor e comprador, a avaliação foi mais precisa quando preferência e valor aumentam. Pelo TOPSIS-AHP, o AVA_1, com “MA” preferência do vendedor, obteve-se 43,5% de precisão (Grau I) e R\$5.133,4/m². Pelo PROMETHEE-AHP, sendo o “MaP” pelo vendedor, a precisão foi 29,28% (Grau III) e

R\$6.165,56/m². Por outro lado, pelo TOPSIS-AHP, com precisão de 25% (Grau III), o AVA_10 apresentou-se com “B” preferência para satisfazer os anseios do vendedor, caso seja transacionado por R\$8.911,75/m². Igualmente sendo o “MeP” para venda, pelo PROMETHEE-AHP, o AVA_10 foi avaliado em R\$8.384,08/m² com precisão de 26,6% (Grau III).

Em geral, pode-se constatar que, o valor para transacionar apartamentos, considerando os referidos avaliando, foi em média R\$7.018,48/m² e R\$7.570,06/m², com precisões de 33,3% e 24,2% pelo TOPSIS-AHP e PROMETHEE-AHP, respectivamente. Assim, nas condições definidas para avaliar imóveis, pela preferência do vendedor, o PROMETHEE-AHP mostrou-se mais preciso que o TOPSIS-AHP (Tabela 14).

Pela perspectiva do comprador, a aplicação do TOPSIS-AHP para avaliar o AVA_1 alcançou algum grau de precisão (50%) pelo valor de R\$7.692,31/m². Com preferência “MB” em adquiri-lo, a avaliação do AVA_1 pelo PROMETHEE-AHP foi R\$7.880,29/m² com 49,98% precisão. Entretanto, AVA_10, cujas características, a priori, apenas satisfizeram a preferência “MA” do comprador quando a sua avaliação atingiu à precisão de 39,1%, estimado em R\$9.833,33/m² pelo TOPSIS-AHP. Esse avaliando apresentou algum grau de precisão (44,03%) quando foi “MaP” pelo comprador, estimado em R\$8.945,18/m² (Tabela 15).

Tabela15 – Avaliação de apartamentos pela preferência do comprador (aquisição).

AVA.	CRITÉRIOS						TOPSIS-AHP			P(%)	PROMETHEE-AHP		P(%)
	Endógeno			Exógeno			IPC	\hat{Y}_i (R\$/m ²)	IPC		\hat{Y}_i (R\$/m ²)		
	X ₁ (m ²)	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆							
1	260	0	4	2	2	3	■ MB	7.692,31	50,0	■ MeP	7.880,29	49,98	
2	107	1	1	2	2	3	■ M	9.345,79	41,1	■ MeP	8.553,42	46,05	
3	90	1	1	1	3	2	■ A	7.711,11	49,8	■ MeP	8.511,77	46,27	
4	140	1	0	2	3	3	■ B	10.000,0	38,4	■ MeP	9.330,77	42,21	
5	73	1	1	2	2	2	■ A	8.219,18	46,8	■ MeP	9.600,84	41,03	
6	69	1	1	1	2	2	■ MA	7.826,09	49,1	■ MaP	7.778,42	50,64	
7	95	1	0	1	2	2	■ A	7.789,47	49,3	■ MeP	8.063,78	48,84	
8	72	1	0	1	1	3	■ A	8.333,33	46,1	■ MeP	8.905,72	44,23	
9	65	1	1	2	1	1	■ MA	8.461,54	45,4	■ MaP	9.864,80	39,93	
10	60	0	1	1	1	1	■ MA	9.833,33	39,1	■ MaP	8.945,18	44,03	
							Média	8.521,22	45,5	-----	8.743,50	45,3	

A avaliação pelo TOPSIS-AHP condicionou que o valor de três imóveis satisfizesse a preferência do vendedor, cuja estimativa do valor foi entre 38%-71% maior a favor do vendedor, sendo sugestivo recorrer as técnicas de negociação entre atores aos moldes da “arena decisão” (LAMOUNIER, 1994). O valor de quatro avaliandos pode ser pactuado entre vendedor e comprador, pois a diferença entre preferências favoreceu o vendedor entre 12%-20%. A diferença de valor entre preferências de comprador e vendedor foi entre 1%-10% para três avaliandos. Os valores médios estimado pelo TOPSIS-AHP estão na Tabela16.

Tabela16 – Avaliação de apartamentos pela modelagem TOPSIS-AHP

AVA.	CRITÉRIOS						TOPSIS-AHP			Valor (R\$/m ²)
	Endógeno			Exógeno			D(%)	PREFERÊNCIA	CONDIÇÃO	
	X ₁ (m ²)	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆				
1	260	0	4	2	2	3	50%	$\hat{Y}_i^{(IPC)} = 1,50[\hat{Y}_i^{(IPV)}]$	VIESADO	Negociar
2	107	1	1	2	2	3	20%	$\hat{Y}_i^{(IPC)} = 1,20[\hat{Y}_i^{(IPV)}]$	ACEITÁVEL	8.573,39
3	90	1	1	1	3	2	71%	$\hat{Y}_i^{(IPC)} = 1,71[\hat{Y}_i^{(IPV)}]$	VIESADO	Negociar
4	140	1	0	2	3	3	30%	$\hat{Y}_i^{(IPC)} = 1,30[\hat{Y}_i^{(IPV)}]$	ACEITÁVEL	8.857,14
5	73	1	1	2	2	2	12%	$\hat{Y}_i^{(IPC)} = 1,12[\hat{Y}_i^{(IPV)}]$	ACEITÁVEL	7.771,95
6	69	1	1	1	2	2	1%	$\hat{Y}_i^{(IPC)} = 1,01[\hat{Y}_i^{(IPV)}]$	SATISFATÓRIO	7.787,72
7	95	1	0	1	2	2	38%	$\hat{Y}_i^{(IPC)} = 1,38[\hat{Y}_i^{(IPV)}]$	VIESADO	Negociar
8	72	1	0	1	1	3	12%	$\hat{Y}_i^{(IPC)} = 1,12[\hat{Y}_i^{(IPV)}]$	ACEITÁVEL	7.879,90
9	65	1	1	2	1	1	3%	$\hat{Y}_i^{(IPC)} = 1,03[\hat{Y}_i^{(IPV)}]$	SATISFATÓRIO	8.343,88
10	60	0	1	1	1	1	10%	$\hat{Y}_i^{(IPC)} = 1,10[\hat{Y}_i^{(IPV)}]$	SATISFATÓRIO	9.372,54

A avaliação de imóveis efetuada pelo PROMETHEE-AHP não condicionou nenhuma preferência viesada. Entretanto, seis avaliandos indicaram que o valor de mercado do apartamento pode ser pactuado em acordo entre vendedor e comprador, pois a diferença entre valores de ambas as preferências foi a favor de vendedor entre 14%-28%. E, quatro avaliandos a diferença de valor entre preferências foi entre 3%-7%. Os valores médios dos avaliandos estimado pelo PROMETHEE-AHP estão descritos na Tabela17.

Tabela17 – Avaliação de apartamentos pela modelagem PROMETHEE-AHP.

AVA.	CRITÉRIOS						D(%)	PROMETHEE-AHP		Valor (R\$/m ²)
	Endógeno			Exógeno				PREFERÊNCIA	CONDIÇÃO	
	X ₁ (m ²)	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆				
1	260	0	4	2	2	3	28%	$\hat{Y}_i^{(IPC)} > 1,28[\hat{Y}_i^{(IPV)}]$	ACEITÁVEL	7.022,93
2	107	1	1	2	2	3	14%	$\hat{Y}_i^{(IPC)} > 1,14[\hat{Y}_i^{(IPV)}]$	ACEITÁVEL	8.029,26
3	90	1	1	1	3	2	27%	$\hat{Y}_i^{(IPC)} > 1,27[\hat{Y}_i^{(IPV)}]$	ACEITÁVEL	7.606,14
4	140	1	0	2	3	3	24%	$\hat{Y}_i^{(IPC)} > 1,24[\hat{Y}_i^{(IPV)}]$	ACEITÁVEL	8.426,26
5	73	1	1	2	2	2	7%	$\hat{Y}_i^{(IPC)} > 1,07[\hat{Y}_i^{(IPV)}]$	SATISFATÓRIO	9.273,33
6	69	1	1	1	2	2	3%	$1,03[\hat{Y}_i^{(IPC)}] < \hat{Y}_i^{(IPV)}$	SATISFATÓRIO	7.896,78
7	95	1	0	1	2	2	27%	$\hat{Y}_i^{(IPC)} > 1,27[\hat{Y}_i^{(IPV)}]$	ACEITÁVEL	7.205,81
8	72	1	0	1	1	3	6%	$\hat{Y}_i^{(IPC)} > 1,06[\hat{Y}_i^{(IPV)}]$	SATISFATÓRIO	8.640,67
9	65	1	1	2	1	1	27%	$\hat{Y}_i^{(IPC)} > 1,27[\hat{Y}_i^{(IPV)}]$	ACEITÁVEL	8.801,98
10	60	0	1	1	1	1	7%	$\hat{Y}_i^{(IPC)} > 1,07[\hat{Y}_i^{(IPV)}]$	SATISFATÓRIO	8.664,63

5. CONCLUSÕES

Este artigo se propões desenvolver metodologia por modelagens multicritérios para avaliação de imóveis, comparando dois métodos de distintas bases teóricas: TOPSIS (teoria da utilidade) e PROMETHEE (teoria da prevalência). Para tanto, assumiu, em tese, que o preço foi uma condição econômica e o anseio do decisor, pois comprar e vender é decisão motivada pela importância que o decisor afere sobre o atributo ou conjunto de atributos do imóvel em questão.

Para validar esta tese, índices de preferência do comprador e vendedor foram propostos, relacionando-os com o preço de oferta do imóvel correspondente. A relação foi válida pelo coeficiente de determinação igual e acima de 0,80 ($R^2 > 0,80$), onde a referida tese, a priori, foi confirmada.

Em seguida, constatou-se que a sensibilidade de critérios endógenos é maior que dos critérios exógenos, quando foi dado maior importância pelo vendedor. Quando a importância de critério satisfizer a preferência do comprador, a sensibilidade de critérios endógenos foi menor que dos exógenos. Tais conclusões foram constatadas por ambos os modelos multicritérios. Entretanto, constatou-se que, para o específico mercado de apartamentos, o número de suítes foi mais sensível, tanto sob a ótica do comprador e vendedor, a ponto de provocar alterações nas preferências para adquirir ou transacionar imóvel.

Para estimativa do valor de compra e venda de apartamentos na cidade de Belém/PA, a modelagem multicritério TOPSIS-AHP apresentou desempenho inferior quando comparado a modelagem PROMETHEE-AHP, posto que acumulou maiores erros absolutos médios nas estimativas de valores de imóveis.

Quando os respectivos modelos foram aplicados para valorar apartamentos, a partir das preferências de comprador e vendedor, o PROMETHEE-AHP não condicionou preferência viesada, onde nenhum dos atores foi favorecido. Por este modelo, além das preferências para selecionar imóveis entre o valor de compra e venda tenha sido aceitáveis e satisfatórias, a precisão enquadraram-se aos graus I e III, respectivamente.

Ainda que tenha sido aferido preferências aceitáveis e satisfatórias de valores, sob a ótica do comprador e vendedor, pelo TOPSIS-AHP evidenciou-se condições que enviesaram preferências a favor do vendedor. Por este modelo, a aferição da precisão dessas estimativas foi enquadrada no grau I e II, respectivamente para avaliação de compra e venda de imóveis.

Em geral, para avaliar imóveis, a teoria da utilidade apresentou desempenho inferior, menor precisão e preferências viesadas à teoria da prevalência (ou pela teoria dos prospectos), pelo que recorrer a métodos que se estruturam em modelos de preferência estrita e indiferença (e.g., AHP, TOPSIS, UTA), pode não ser indicado para avaliar imóveis. Ao passo que, métodos que se estruturam em modelos de preferência estrita,

fraca, indiferença e incomparabilidade (como o PROMETHEE) seriam, a priori, mais indicados para o referido propósito. Ainda assim, o TOPSIS-AHP apresentou menor sensibilidade que o PROMETHEE-AHP para que possa haver a mudança de preferências de um imóvel sob a ótica do vendedor e comprador.

Importante ressaltar que estas conclusões foram baseadas na premissa outrora formulada, e que foi intitulada como “teoria das preferências para avaliação de imóveis”, especificamente válida para conduzir avaliações de compra e venda de imóveis do tipo apartamento.

Entretanto, convém ressaltar que, quaisquer que sejam as mudanças da importância e inserção de critérios (que não aqueles considerados neste trabalho), podem alterar as preferências dos atores do mercado imobiliário. Ainda assim, a utilização de outros métodos multicritérios podem conduzir a preferências viesadas, baixos desempenhos e precisões. Neste sentido, é recomendável para trabalhos futuros:

- A adoção de outros critérios endógenos (e.g., padrão construtivo, andares) e exógenos (e.g., poluição, ruídos, violência), bem como a avaliação de outras tipologias de mercado de bens imóveis (e.g., casas, terrenos, galpões, lotes) e, outras modalidades transacionais (e.g., aluguel, “*build-to-suit*”) podem ser modeladas por métodos multicritérios;
- A premissa utilizada pode considerar a inclusão de outros atores do mercado imobiliário, tais como construtores, incorporadores, bancos e financeiras, agentes financeiros, etc.
- Para integrar o processo de modelagem pode-se recorrer a outros métodos que se fundamentem na teoria da prevalência (e.g., ELECTRE, FlowSort, *Fuzzy*-PROMETHEE).
- Desenvolver estudos que permitam comparar o desempenho de modelagens multicritérios com modelos de regressão linear e/ou não-linear, regressão logística, inferência “*fuzzy*”, redes neurais artificiais, sistemas neuro-“*fuzzy*”, análise de envoltória de dupla face, etc.

REFERÊNCIAS

- ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). **NBR 14.653-2: Avaliação de bens – Parte 2: imóveis urbanos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.
- ALBACETE, X.; PASANEN, K.; KOLEHMAINEN, M. **A GIS-based method for the selection of the location of residence**. *Geo-Spatial Information Science*, v. 15, n. 1, p. 61-66, 2012. Doi: <https://doi.org/10.1080/10095020.2012.708159>.
- BANA e COSTA, C.A; VANSNICK, J.C. **MACBETH, an Interactive Path towards the Construction of Cardinal Value Functions**. *International Transactions in Operational Research*, Vol. 1, No. 4, 1994, pp. 489-500. Doi: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1475-3995.1994.00325.x>.
- BELTON, Valerie., STEWART, Theodor J. **Multiple Criteria Decision Analysis: An Integrated Approach**. Kluwer Academic Publishers, 2003.
- BEN-SHAHAR, D.; GOLAN, R. **Real estate and personality**. *Journal of Behavioral and Experimental Economics*, v. 53, p. 111-119, 2014. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.socec.2014.08.008>.
- BISDORFF, R. **Logical foundation of multicriteria preference aggregation**. *Aiding decisions with multiple criteria: essays in honor of Bernard Roy*. Org: D. Bouyssou, E. Jacquet-Lagrange, P. Perny, R. Slowinski, D. Vanderpooten, and P. Vincke, eds., Kluwer Academic Publishers, Dordrecht (The Netherlands), p. 378-407, 2002.
- BOUYSSOU, D; VINCKE, P. **Binary Relations and Preference Modeling in Decision-making Process: Concepts and Methods** (eds D. Bouyssou, D. Dubois, M. Pirlot and H. Prade). ISTE. London, UK, 2010.
- BRANS, J.; SMET, Y. **PROMETHEE Methods**. In S. Greco, M. Ehrgott, & J. R. Figueira (Eds.), *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys* (pp. 187219). New York, NY: Springer Science+Business Media, 2016.
- BRITO, L. S.; BRANDSTETTER, M. C. **Processo decisório na compra de produtos imobiliários para moradia: uma revisão sistemática de literatura**. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 22, n. 2, p. 61-85, abr./jun. 2022. ISSN 1678-8621. Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212022000200594>.

- CARMO, P.F.B. **Avaliação de Imóveis: Determinação dos Fatores e da Matriz de Homogeneização pelo Método de Análise Hierárquica**. In: XXXI-Congresso Panamericano de Avaliações (UPAV): Mercado Real Estate, Avaliação e Ciclos Econômicos: O cenário Pan-Americano. Rio de Janeiro, 2016.
- CARRIÇO, Nelson. **Metodologia multicritério de apoio à decisão na gestão patrimonial de infraestruturas urbanas de água**. 2014. Tese de Doutorado. Dissertação de Doutoramento em Engenharia Civil, Instituto Superior Técnico (IST), Universidade de Lisboa.
- D'ACCI, L. **Quality of urban area, distance from city centre, and housing value: case study on real estate values in Turin**. *Cities*, v. 91, p. 71-92, 2019. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.cities.2018.11.008>.
- DROUBI, L. F. P.; FLORENCIO, L. de A. **Método dos mínimos quadrados ponderados: vantagens e aplicação na engenharia de avaliações**. *Revista Valorem*, [S. l.], v. 3, n. 1, p. 33-41, 2024. Doi: 10.29327/2290393.3.1-3.
- DUARTE, D. C. de O; OLIVEIRA, J. C. de; LANI, J. L.; UBERTI, M. S; MARQUES, É. T; ABREU, M. V. S. **Análise Multicritério Aplicada à Determinação de Áreas de Adequabilidade à Valorização Imobiliária**. *Revista Brasileira de Cartografia*, [S. l.], v. 73, n. 2, p. 516-529, 2021. Doi: 10.14393/rbcv73n2-54288.
- DUARTE, A.A.A.M; ROTTMANN, E.; DUARTE, A.R.C. DE L. M.; COSTA JR., C.T., KAWASHIMA, M.E GALVÃO NETO, O. **Um novo enfoque na engenharia de avaliações: o método do entendimento racional**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias (COBREAP), XIV, 2007, Salvador. Anais [...]Salvador: Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia, 2007. p. 1-21.
- FLACH, F.; GONZÁLEZ, M. A. S.; KERN, A. P. **A knowledge discovery mechanism to user requirement identification in building design**. *Revista Ingeniería de Construcción*, v. 27, n. 2, p. 83-98, 2012.
- FLORENCIO, L. d. A. **Engenharia de avaliações com base em modelos GAMLSS**. Dissertação (Mestrado em Estatística). Universidade Federal de Pernambuco, 2010.
- FIGUEIRA, J., GRECO, S., EHROGOTT, M. **Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys**, Springer, Inc., New York, 2005a.
- GOMES, L. F. A. M., GOMES, C. F. S. **Tomada de decisão gerencial: Enfoque multicritério**. 5ª Edição. Editora: Atlas, Rio de Janeiro-RJ. p. 370, 2014.
- GONÇALVES, C. J. **Aplicação do método AHP – Análise Hierárquica de Processos, dentro da lógica fuzzy, no ranking de variáveis qualitativas para modelos de regressão linear**. *Revista Valorem*, [S. l.], v. 1, n. 2, p. 17-38, 2022. Doi: 10.29327/2290393.1.2-2.
- GONZÁLEZ, M. A. S.; FORMOSO, C. T. **Construção de modelos do mercado imobiliário para análise de viabilidade com regressão e sistemas de regras difusas**. *Ambiente Construído*, [S. l.], v. 6, n. 4, p. 19-31, 2008.
- GRUM, B.; KOBAL GRUM, D. **A model of real estate and psychological factors in decision-making to buy real estate**. *Urbani Izziv*, v. 26, n. 1, p. 82-91, 2015. Doi: 10.5379/urbani-izziv-en-2015-26-01-002.
- GUITOUNI, A., MARTEL, J. M. **Tentative guidelines to help choosing an appropriate MCDA method**. *European Journal of Operational Research*, Elsevier, vol. 109(2), pages 501-521, September, 1998.
- HWANG, C. L., YOON, K. **Multiple Attribute Decision Making. Methods and Applications A State-of-the-Art Survey**, Springer-Verlag GmbH, New York (USA), 1981. Doi: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-48318-9>.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **IBGE Cidades**. Acesso em em 27 de janeiro de 2023: <https://cidades.ibge.gov.br/>
- JACQUET-LAGREZE, E., SISKOS, J. **Assessing a set of additive utility functions for multicriteria decision-making, the UTA method**. *European Journal of Operational Research*, 10(2), p. 151-164, 1982. Doi: [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(82\)90155-2](https://doi.org/10.1016/0377-2217(82)90155-2).
- KAHNEMAN, D.; TVERSKY, A. **Prospect theory: An analysis of decisions under risk**. *Econometrica*, 47:263-291, 1979. Doi: <https://doi.org/10.2307/1914185>.

- KROHLING, R.A.E.S; SOUZA, T.T.M. **F-TODIM: An Application of the Fuzzy-TODIM Method to Rental Evaluation of Residential Properties**. In: Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional (SBPO), 2012, Rio de Janeiro. Anais [...]Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Pesquisa Operacional (SOBRAPO). 2012. p.431-443.
- LAMOUNIER, B. **Determinantes políticos da política agrícola: um estudo de atores, demandas e mecanismos de decisão**. Estudos de Política Agrícola 9, jan. 1994: p. 1-26
- LIMA, Jairo Fadul. **Modelo Fuzzy para Avaliação de Imóveis Utilizando Árvore de Decisão**. 2017. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia de Processos) -Programa de Pós-graduação em Engenharia de Processos, Universidade Federal do Pará, Belém/PA.
- LISBÔA, Educélio Gaspar. **Contribuições ao Processo de Seleção de Tecnologias de Tratamento de Esgotos em Zonas Urbanas: Proposta de uma Modelagem Multicritério**. 2023. Tese (Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente Urbano) –Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente Urbano, Universidade da Amazônia, Belém/PA.
- LISBOA, É. G.; BASTOS, R. E. L.; BELLO, L. A. L. **A influência dos alagamentos e do bem-estar urbano no mercado imobiliário de apartamentos: o caso da cidade de Belém/PA, Brasil**. urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana, v. 16, p. e20230157, 2024. Doi: <https://doi.org/10.1590/2175-3369.016.e20230157>.
- LISBOA, É. G.; CHAVES JUNIOR, W. S. de C. **Análise de desempenho da inferência fuzzy para avaliar apartamentos: estudo de caso na zona urbana de Belém**. Revista Valorem, [S. l.], v. 2, n. 1, p. 1–29, 2023. Doi: 10.29327/2290393.2.1-1.
- LISBOA, É.G; GOMES, R.D.S; JUNIOR, W.S. **A Influência dos Impactos de Alagamentos nos Preços de Apartamentos: Modelagem por Inferência Estatística Aplicada na Zona Urbana da Cidade de Belém/PA**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias (COBREAP), XXII, 2023, São Paulo. Anais [...]São Paulo: Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia, 2023. p. 1-30.
- LOOTSMA, Freerk A. **Multi-Criteria Decision Analysis via Ratio and Difference Judgement**. Editora Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, (The Netherlands). ISBN: 9780792356691, v. 29, p. 285, 1999.
- MALAMAN, C. S.; AMORIM, A. **MÉTODO PARA DETERMINAÇÃO DE VALORES NA AVALIAÇÃO IMOBILIÁRIA: comparação entre o Modelo de Regressão Linear e Lógica Fuzzy**. Boletim de Ciências Geodésicas, v. 23, n. 1, p. 87–100, jan. 2017. Doi: <https://doi.org/10.1590/S1982-21702017000100006>.
- MELLO, R. de; SANTELLO, R. **O uso de lógica fuzzy para avaliação de imóveis e exemplos de aplicação**. Revista Produção Online, [S. l.], v. 12, n. 4, p. 904–927, 2012. Doi: 10.14488/1676-1901.v12i4.938.
- MOREIRA, D. S; SILVA, R. S.; FERNANDES, A. M. R. **Engenharia de avaliações de imóveis apoiada em técnicas de análise multicritério e redes neurais artificiais**. Revista de Sistemas de Informação da FSMA, v. 6, p. 49-58, 2010.
- NURMI, Hannu. **Voting Paradoxes and How to Deal with Them**. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1999.
- OLIVEIRA, M.C.G; FREITA, A.A.F. **O Uso da Metodologia Multicritério de Apoio à Decisão na Definição da Compra de um Imóvel – A Fase de Estruturação**. In: XVII ENEGEP 1997 | Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Gramado/RS. Anais [...]Gramado: Associação Brasileira de Engenharia de Produção, 1997.
- OLIVEIRA, L.S.M; CORREIA, T.C.V.D; MELLO, J.C.C.B.S de. **Métodos Multicritério de Auxílio à Decisão Aplicados a Avaliação e Aquisição de Imóveis**. In: Relatórios de Pesquisa em Engenharia de Produção V. 8 n. 04. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal Fluminense, 2008.
- ÖZTÜRK, M., TSOUKIÁS, A., VINCKE, P. **Preference Modelling. Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys**. Org. J. Figueira, S. Greco, and M. Ehrogott, eds., Springer, New York (USA), p. 27-59, 2005.

ÖZTÜRK, M., TSOUKIÀS, A., VINCKE, P. **Preference modeling. Preferences: Specification, Inference, Applications**, Eds. Bosi, G., Brafman, R. I., Chomicki, J., and Kießling, W., Pub. Internationales Begegnungs- und Forschungszentrum für Informatik (IBFI), Schloss Dagstuhl (Germany), 2006.

PALMA, D.A.; PEREIRA, L.S. **Konstit Urb – Plataforma para avaliação de imóveis urbanos com métodos multicritério de apoio à tomada de decisão**. In: IV EPPGEP 2019 | Encontro de Pesquisa e Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Porto Alegre. Anais [...]Porto Alegre: Associação Nacional de Programa de Pós-graduação e Pesquisa em Engenharia de Produção, 2019.

PARMIGIANI, G; INOUE, L. **Decision Theory: Principles and Approaches**. Wiley Series in Probability and Statistics, Chichester, p. 155-171, 2009. Doi: <https://doi.org/10.1002/9780470746684>.

PELLI, A.N; BOLINELLI JUNIOR, H.L. **Avaliações de Imóveis Urbanos: Utilização da Lógica Fuzzy e Comparação dos Resultados com o DEA– Envoltória de Dupla Face**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias (COBREAP), XVIII, 2015, Belo Horizonte. Anais [...]Belo Horizonte: Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia, 2015. p. 1-20.

PEREIRA, M. **Metodologia Multicritério para Avaliação e Seleção de Sistemas Informáticos ao Nível Industrial**. 2003. Tese de Doutorado. Dissertação de Doutorado em Investigação Operacional, Universidade do Minho.

PMB (Prefeitura Municipal de Belém) (2020). **Plano Municipal de Saneamento Básico de Belém/PA**. Sistema de Esgotamento Sanitário. Acessado em 21 de setembro de 2024: <https://arbel.belem.pa.gov.br/legislacao/pmsb-plano-municipal-de-saneamento-basico/>

POMEROL, J.-C., BARBA-ROMERO, S. **Multicriterion decision in management: principles and practices**. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht (The Netherlands), 2000.

RAMSEY, Frank P. **Truth and Probability. The Foundations of Mathematics and other Logical Essays**, Ch. VII, p.156-198, 1926. Edited by R.B. Braithwaite, London: Kegan, Paul, Trench, Trubner & Co., New York: Harcourt, Brace and Company.

RANGEL, L. A. D.; GOMES, L. F. A. M. **Emprego dos métodos Utilité Additive e Utilité Additive - CRiteria na avaliação de imóveis: um estudo de caso**. Gestão & Produção, v. 16, n. 2, p. 222–231, abr. 2009. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0104-530X2009000200006>.

RANGEL, L.A.D; GOMES, L.F.A.M., **Avaliação Multicritério de Imóveis Residenciais: Uso Combinado dos Métodos UTA-CR e TODIM**. Investigación Operativa, v. XVII, p. 113-127, 2009.

ROY, Bernad. **Multicriteria Methodology Goes Decision Aiding**. Kluwer Academic Publishers, Berlin, 1996. Doi: <http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4757-2500-1>.

ROY, Bernad. **Decision-aiding today: what should we expect**. Multicriteria decision-making: advances in MCDM models, algorithms theory, and applications, Org. T. Gal, T. J. Stewart, and T. Hanne, eds., Kluwer Academic Publishers, Boston (USA), v. 21. p. 1-35, 1999.

SALDANHA, M.S; DUARTE, A.A.M. **Aplicação de Variáveis Categóricas com Regressão Logística Como Alternativa na Avaliação de Imóveis**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias (COBREAP), XXI, 2021, Goiânia. Anais [...]Goiânia: Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia, 2021. p. 1-30.

SANTOS JÚNIOR, E. R. dos. **Precificação de Imóveis Residenciais na Região Metropolitana do Rio de Janeiro sob a Lógica Fuzzy**. p. 51, 2014. Dissertação (Mestrado Profissionalizante e Administração) – Programa de Pós-graduação em Administração e Economia, Faculdade de Economia e Finanças IBMEC, Rio de Janeiro/RJ.

SERRÃO, L. C.; MEDEIROS, R. L.; COSTA, N. C.; DE CARVALHO, A. A.; MEDEIROS, J. N. L.; DO NASCIMENTO, T. P. S.; CRUZ, S. R. de S.; NUNES, R. da C. **Método multicritério AHP-TOPSIS-2N aplicado à decisão de compra de imóvel em Manaus (Brasil)**. Revista Contemporânea, [S. l.], v. 3, n. 12, p. 31544–31569, 2023. Doi: 10.56083/RCV3N12-341.

SIMON, Herbert Adans. (1947). **Administrative behavior: a study of Decision-Making Processes in Administrative Organizations**. Mac Milan, New York (USA).

SOETHE, Volnei Avilson. **Aplicação da metodologia multicritério de apoio a decisão, na seleção de gerentes gerais, pela Caixa Econômica Federal, nas agências da região norte do Estado de Santa Catarina**. 1997. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) –Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Florianópolis/SC.

SURGELAS V.; ARHIPOVA I; PUKITE V. **Civil Engineering Inspection for Real Estate Evaluation with the Use of Artificial Learning Algorithms and Fuzzy Logic**. Rural Sustainability Research, Vol.43, (Issue 338), pp. 75-82, 2020. <https://doi.org/10.2478/plua-2020-0010>.

TSOUKIÁS, A. **Da teoria da decisão à metodologia de ajuda à decisão**. Decisão Perspectivas Interdisciplinares. C. Antunes and L. Dias, eds., Imprensa da Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal, 2007a. p. 95-151.

TSOUKIÁS, A. **From decision theory to decision aiding methodology**. European Journal of Operational Research, 187(1), p. 138-161, 2008. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2007.02.039>.

UBERTI, M. S.; ANTUNES, M. A. H.; DEBIASI, P. **Avaliação em Massa de Imóveis Rurais Utilizando Regressão Geograficamente Ponderada**. Boletim Goiano de Geografia, Goiânia, v. 41, n. 1, 2021. Doi: 10.5216/bgg.v41.65227.

WANG, J.J; JING, Y.Y; ZHANG, C.F; ZHAO, J.H. **Review on multi-criteria decision analysis aid in sustainable energy decision-making**. Renewable and Sustainable Energy Reviews, Elsevier, vol. 13(9), pages 2263-2278, December, 2009.

ZADEH, Lotfi Aliasker. **Fuzzy Sets**. Information Control, 8, p. 338-353, 1965. Doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0019-9958\(65\)90241-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0019-9958(65)90241-X).

ZILLI, C. A.; DROUBI, L. F. P.; HOCHHEIM, N. **Avaliação em massa de apartamentos com uso de regressão geograficamente ponderada**. Revista Valorem, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 16–31, 2022. Doi: 10.29327/2290393.1.1-2.

ZIONTS, S. **An Interactive Programming Method for Solving the Multiple Crite-ria Problem**. Management Science, INFORMS, vol. 22(6), pages 652-663, February, 1992. Doi: 10.1287/mnsc.22.6.652.

ZUFFO, A. C. **Seleção e aplicação de métodos multicriteriais ao planejamento ambiental de recursos hídricos**, 1998. Tese (Doutorado em Hidráulica e Saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. 1998.

ZUFFO, A. C. **Incorporação de Matemática Fuzzy em Métodos Multicriteriais para Descrever Critérios Subjetivos em Planejamento de Recursos Hídricos: Fuzzy-CP e Fuzzy-CGT**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos (RBRH). Volume 16 n.4 - Out/Dez 2011, 29-40. Doi: 10.21168/rbrh.v16n4.p29-40.

ANEXO I: JULGAMENTO DE IMPORTÂNCIA (PESO) PELO MÉTODO AHP

(A) Sob a ótica do vendedor

Matriz "K"		X1	X2	X3	X4	X5	X6		GM_i	$w_j(\%)$
Area privativa	X1	1	7	3	1	3	7		2,76	33,98
Dormitórios	X2	1/7	1	1	1	3	1		0,87	10,69
Suítes	X3	1/3	1	1	3	9	9		2,08	25,62
Vagas de garagem	X4	1	1	1/3	1	9	9		1,73	21,33
Impacto de Alagamentos	X5	1/3	1/3	1/9	1/9	1	1		0,33	4,10
IBEU	X6	1/7	1	1/9	1/9	1	1		0,35	4,28
	$\sum cv_j$	2,95	11,33	5,56	6,22	26,00	28,00	$\sum GM_i$	8,12	100,00

λ_{max}	7,23
C_j	6
IC	0,25
RI	1,24
CR	19,86%

(B) Sob a ótica do comprador

Matriz "K"		X1	X2	X3	X4	X5	X6		GM_i	$w_j(\%)$
Area privativa	X1	1	3	1/9	1/9	1/3	1/9		0,33	3,67
Dormitórios	X2	1/3	1	1/9	1/9	1/7	1/7		0,21	2,30
Suítes	X3	9	9	1	7	3	1/3		2,88	31,67
Vagas de garagem	X4	9	9	1/7	1	1	1/5		1,15	12,66
Impacto de Alagamentos	X5	3	7	1/3	1	1	1		1,38	15,22
IBEU	X6	9	7	3	5	1	1		3,13	34,48
	$\sum cv_j$	31,33	36,00	4,70	14,22	6,48	2,79	$\sum GM_i$	9,09	100,00

λ_{max}	7,21
C_j	6
IC	0,24
RI	1,24
CR	19,58%

ANEXO II: DADOS E RESULTADOS DO IPC E IPV

(A) Pelo método TOPSIS-AHP (231 dados)

X	Y	Bairro	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	Y _i	IPC	$\hat{Y}_i^{(IPC)}$	IPV	$\hat{Y}_i^{(IPV)}$
779605	9837878	B. Campos	130	0	3	2	2	2	7.307,69	0,426	8.833,38	0,423	6.008,3
780380	9837491	B. Campos	62	1	1	1	2	2	5.483,87	0,704	9.559,38	0,190	5.074,8
779415	9838535	B. Campos	82	2	0	0	2	2	3.475,61	0,793	5.037,18	0,156	2.999,3
779552	9837876	B. Campos	85	2	1	2	2	2	8.197,65	0,636	8.555,24	0,300	6.285,3
779689,44	9838620,99	B. Campos	93	3	0	2	2	2	3.763,44	0,695	6.554,88	0,299	5.724,5
779653,53	9837877,09	B. Campos	98	2	1	1	2	2	3.571,43	0,692	6.286,18	0,244	4.323,0
778999,28	9839127,39	B. Campos	110	2	1	1	2	2	3.818,18	0,690	5.639,72	0,257	4.084,9
780791,12	9838842,85	B. Campos	71	2	1	2	2	2	8.661,97	0,639	10.180,11	0,289	7.228,4
779354,55	9838649,45	B. Campos	140	2	0	1	2	2	3.928,57	0,751	3.550,20	0,261	3.258,3
779715,79	9838167,3	B. Campos	132	0	3	2	2	1	7.575,76	0,493	7.677,43	0,421	5.886,7
779554,49	9838030,17	B. Campos	123	3	2	1	2	1	4.715,45	0,630	6.023,33	0,347	5.118,1
779715	9838162	B. Campos	132	3	3	2	2	1	7.575,76	0,480	7.885,46	0,461	6.496,5
779635,94	9837851	B. Campos	98	3	1	1	2	1	3.571,43	0,748	5.137,55	0,269	4.827,3
779631,31	9837877,23	B. Campos	130	3	3	2	2	1	6.153,85	0,480	8.000,74	0,459	6.563,7
779468,34	9838166,44	B. Campos	109	3	1	1	2	1	5.045,87	0,746	4.655,92	0,280	4.535,9
778808,3	9838165,77	B. Campos	125	3	1	1	2	1	4.720,00	0,743	4.112,14	0,297	4.228,1
779037,94	9838445,66	B. Campos	93	3	1	1	2	2	5.376,34	0,684	6.789,27	0,269	5.089,9
778827,77	9837946,86	B. Campos	121	0	3	2	2	3	8.181,82	0,372	10.376,64	0,420	6.399,3
779625,47	9837882,39	B. Campos	130	0	3	2	2	2	7.307,69	0,426	8.833,38	0,423	6.008,3
778403,35	9838641,14	B. Campos	174	1	2	1	2	2	3.275,86	0,571	4.936,24	0,376	3.945,0
778730	9839233	Campina	170	2	1	1	2	2	2.811,76	0,677	3.804,79	0,334	3.547,1
779986	9837788	Campina	105	2	1	2	2	2	5.571,43	0,633	6.991,21	0,318	5.426,7
778525	9838721	Campina	68	2	0	1	2	2	5.147,06	0,763	6.956,69	0,185	4.468,5

778328	9838715	Campina	186	0	3	2	2	2	4.838,71	0,412	6.325,16	0,485	4.861,2
778393	9838648	Campina	76	2	0	1	2	2	4.868,42	0,763	6.248,85	0,190	4.153,5
778622	9839000	Campina	58	2	0	0	2	1	5.431,03	0,883	4.022,79	0,129	3.319,0
778449,99	9838902,75	Campina	38	1	0	0	2	1	3.157,89	0,900	5.247,73	0,071	2.037,7
778415,41	9839478,53	Campina	45	1	1	0	2	1	2.222,22	0,811	8.400,45	0,130	4.335,8
778398,95	9838656,23	Campina	58	2	0	1	2	1	5.431,03	0,839	5.558,32	0,172	4.812,6
778621,38	9838999,01	Campina	105	2	1	2	2	1	5.380,95	0,693	5.846,93	0,313	5.342,5
778340,37	9838723,67	Campina	48	1	0	0	2	2	3.333,33	0,804	8.153,37	0,089	2.329,6
778479,33	9838329,43	Campina	110	1	0	0	2	2	3.181,82	0,796	3.703,47	0,159	2.297,1
778333,52	9838714,17	Campina	186	0	3	2	2	2	5.188,17	0,412	6.325,16	0,485	4.861,2
778379	9839617,47	Campina	198	0	3	1	2	1	4.015,15	0,525	4.798,98	0,445	4.160,4
778677,8	9839417,99	Campina	76	2	0	1	2	1	4.868,42	0,837	4.300,07	0,184	3.994,2
779000,75	9839200,91	Campina	65	1	1	0	2	1	3.846,15	0,809	5.871,97	0,141	3.340,0
778645,63	9839299,92	Campina	132	2	1	1	2	1	3.030,30	0,752	3.756,11	0,279	3.727,3
778440,22	9839473,76	Campina	130	2	1	0	2	1	2.461,54	0,788	3.254,24	0,240	3.182,4
778537,85	9839509,86	Campina	55	1	0	0	2	1	2.727,27	0,899	3.667,10	0,079	1.689,2
778326	9838064	C. Velha	100	2	1	1	2	1	4.950,00	0,759	4.822,51	0,241	4.171,6
777940	9839795	C. Velha	96	2	1	1	2	1	5.208,33	0,760	5.008,37	0,237	4.259,8
778473	9838291	C. Velha	140	3	0	0	2	1	2.285,71	0,845	2.220,76	0,250	3.109,3
778597	9838315	C. Velha	98	2	1	1	2	2	4.387,76	0,692	6.286,18	0,244	4.323,0
778431	9837953	C. Velha	65	2	0	1	2	2	4.307,69	0,764	7.267,90	0,183	4.613,7
777934,34	9838189,12	C. Velha	108	3	0	1	2	2	2.916,67	0,748	4.662,87	0,252	4.070,0
778577,5	9837445,06	C. Velha	161	2	1	1	2	2	4.658,39	0,679	3.989,93	0,322	3.592,2
778324,11	9838069,54	C. Velha	127	2	1	0	2	2	3.937,01	0,722	4.380,17	0,241	3.277,2
780962,66	9840216,16	C. Velha	100	2	1	1	2	1	4.950,00	0,759	4.822,51	0,241	4.171,6
778333,89	9838071,84	C. Velha	100	2	1	1	2	1	4.950,00	0,759	4.822,51	0,241	4.171,6
779605	9837878	Condor	130	0	3	2	2	2	7.307,69	0,426	8.549,90	0,423	7.135,7
779859,92	9838576,58	Cremação	125	0	3	2	3	1	6.480,00	0,786	7.840,43	0,211	6.157,4
779851	9838065	Cremação	107	2	1	2	3	2	7.429,91	0,510	6.559,14	0,417	5.454,1
780587,38	9838370,62	Cremação	72	1	1	1	3	2	6.527,78	0,649	7.774,81	0,324	4.820,3
779925	9838779	Cremação	150	0	2	2	3	2	5.000,00	0,720	6.068,98	0,206	4.816,5
780219,13	9838867,52	Cremação	100	2	1	1	3	2	4.500,00	0,545	5.815,77	0,394	4.419,0
780123,27	9838567,51	Cremação	78	2	1	1	3	2	7.884,62	0,709	7.365,94	0,254	5.156,8
780673	9838557	Cremação	40	1	0	1	3	2	3.750,00	0,713	10.450,21	0,234	6.039,6
779930,97	9838809,09	Cremação	150	0	3	2	3	1	5.666,67	0,791	6.592,89	0,153	5.470,1
781277	9839542	Fátima	105	4	0	1	3	1	4.190,48	0,506	3.442,57	0,443	4.779,8
781640	9840087	Fátima	83	3	1	1	3	1	4.216,87	0,819	5.543,93	0,284	5.538,5
780521	9840265	Fátima	189	4	4	2	3	1	6.084,66	0,770	6.208,83	0,262	5.806,8
779794,44	9837568,14	Jurunas	92	3	0	1	3	1	4.293,48	0,413	3.424,81	0,581	4.499,9
778799	9837667	Jurunas	148	3	1	1	3	2	2.972,97	0,842	4.180,61	0,240	4.061,5
779241	9837979	Jurunas	110	3	1	1	3	2	4.090,91	0,691	5.482,81	0,333	4.699,8
778876	9837405	Jurunas	62	2	0	1	3	2	4.677,42	0,698	7.034,81	0,291	5.072,8
779492	9838285	Jurunas	390	4	4	2	3	2	3.717,95	0,782	3.529,63	0,190	3.856,8
779026,39	9838008,52	Jurunas	78	1	1	1	3	2	7.884,62	0,312	7.198,35	0,785	4.571,8
779203	9837677	Jurunas	40	1	0	1	3	2	10.500,00	0,719	10.450,21	0,211	6.039,6
779570,42	9837884,11	Jurunas	85	2	1	2	3	2	8.197,65	0,791	8.170,25	0,153	6.406,9
779002,04	9837769,29	Jurunas	90	2	1	2	3	2	7.000,00	0,653	7.734,06	0,305	6.142,3
778978	9837773	Jurunas	90	3	1	2	3	1	7.000,00	0,652	6.591,26	0,309	6.530,8
783804,25	9844669,39	Marambaia	72	1	1	1	2	1	6.833,33	0,703	6.358,94	0,327	4.391,9
785489	9845531	Marambaia	69	2	1	1	2	1	3.768,12	0,771	6.848,93	0,191	5.251,2
783957	9844476	Marambaia	70	3	0	1	2	1	3.571,43	0,764	5.077,42	0,214	5.252,4
784072	9844417	Marambaia	76	2	1	2	2	1	5.921,05	0,822	7.961,82	0,216	6.732,4
783445	9844303	Marambaia	94	1	2	2	2	1	6.382,98	0,697	8.596,61	0,288	6.509,9
783417	9844646	Marambaia	63	2	0	1	2	1	4.126,98	0,596	5.133,72	0,339	4.523,0
783457,2	9844312,9	Marambaia	90	1	2	1	2	1	6.666,67	0,838	7.847,31	0,175	5.408,0
783830	9844616	Marambaia	73	1	1	1	2	1	6.821,92	0,647	6.275,54	0,276	4.353,7
783972	9844444	Marambaia	90	2	1	1	2	1	3.777,78	0,771	5.319,36	0,192	4.413,3
783513	9844713	Marambaia	67	1	1	1	2	1	4.925,37	0,761	6.814,19	0,231	4.606,5
783643,89	9844669,63	Marambaia	90	3	1	1	2	1	3.888,89	0,772	5.564,53	0,187	5.097,7
782682,33	9841683,59	Marco	87	2	1	1	1	1	5.977,01	0,750	6.425,42	0,262	4.426,8
781789,61	9841239,32	Marco	55	1	1	1	1	1	6.909,09	0,720	9.802,66	0,225	5.196,1
783205,8	9841474,76	Marco	138	0	3	2	1	1	7.971,01	0,730	7.578,49	0,176	5.684,3
782464,01	9840771,39	Marco	102	2	1	2	1	2	7.156,86	0,477	7.689,65	0,425	5.479,5
782113,22	9839968,42	Marco	92	2	1	1	1	2	6.847,83	0,608	7.363,50	0,312	4.407,6

783157,72	9841342,73	Marco	72	2	1	1	1	2	6.250,00	0,661	9.327,42	0,235	5.156,5
783496,29	9841305,43	Marco	58	2	0	1	1	1	3.965,52	0,664	7.398,25	0,218	4.682,1
782524	9841553	Marco	124	1	2	2	1	1	6.451,61	0,785	6.948,05	0,168	5.365,9
782488	9840797	Marco	110	2	1	2	1	1	6.272,73	0,569	6.137,96	0,365	5.141,5
782972	9841058	Marco	122	0	3	2	1	1	8.196,72	0,662	8.523,12	0,315	6.171,2
783237	9841473	Marco	138	0	3	3	1	1	7.971,01	0,480	8.180,43	0,409	6.419,5
782385,74	9840122,21	Marco	90	2	1	1	1	1	6.444,44	0,436	6.220,85	0,476	4.341,8
782161	9840597	Marco	79	2	1	1	1	1	8.227,85	0,720	7.048,36	0,228	4.697,4
782347	9841879	Marco	105	0	3	2	1	1	7.619,05	0,722	9.842,64	0,218	6.875,6
782670	9841408	Marco	112	1	2	2	1	2	8.928,57	0,483	8.762,11	0,394	5.797,0
782927	9840936	Marco	70	2	0	1	1	2	5.000,00	0,509	7.801,31	0,357	4.278,5
782419,84	9841193,35	Marco	125	0	3	2	1	1	8.000,00	0,727	8.327,56	0,182	6.069,0
782732	9840931	Marco	75	2	0	0	1	1	2.866,67	0,480	4.948,72	0,412	2.787,1
782103	9841343	Marco	121	2	1	1	1	1	4.545,45	0,814	4.712,11	0,137	3.791,1
782539	9840999	Marco	122	2	1	2	1	2	4.508,20	0,715	6.487,70	0,262	4.912,2
783353	9841450	Marco	100	1	2	2	1	1	8.500,00	0,604	8.531,09	0,332	6.177,5
782851	9840744	Marco	137	0	3	2	1	2	8.029,20	0,573	8.640,66	0,342	5.770,1
781760	9840524	Marco	138	2	1	2	1	1	5.942,03	0,408	4.962,97	0,428	4.537,0
781542,24	9840527,44	Marco	120	1	2	0	1	1	3.333,33	0,658	5.830,79	0,346	3.918,0
782066	9840867	Marco	121	0	3	2	1	1	6.198,35	0,650	8.590,46	0,268	6.206,5
783313,22	9841167,62	Marco	92	2	0	1	1	1	3.478,26	0,480	4.748,17	0,408	3.539,7
782609,23	9841490,98	Marco	100	3	0	1	1	2	3.700,00	0,782	5.687,41	0,195	4.188,6
782887,53	9841116,63	Marco	95	2	1	2	1	2	7.789,47	0,716	8.231,17	0,242	5.748,4
782052	9840294	Marco	120	2	1	2	1	2	5.416,67	0,609	6.589,68	0,306	4.958,5
782446	9840752	Marco	107	3	1	1	1	1	5.981,31	0,605	5.439,86	0,330	4.532,1
782157	9840603	Marco	58	2	1	2	1	2	9.482,76	0,709	13.284,02	0,275	8.478,7
782420	9841196	Marco	143	4	3	2	1	1	8.041,96	0,615	7.573,41	0,279	6.335,7
783339,85	9841441,06	Marco	100	1	2	2	1	3	8.500,00	0,459	11.029,53	0,486	6.409,8
783353	9841451	Marco	100	3	2	2	1	1	8.500,00	0,449	8.731,94	0,353	6.856,5
781855,54	9840799,51	Marco	87	2	1	1	1	1	6.321,84	0,563	6.425,42	0,375	4.426,8
782919	9841049	Marco	122	3	3	2	1	1	7.131,15	0,720	8.744,70	0,225	6.817,8
782464,01	9840771,39	Marco	102	2	1	2	1	1	7.156,86	0,467	6.594,56	0,449	5.392,9
782528	9841556	Marco	124	3	1	2	1	2	6.451,61	0,664	6.488,02	0,308	5.206,3
782051	9840290	Marco	120	3	1	2	1	1	5.416,67	0,598	5.766,17	0,355	5.241,0
780892,36	9838611,85	Nazaré	107	1	2	1	1	2	6.168,22	0,654	8.184,13	0,347	4.882,0
780076,5	9839211,82	Nazaré	93	2	1	1	1	1	6.451,61	0,562	6.029,74	0,294	4.264,4
779566	9839024	Nazaré	210	0	3	1	1	1	5.714,29	0,720	4.693,15	0,231	4.029,3
779647,24	9839688,31	Nazaré	100	2	1	1	1	2	6.300,00	0,507	6.800,03	0,456	4.215,6
779661	9839037	Nazaré	100	2	1	0	1	1	4.300,00	0,660	4.995,68	0,243	3.352,0
779787	9839103	Nazaré	50	2	0	0	1	1	6.400,00	0,750	7.333,13	0,200	3.484,3
779398,42	9839042,61	Nazaré	220	2	1	1	1	1	3.045,45	0,817	2.804,82	0,120	3.305,4
779774,57	9839473,09	Nazaré	157	4	2	1	1	2	4.649,68	0,691	5.918,48	0,396	4.781,4
780676,61	9839162,48	Nazaré	180	0	3	2	1	1	5.000,00	0,535	5.898,16	0,408	4.865,6
779566,07	9839039,16	Nazaré	150	1	2	1	1	1	3.666,67	0,469	5.176,95	0,471	4.072,4
779506,49	9839293,28	Nazaré	90	1	1	0	1	2	5.222,22	0,612	6.662,37	0,338	3.013,6
780426,36	9839320,47	Nazaré	146	2	1	1	1	1	4.109,59	0,700	3.973,66	0,168	3.580,8
779436,64	9839024,47	Nazaré	85	2	0	2	1	1	5.294,12	0,710	6.464,92	0,294	5.415,0
780234,21	9839757,84	Nazaré	126	0	2	1	1	1	6.031,75	0,725	6.037,44	0,263	4.231,8
779787,81	9839097,33	Nazaré	50	2	0	0	1	1	6.400,00	0,620	7.333,13	0,299	3.484,3
779418,59	9839243,22	Nazaré	120	1	2	1	1	1	5.000,00	0,817	6.381,66	0,120	4.503,6
780077,48	9838854,69	Nazaré	40	0	1	1	1	1	9.625,00	0,617	13.251,76	0,303	6.246,0
780089,49	9839204,37	Nazaré	146	2	1	1	1	1	3.972,60	0,735	3.973,66	0,158	3.580,8
779841,27	9838942,74	Nazaré	150	0	3	2	1	2	6.533,33	0,710	7.936,55	0,294	5.451,9
781396,48	9839383,26	Nazaré	140	1	2	1	1	1	5.142,86	0,405	5.520,32	0,442	4.188,8
780707,34	9838803,4	Nazaré	90	2	1	1	1	1	5.000,00	0,614	6.220,85	0,326	4.341,8
779086,5	9839414,73	Nazaré	97	2	1	2	1	1	5.670,10	0,720	6.918,77	0,228	5.575,9
780553,11	9839729,15	Nazaré	94	2	1	2	1	2	7.978,72	0,664	8.315,17	0,303	5.790,8
781531,37	9839738,36	Nazaré	123	0	3	2	1	1	7.430,89	0,609	8.456,87	0,305	6.136,5
780439,23	9839010,29	Nazaré	50	0	1	1	1	1	4.300,00	0,480	10.634,39	0,410	5.136,4
781124,22	9839782,97	Nazaré	125	1	2	1	1	1	4.560,00	0,734	6.140,13	0,161	4.412,1
779446,03	9839026,6	Nazaré	85	2	0	2	1	2	5.294,12	0,616	7.620,54	0,308	5.516,7
781401,85	9839378,86	Nazaré	138	2	1	1	1	2	4.347,83	0,676	5.027,17	0,267	3.706,3
782052,87	9840265,32	Pedreira	210	0	3	4	2	2	6.190,48	0,653	6.490,79	0,288	5.419,2
781096,83	9841363,53	Pedreira	245	0	3	2	2	2	4.081,63	0,318	4.915,66	0,602	4.263,5

781857,72	9842036,32	Pedreira	86	2	1	2	2	1	7.558,14	0,398	7.068,84	0,555	6.129,4
781802,6	9842071,92	Pedreira	129	0	3	2	2	1	7.364,34	0,696	7.847,25	0,296	5.977,3
781354,64	9841509,63	Pedreira	75	2	1	2	2	1	8.666,67	0,494	8.064,39	0,418	6.802,8
781010,33	9841980,49	Pedreira	92	3	0	1	2	1	5.217,39	0,698	3.934,35	0,288	4.355,1
781579,71	9842448,98	Pedreira	94	1	1	1	2	1	5.851,06	0,819	4.943,75	0,233	3.804,7
782171,18	9842398,02	Pedreira	88	1	1	1	2	1	5.568,18	0,768	5.257,40	0,211	3.922,2
782120,15	9842438,22	Pedreira	92	3	1	2	2	1	7.391,30	0,769	6.801,78	0,205	6.325,5
782122	9843407	Pedreira	250	3	3	2	2	1	4.800,00	0,687	4.347,12	0,324	4.591,6
781161	9841287	Pedreira	97	3	1	2	2	2	6.340,21	0,457	7.682,30	0,607	6.172,5
781494	9840900	Pedreira	90	3	0	1	2	2	6.888,89	0,627	5.533,88	0,332	4.520,5
781496,47	9840987,38	Pedreira	70	2	0	1	2	2	6.742,86	0,751	6.764,28	0,236	4.380,7
781920	9842599	Pedreira	88	3	1	3	2	2	10.113,64	0,763	9.801,22	0,186	8.074,2
782110	9842436	Pedreira	92	3	1	2	2	2	7.391,30	0,569	8.081,23	0,388	6.414,9
780902	9841363	Pedreira	90	3	1	1	2	2	3.722,22	0,628	7.004,74	0,328	5.201,7
782176	9841795	Pedreira	90	3	1	1	2	2	7.222,22	0,685	7.004,74	0,267	5.201,7
780789	9841730	Pedreira	56	2	0	1	2	2	5.714,29	0,685	8.404,79	0,267	5.170,7
781101	9841360	Pedreira	86	3	1	1	2	2	7.558,14	0,765	7.315,79	0,177	5.365,8
781110	9841200	Pedreira	55	2	1	1	2	2	6.363,64	0,685	10.972,90	0,263	6.479,3
782250,92	9842637,36	Pedreira	90	1	2	1	2	2	5.555,56	0,698	9.158,93	0,211	5.510,9
782302,67	9843181,61	Pedreira	86	2	1	1	2	2	5.372,09	0,588	7.117,15	0,281	4.658,7
783710,4	9839981,56	Pedreira	94	1	1	1	2	2	5.851,06	0,694	6.405,54	0,233	3.931,5
781119,22	9841361,38	Pedreira	86	2	1	2	2	2	7.558,14	0,699	8.459,57	0,217	6.231,1
781566,13	9842457,53	Pedreira	75	1	1	1	2	2	4.000,00	0,636	7.949,17	0,301	4.449,0
781354,64	9841509,63	Pedreira	92	3	0	1	2	2	4.130,43	0,702	5.419,76	0,199	4.458,8
780875	9841077,46	Pedreira	80	2	0	1	2	2	3.750,00	0,751	5.949,01	0,238	4.027,6
781375,84	9842329,51	Pedreira	75	1	1	1	2	2	4.533,33	0,762	7.949,17	0,194	4.449,0
780787,89	9841731,59	Pedreira	56	2	0	1	2	2	5.714,29	0,702	8.404,79	0,199	5.170,7
779210	9839795	Reduto	186	1	3	2	2	2	5.107,53	0,765	6.403,07	0,177	5.017,6
779020	9839833	Reduto	85	2	1	1	2	2	6.588,24	0,405	7.197,17	0,499	4.692,5
779168,19	9839761,32	Reduto	100	2	1	1	2	2	4.500,00	0,694	6.167,42	0,232	4.277,6
779034	9840130	Reduto	96	1	1	1	2	2	3.125,00	0,692	6.279,17	0,247	3.893,9
779039,99	9840140,71	Reduto	96	1	1	1	2	2	3.125,00	0,699	6.279,17	0,220	3.893,9
779173,06	9839766,9	Reduto	88	2	1	1	2	2	6.363,64	0,699	6.962,63	0,220	4.594,0
782116,67	9843418,29	Reduto	100	2	1	1	2	2	4.500,00	0,694	6.167,42	0,235	4.277,6
779170	9839769	Reduto	85	2	1	1	2	2	5.058,82	0,692	7.197,17	0,247	4.692,5
778882	9839543	Reduto	147	2	1	2	2	2	4.727,89	0,694	5.106,22	0,232	4.500,1
782132,48	9843403,64	Sacramento	250	3	3	2	3	1	4.800,00	0,625	4.209,40	0,363	4.612,7
780688,81	9843297,53	Sacramento	64	2	1	1	3	1	6.406,25	0,474	6.724,34	0,609	5.809,6
781979,02	9843412,78	Sacramento	55	1	1	1	3	1	5.454,55	0,785	7.477,40	0,219	5.695,7
780576,71	9843596,6	Sacramento	82	1	1	2	3	1	8.414,63	0,794	6.850,76	0,189	6.066,0
781041,68	9843525,13	Sacramento	70	2	0	1	3	1	3.142,86	0,719	3.862,89	0,281	4.473,1
781056,81	9843461,86	Sacramento	100	2	0	0	3	1	2.100,00	0,865	1.725,23	0,189	2.915,2
778777,94	9839545,47	Sacramento	65	1	1	1	3	1	5.384,62	0,914	6.360,84	0,178	5.002,2
780631	9843331	Sacramento	79	3	1	1	3	1	6.962,03	0,793	5.809,64	0,195	5.741,9
781382,85	9839415,53	São Brás	161	0	3	2	2	1	5.279,50	0,771	6.362,61	0,259	5.206,3
781563	9839082	São Brás	80	3	1	1	2	1	4.375,00	0,488	6.222,12	0,452	5.532,1
780925	9839281	São Brás	263	4	4	2	2	1	4.562,74	0,751	4.679,00	0,254	4.823,4
781639	9838796	São Brás	115	3	1	2	2	1	6.521,74	0,385	5.507,19	0,667	5.425,0
781033	9839615	São Brás	120	3	1	2	2	1	5.250,00	0,683	5.292,65	0,345	5.282,3
781119	9839020	São Brás	60	2	0	2	2	1	8.666,67	0,682	7.937,32	0,350	7.220,4
781353	9839092	São Brás	74	2	1	1	2	1	3.918,92	0,762	6.403,97	0,249	4.995,7
781531	9839724	São Brás	123	3	3	2	2	1	7.674,80	0,763	8.433,82	0,217	6.818,6
781155,94	9838847,21	São Brás	242	0	4	2	2	1	5.578,51	0,481	4.923,77	0,452	4.548,9
781118,3	9839431,42	São Braz	173	0	4	3	2	1	6.936,42	0,404	7.168,34	0,583	6.013,7
784674	9843894	Souza	62	2	0	1	3	1	3.387,10	0,866	4.329,03	0,171	4.454,7
784617	9843811	Souza	70	2	0	1	3	1	2.714,29	0,865	3.865,66	0,176	4.099,3
783856	9843318	Souza	62	2	0	1	3	1	3.709,68	0,866	4.329,03	0,171	4.454,7
784425	9843464	Souza	92	2	1	0	3	1	2.826,09	0,819	3.940,56	0,192	3.459,0
780949,03	9841487,88	Telegrafo	79	1	2	1	3	1	7.987,34	0,751	8.511,33	0,192	6.085,3
779571	9841787	Telegrafo	80	3	2	2	3	1	7.889,09	0,664	9.930,93	0,273	8.301,3
780013	9841620	Telegrafo	72	2	1	1	3	1	4.444,44	0,603	6.005,29	0,365	5.314,0
779863,63	9841034	Telegrafo	144	2	1	1	3	1	3.680,56	0,784	3.210,82	0,224	3.713,6
779614,44	9841662,94	Telegrafo	125	0	3	2	3	1	9.200,00	0,769	7.840,43	0,300	6.157,4
780644	9840080	Umarizal	70	2	1	1	2	1	8.000,00	0,510	6.754,74	0,417	5.196,5

779536	9840220	Umarizal	135	0	3	2	2	1	8.922,17	0,764	7.515,17	0,215	5.800,6
780141	9839853	Umarizal	246	1	3	2	2	1	4.878,05	0,493	4.335,74	0,424	4.358,2
779250,83	9840264,87	Umarizal	105	3	1	1	2	1	4.095,24	0,467	4.818,95	0,569	4.632,7
779608	9839777	Umarizal	60	2	0	1	2	1	4.500,00	0,747	5.379,70	0,276	4.689,4
780452	9840321	Umarizal	181	0	4	3	2	1	7.734,81	0,839	6.867,94	0,173	5.841,8
779540,6	9840247,17	Umarizal	135	0	3	2	2	1	8.888,89	0,378	7.515,17	0,561	5.800,6
779137,96	9840663,99	Umarizal	92	3	1	2	2	1	8.478,26	0,493	6.801,78	0,424	6.325,5
780000	9840731	Umarizal	90	2	1	2	2	3	8.333,33	0,687	9.901,18	0,324	6.220,4
779509	9840383	Umarizal	125	2	1	1	2	3	4.720,00	0,554	6.522,77	0,313	4.045,5
780029,53	9840739,28	Umarizal	78	1	1	2	2	2	6.562,06	0,592	9.153,10	0,285	6.266,8
780963	9840230	Umarizal	92	2	1	2	2	2	8.478,26	0,643	7.929,64	0,277	5.934,7
779972	9840072	Umarizal	107	2	1	2	2	2	8.411,21	0,635	6.867,30	0,306	5.361,6
780163	9840356	Umarizal	110	2	1	1	2	2	5.181,82	0,633	5.639,72	0,319	4.084,9
779884	9839936	Umarizal	114	1	2	2	2	2	9.114,04	0,690	8.258,69	0,257	5.775,1
779598,16	9839929,41	Umarizal	285	1	4	2	2	1	5.087,72	0,529	4.262,56	0,362	4.317,9
780365,7	9839756,06	Umarizal	127	3	3	2	2	1	9.291,34	0,393	8.180,49	0,648	6.669,1
UTM	UTM	-	m²	-	-	-	-	-	R\$/m²	-	R\$/m²	-	R\$/m²

(B) Pelo método PROMETHEE-AHP (198 dados)

X	Y	Bairro	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	Y _i	IPC	$\hat{Y}_i^{(IPC)}$	IPV	$\hat{Y}_i^{(IPV)}$
779605	9837878	B. Campos	130	0	3	2	2	2	7.307,69	-0,186	5.748,83	0,269	6.709,58
780380	9837491	B. Campos	62	1	1	1	2	2	5.483,87	0,214	5.919,97	-0,209	6.362,02
779841	9838574	B. Campos	125	1	3	2	2	2	6.800,00	-0,194	6.062,33	0,300	7.223,56
779415	9838535	B. Campos	82	2	0	0	2	2	3.475,61	0,404	3.190,58	-0,358	2.989,57
779552	9837876	B. Campos	85	2	1	2	2	2	8.197,65	0,085	5.426,19	0,070	7.921,71
779689,44	9838620,99	B. Campos	93	3	0	2	2	2	3.763,44	0,202	4.031,09	0,020	6.702,63
779653,53	9837877,09	B. Campos	98	2	1	1	2	2	3.571,43	0,197	3.856,17	-0,108	5.048,42
778999,28	9839127,39	B. Campos	110	2	1	1	2	2	3.818,18	0,196	3.444,06	-0,095	4.618,59
780791,12	9838842,85	B. Campos	71	2	1	2	2	2	8.661,97	0,087	6.471,92	0,051	9.211,90
779715,79	9838167,3	B. Campos	132	0	3	2	2	1	7.575,76	-0,360	7.710,35	0,253	6.482,92
779635,94	9837851	B. Campos	98	3	1	1	2	1	3.571,43	0,014	5.338,13	-0,085	5.290,26
779468,34	9838166,44	B. Campos	109	3	1	1	2	1	5.045,87	0,013	4.810,53	-0,073	4.865,55
778808,3	9838165,77	B. Campos	125	3	1	1	2	1	4.720,00	0,010	4.216,48	-0,046	4.459,56
779037,94	9838445,66	B. Campos	93	3	1	1	2	2	5.376,34	0,200	4.046,89	-0,174	4.609,09
779411,94	9838534,36	B. Campos	110	2	2	0	2	2	2.954,55	0,120	3.943,36	-0,102	4.555,86
779625,47	9837882,39	B. Campos	130	0	3	2	2	2	7.307,69	-0,186	5.748,83	0,269	6.709,58
778403,35	9838641,14	B. Campos	174	1	2	1	2	2	3.275,86	0,032	2.914,37	0,172	4.454,28
778730	9839233	Campina	170	2	1	1	2	2	2.811,76	0,176	2.306,76	0,084	4.042,03
779986	9837788	Campina	105	2	1	2	2	2	5.571,43	0,083	4.409,07	0,090	6.598,52
778525	9838721	Campina	68	2	0	1	2	2	5.147,06	0,201	5.518,01	-0,145	6.731,54
778328	9838715	Campina	186	0	3	2	2	2	4.838,71	-0,208	4.176,15	0,470	5.769,06
778393	9838648	Campina	76	2	0	1	2	2	4.868,42	0,327	3.949,26	-0,234	4.854,54
778622	9839000	Campina	58	2	0	0	2	1	5.431,03	0,235	6.088,60	-0,421	3.142,16
778398,95	9838656,23	Campina	58	2	0	1	2	1	5.431,03	0,157	6.994,89	-0,289	5.407,67
778621,38	9838999,01	Campina	105	2	1	2	2	1	5.380,95	-0,090	5.999,10	0,068	6.394,71
778340,37	9838723,67	Campina	48	1	0	0	2	2	3.333,33	0,249	7.176,09	-0,498	2.192,60
778479,33	9838329,43	Campina	110	1	0	0	2	2	3.181,82	0,412	2.343,99	-0,382	2.014,05
778333,52	9838714,17	Campina	186	0	3	2	2	2	5.188,17	-0,208	4.176,15	0,470	5.769,06
778379	9839617,47	Campina	198	0	3	1	2	1	4.015,15	-0,271	4.389,10	0,290	4.508,31
778677,8	9839417,99	Campina	76	2	0	1	2	1	4.868,42	0,154	5.372,50	-0,256	4.571,64
779000,75	9839200,91	Campina	65	1	1	0	2	1	3.846,15	0,118	6.693,59	-0,356	3.803,77
778440,22	9839473,76	Campina	130	2	1	0	2	1	2.461,54	0,097	3.476,05	-0,211	3.018,81
778326	9838064	C. Velha	100	2	1	1	2	1	4.950,00	0,024	5.143,69	-0,128	4.752,45
777940	9839795	C. Velha	96	2	1	1	2	1	5.208,33	0,024	5.353,25	-0,132	4.908,80
778473	9838291	C. Velha	140	3	0	0	2	1	2.285,71	0,211	2.634,32	-0,240	2.595,32
778572	9837448	C. Velha	108	2	1	1	2	2	2.916,67	0,196	3.505,97	-0,098	4.679,12
778597	9838315	C. Velha	98	2	1	1	2	2	4.387,76	-0,052	6.010,66	-0,150	4.618,83
778431	9837953	C. Velha	65	2	0	1	2	2	4.307,69	0,329	4.600,37	-0,253	5.379,15
777934,34	9838189,12	C. Velha	108	3	0	1	2	2	2.916,67	0,313	2.845,65	-0,155	4.145,79
778324,11	9838069,54	C. Velha	127	2	1	0	2	2	3.937,01	0,193	3.000,61	-0,065	4.238,94
780962,66	9840216,16	C. Velha	100	2	1	1	2	1	4.950,00	0,024	5.143,69	-0,128	4.752,45
778333,89	9838071,84	C. Velha	100	2	1	1	2	1	4.950,00	0,024	5.143,69	-0,128	4.752,45
779859,92	9838576,58	Cremação	125	0	3	2	3	1	6.480,00	-0,282	7.084,68	0,257	6.877,96

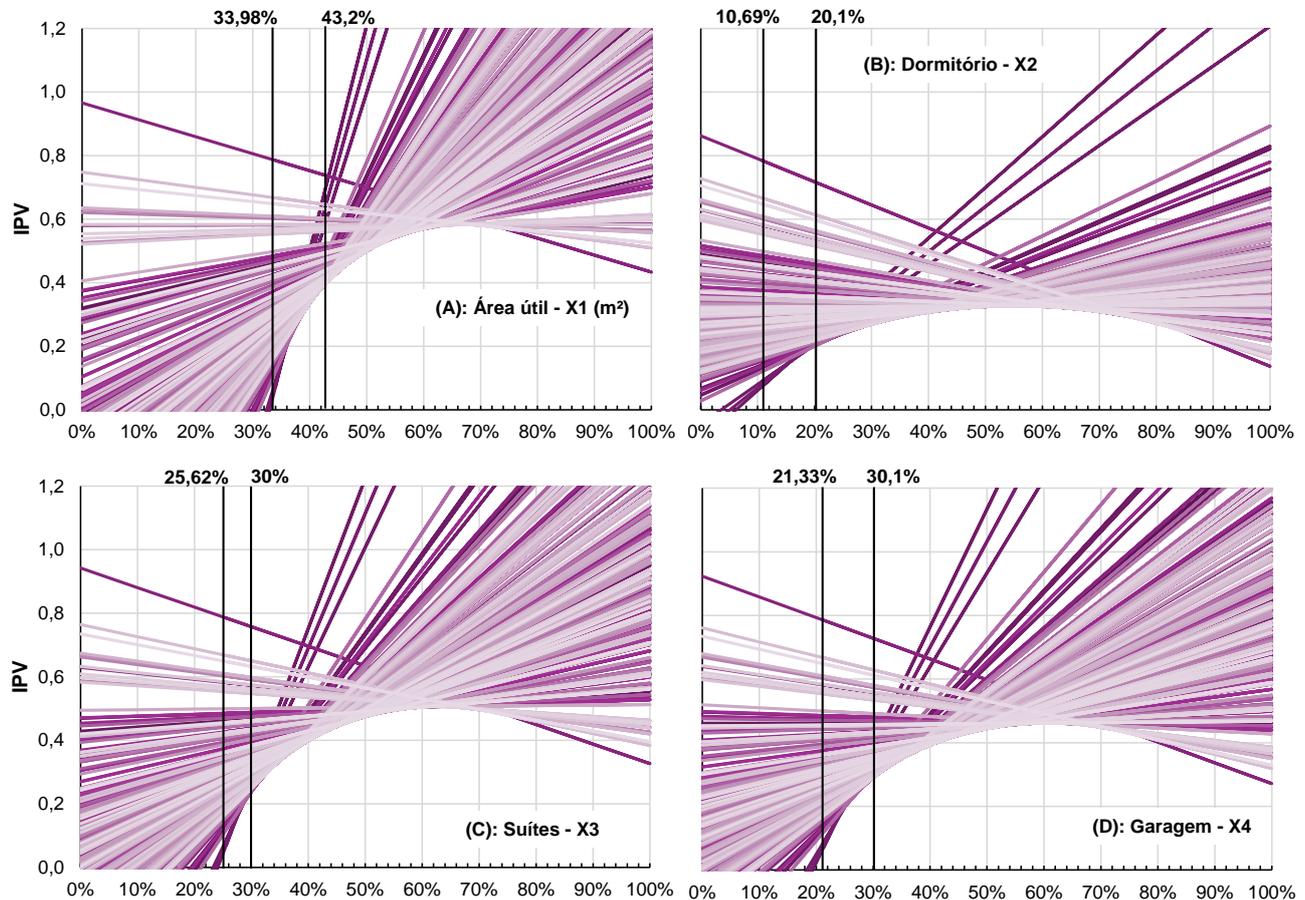
780587,38	9838370,62	Cremação	72	1	1	1	3	2	6.527,78	0,288	4.464,98	-0,170	6.017,29
780219,13	9838867,52	Cremação	100	2	1	1	3	2	4.500,00	0,273	3.299,96	-0,086	5.172,45
780673	9838557	Cremação	40	1	0	1	3	2	3.750,00	0,424	6.316,55	-0,350	6.321,13
779930,97	9838809,09	Cremação	150	0	3	2	3	1	5.666,67	-0,290	5.991,72	0,333	6.241,63
781277	9839542	Fátima	105	4	0	1	3	1	4.190,48	0,210	3.519,94	-0,125	4.549,95
781640	9840087	Fátima	83	3	1	1	3	1	4.216,87	0,092	5.486,22	-0,078	6.321,02
780521	9840265	Fátima	189	4	4	2	3	1	6.084,66	-0,392	5.702,49	0,692	6.850,50
779794,44	9837568,14	Jurunas	92	3	0	1	3	1	4.293,48	0,219	3.954,92	-0,172	4.680,92
778799	9837667	Jurunas	148	3	1	1	3	2	2.972,97	0,252	2.315,40	0,065	4.516,52
779241	9837979	Jurunas	110	3	1	1	3	2	4.090,91	0,263	3.058,71	-0,029	5.215,86
778876	9837405	Jurunas	62	2	0	1	3	2	4.677,42	0,406	4.205,56	-0,239	5.878,15
779002,04	9837769,29	Jurunas	90	2	1	2	3	2	7.000,00	0,161	4.477,45	0,096	7.763,83
778978	9837773	Jurunas	90	3	1	2	3	1	7.000,00	-0,022	6.198,17	0,119	8.027,17
779741,87	9838195,59	Jurunas	211	1	3	2	3	1	6.161,14	-0,320	4.493,02	0,569	5.555,66
783804,25	9844669,39	Marambaia	72	1	1	1	2	1	6.833,33	0,039	6.959,62	-0,212	5.433,96
783957	9844476	Marambaia	70	3	0	1	2	1	3.571,43	0,145	5.922,93	-0,221	5.460,64
784072	9844417	Marambaia	76	2	1	2	2	1	5.921,05	-0,087	8.239,71	0,038	8.437,43
783445	9844303	Marambaia	94	1	2	2	2	1	6.382,98	-0,232	8.620,83	0,130	7.796,22
783417	9844646	Marambaia	63	2	0	1	2	1	4.126,98	0,156	6.452,36	-0,279	5.148,33
783457,2	9844312,9	Marambaia	90	1	2	1	2	1	6.666,67	-0,118	7.355,10	-0,065	5.979,39
783830	9844616	Marambaia	73	1	1	1	2	1	6.821,92	0,038	6.866,72	-0,210	5.382,81
783972	9844444	Marambaia	90	2	1	1	2	1	3.777,78	0,025	5.704,04	-0,137	5.174,94
783513	9844713	Marambaia	67	1	1	1	2	1	4.925,37	0,040	7.465,70	-0,221	5.705,15
783643,89	9844669,63	Marambaia	90	3	1	1	2	1	3.888,89	0,015	5.804,36	-0,092	5.677,17
782682,33	9841683,59	Marco	87	2	1	1	1	1	5.977,01	0,025	5.897,59	-0,140	5.320,06
781789,61	9841239,32	Marco	55	1	1	1	1	1	6.909,09	-0,034	10.370,53	-0,266	6.124,45
783205,8	9841474,76	Marco	138	0	3	2	1	1	7.971,01	-0,438	8.475,93	0,249	6.173,51
782464,01	9840771,39	Marco	102	2	1	2	1	2	7.156,86	0,007	5.196,75	0,066	6.559,26
782113,22	9839968,42	Marco	92	2	1	1	1	2	6.847,83	0,121	4.700,65	-0,135	5.092,88
783157,72	9841342,73	Marco	72	2	1	1	1	2	6.250,00	0,124	5.978,67	-0,159	6.171,46
782524	9841553	Marco	124	1	2	2	1	1	6.451,61	-0,312	7.545,40	0,150	6.072,14
782488	9840797	Marco	110	2	1	2	1	1	6.272,73	-0,167	6.567,10	0,054	5.972,23
782972	9841058	Marco	122	0	3	2	1	1	8.196,72	-0,434	9.514,46	0,209	6.658,57
783237	9841473	Marco	138	0	3	3	1	1	7.971,01	-0,487	9.241,36	0,331	6.766,99
782385,74	9840122,21	Marco	90	2	1	1	1	1	6.444,44	-0,051	6.534,47	-0,158	4.946,06
782161	9840597	Marco	79	2	1	1	1	1	8.227,85	-0,050	7.428,45	-0,169	5.492,97
782670	9841408	Marco	112	1	2	2	1	2	8.928,57	-0,137	6.115,72	0,151	6.728,97
782927	9840936	Marco	70	2	0	1	1	2	5.000,00	0,252	4.901,52	-0,265	4.827,79
782419,84	9841193,35	Marco	125	0	3	2	1	1	8.000,00	-0,434	9.297,69	0,216	6.549,16
782732	9840931	Marco	75	2	0	0	1	1	2.866,67	0,156	5.426,73	-0,409	2.584,60
782103	9841343	Marco	121	2	1	1	1	1	4.545,45	-0,056	4.896,80	-0,120	3.995,41
782539	9840999	Marco	122	2	1	2	1	2	4.508,20	0,004	4.368,85	0,095	5.720,04
783353	9841450	Marco	100	1	2	2	1	1	8.500,00	-0,309	9.293,26	0,115	7.180,45
782851	9840744	Marco	137	0	3	2	1	2	8.029,20	-0,265	6.271,56	0,267	6.352,88
781760	9840524	Marco	138	2	1	2	1	1	5.942,03	-0,173	5.294,59	0,113	5.188,73
783313,22	9841167,62	Marco	92	2	0	1	1	1	3.478,26	0,075	5.101,50	-0,259	3.741,79
782609,23	9841490,98	Marco	100	3	0	1	1	2	3.700,00	0,238	3.515,09	-0,185	4.184,45
782887,53	9841116,63	Marco	95	2	1	2	1	2	7.789,47	0,008	5.571,74	0,059	6.969,95
782052	9840294	Marco	120	2	1	2	1	2	5.416,67	0,004	4.438,51	0,091	5.783,71
782446	9840752	Marco	107	3	1	1	1	1	5.981,31	-0,063	5.610,88	-0,096	4.740,61
782157	9840603	Marco	58	2	1	2	1	2	9.482,76	0,014	9.032,44	0,005	10.488,71
782420	9841196	Marco	143	4	3	2	1	1	8.041,96	-0,477	8.771,90	0,440	7.294,72
783353	9841451	Marco	100	3	2	2	1	1	8.500,00	-0,330	9.647,01	0,212	8.153,45
781855,54	9840799,51	Marco	87	2	1	1	1	1	6.321,84	-0,051	6.756,19	-0,161	5.083,28
782922,09	9841051,41	Marco	122	0	3	3	1	2	7.131,15	-0,309	7.624,20	0,313	7.505,29
782464,01	9840771,39	Marco	102	2	1	2	1	1	7.156,86	-0,166	7.069,58	0,045	6.349,46
782051	9840290	Marco	120	3	1	2	1	1	5.416,67	-0,178	6.143,17	0,115	5.980,38
780892,36	9838611,85	Nazaré	107	1	2	1	1	2	6.168,22	-0,023	5.225,49	-0,047	5.195,75
780076,5	9839211,82	Nazaré	93	2	1	1	1	1	6.451,61	-0,052	6.327,05	-0,155	4.816,61
779566	9839024	Nazaré	210	0	3	1	1	1	5.714,29	-0,350	4.762,75	0,293	4.266,40
779647,24	9839688,31	Nazaré	100	2	1	1	1	2	6.300,00	0,121	4.330,76	-0,127	4.761,45
779661	9839037	Nazaré	100	2	1	0	1	1	4.300,00	0,026	5.128,16	-0,280	3.231,45
779787	9839103	Nazaré	50	2	0	0	1	1	6.400,00	0,161	8.060,84	-0,461	2.846,90
779398,42	9839042,61	Nazaré	220	2	1	1	1	1	3.045,45	-0,087	2.848,47	0,173	3.526,11

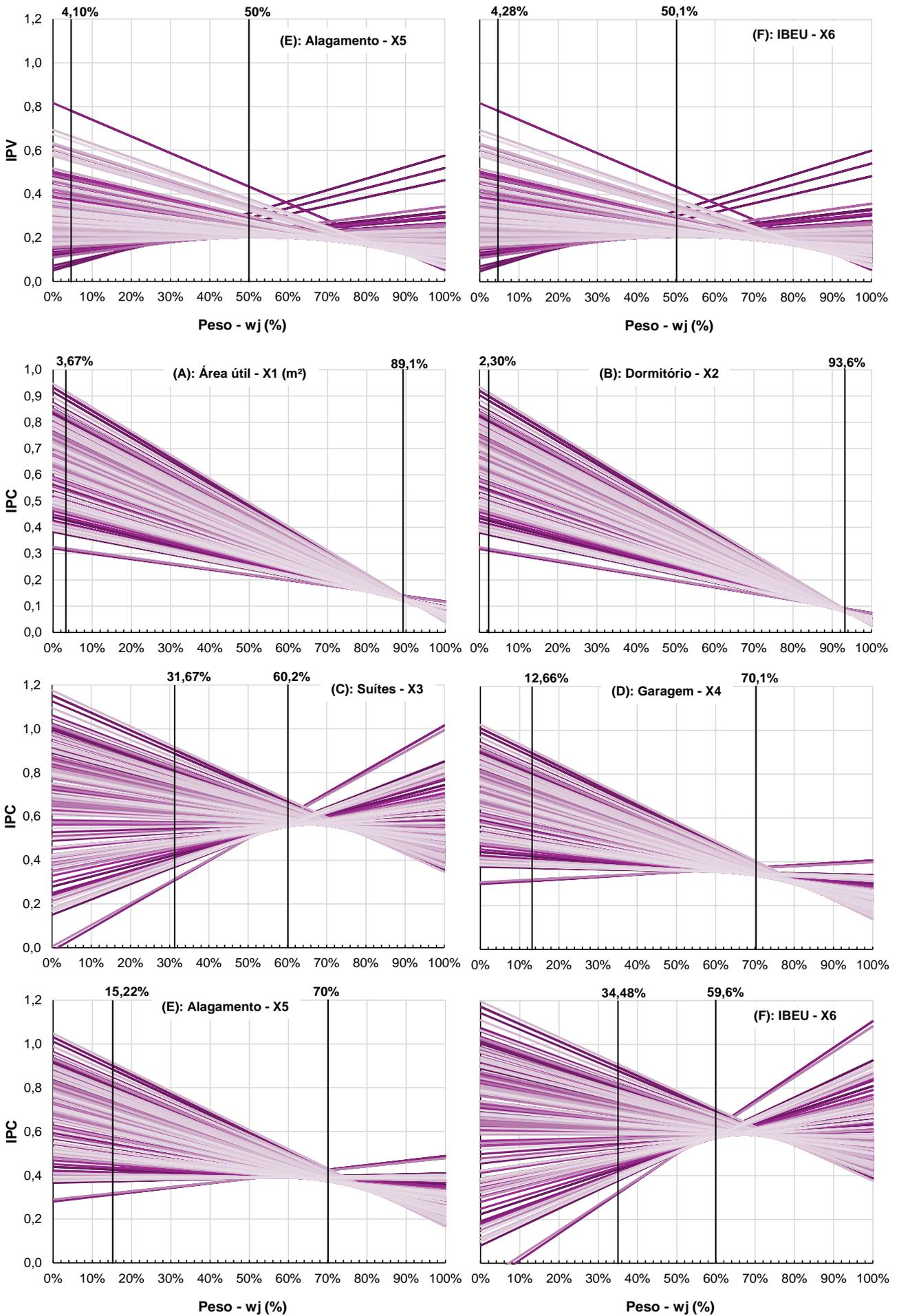
779774,57	9839473,09	Nazaré	157	4	2	1	1	2	4.649,68	-0,066	3.843,07	0,218	5.229,59
779506,49	9839293,28	Nazaré	90	1	1	0	1	2	5.222,22	0,211	4.097,84	-0,320	3.143,83
780426,36	9839320,47	Nazaré	146	2	1	1	1	1	4.109,59	-0,063	4.112,82	-0,050	3.787,29
779436,64	9839024,47	Nazaré	85	2	0	2	1	1	5.294,12	-0,037	6.746,25	-0,075	6.217,00
780234,21	9839757,84	Nazaré	126	0	2	1	1	1	6.031,75	-0,190	5.976,88	-0,079	4.159,88
779787,81	9839097,33	Nazaré	50	2	0	0	1	1	6.400,00	0,161	8.060,84	-0,461	2.846,90
779418,59	9839243,22	Nazaré	120	1	2	1	1	1	5.000,00	-0,198	6.363,42	-0,049	4.616,21
780077,48	9838854,69	Nazaré	40	0	1	1	1	1	9.625,00	-0,020	13.911,20	-0,352	6.266,13
780089,49	9839204,37	Nazaré	146	2	1	1	1	1	3.972,60	-0,063	4.112,82	-0,050	3.787,29
779841,27	9838942,74	Nazaré	150	0	3	2	1	2	6.533,33	-0,443	7.861,93	0,292	5.967,63
781396,48	9839383,26	Nazaré	140	1	2	1	1	1	5.142,86	-0,204	5.507,01	0,001	4.316,04
780707,34	9838803,4	Nazaré	90	2	1	1	1	1	5.000,00	-0,051	6.534,47	-0,158	4.946,06
779086,5	9839414,73	Nazaré	97	2	1	2	1	1	5.670,10	-0,166	7.427,38	0,040	6.625,21
780553,11	9839729,15	Nazaré	94	2	1	2	1	2	7.978,72	-0,165	7.660,34	0,037	6.806,86
780439,23	9839010,29	Nazaré	50	0	1	1	1	1	4.300,00	0,149	8.228,91	-0,300	6.070,90
781124,22	9839782,97	Nazaré	125	1	2	1	1	1	4.560,00	-0,199	6.120,85	-0,039	4.513,16
779446,03	9839026,6	Nazaré	85	2	0	2	1	2	5.294,12	-0,037	6.746,25	-0,075	6.217,00
781401,85	9839378,86	Nazaré	138	2	1	1	1	2	4.347,83	-0,060	4.328,08	-0,078	3.804,67
781096,83	9841363,53	Pedreira	245	0	3	2	2	2	4.081,63	-0,218	3.225,65	0,560	4.748,76
781857,72	9842036,32	Pedreira	86	2	1	2	2	1	7.558,14	-0,088	7.298,47	0,050	7.591,22
781802,6	9842071,92	Pedreira	129	0	3	2	2	1	7.364,34	-0,359	7.878,44	0,245	6.577,09
781354,64	9841509,63	Pedreira	75	2	1	2	2	1	8.666,67	-0,087	8.348,09	0,037	8.528,60
781010,33	9841980,49	Pedreira	92	3	0	1	2	1	5.217,39	0,142	4.530,69	-0,193	4.457,01
781579,71	9842448,98	Pedreira	94	1	1	1	2	1	5.851,06	0,036	5.357,39	-0,186	4.438,78
782171,18	9842398,02	Pedreira	88	1	1	1	2	1	5.568,18	0,036	5.716,56	-0,192	4.676,65
782120,15	9842438,22	Pedreira	92	3	1	2	2	1	7.391,30	-0,098	6.948,65	0,101	7.649,40
782122	9843407	Pedreira	250	3	3	2	2	1	4.800,00	-0,421	4.539,33	0,681	5.135,78
781161	9841287	Pedreira	97	3	1	2	2	2	6.340,21	0,074	4.848,01	0,127	7.524,18
782110	9842436	Pedreira	92	3	1	2	2	2	7.391,30	0,075	5.107,86	0,122	7.883,10
780902	9841363	Pedreira	90	3	1	1	2	2	3.722,22	0,188	4.265,95	-0,071	5.914,94
782176	9841795	Pedreira	90	3	1	1	2	2	7.222,22	0,188	4.265,95	-0,071	5.914,94
780789	9841730	Pedreira	56	2	0	1	2	2	5.714,29	0,331	5.319,81	-0,272	5.904,38
781101	9841360	Pedreira	86	3	1	1	2	2	7.558,14	0,189	4.461,19	-0,075	6.144,71
781110	9841200	Pedreira	55	2	1	1	2	2	6.363,64	0,204	6.787,16	-0,172	7.839,00
782250,92	9842637,36	Pedreira	90	1	2	1	2	2	5.555,56	0,055	5.405,67	-0,043	6.218,28
782302,67	9843181,61	Pedreira	86	2	1	1	2	2	5.372,09	0,198	4.384,87	-0,120	5.620,29
783710,4	9839981,56	Pedreira	94	1	1	1	2	2	5.851,06	0,209	3.937,44	-0,164	4.667,50
781627,86	9841993,73	Pedreira	95	0	3	2	2	2	7.894,74	-0,180	7.786,07	0,216	8.617,32
781119,22	9841361,38	Pedreira	86	2	1	2	2	2	7.558,14	0,085	5.364,05	0,071	7.840,06
781566,13	9842457,53	Pedreira	75	1	1	1	2	2	4.000,00	0,211	4.915,65	-0,185	5.572,60
781354,64	9841509,63	Pedreira	92	3	0	1	2	2	4.130,43	0,315	3.330,45	-0,172	4.690,71
780875	9841077,46	Pedreira	80	2	0	1	2	2	3.750,00	0,326	3.755,80	-0,229	4.680,56
781375,84	9842329,51	Pedreira	75	1	1	1	2	2	4.533,33	0,211	4.915,65	-0,185	5.572,60
780787,89	9841731,59	Pedreira	56	2	0	1	2	2	5.714,29	0,331	5.319,81	-0,272	5.904,38
779210	9839795	Reduto	186	1	3	2	2	2	5.107,53	-0,217	4.244,31	0,512	5.996,48
779020	9839833	Reduto	85	2	1	1	2	2	6.588,24	0,199	4.435,66	-0,121	5.674,65
779168,19	9839761,32	Reduto	100	2	1	1	2	2	4.500,00	0,199	3.770,31	-0,121	4.823,45
779034	9840130	Reduto	96	1	1	1	2	2	3.125,00	0,209	3.856,79	-0,163	4.587,97
779039,99	9840140,71	Reduto	96	1	1	1	2	2	3.125,00	0,209	3.856,79	-0,163	4.587,97
779173,06	9839766,9	Reduto	88	2	1	1	2	2	6.363,64	0,198	4.286,73	-0,118	5.514,15
781495,98	9840900,68	Reduto	127	2	1	1	2	2	2.362,20	0,193	3.000,61	-0,065	4.238,94
782116,67	9843418,29	Reduto	100	2	1	1	2	2	4.500,00	0,197	3.780,39	-0,106	4.966,45
779170	9839769	Reduto	85	2	1	1	2	2	5.058,82	0,199	4.435,66	-0,121	5.674,65
778882	9839543	Reduto	147	2	1	2	2	2	4.727,89	0,073	3.208,72	0,187	5.373,10
782132,48	9843403,64	Sacramento	250	3	3	2	3	1	4.800,00	-0,248	3.336,21	0,702	5.221,78
780688,81	9843297,53	Sacramento	64	2	1	1	3	1	6.406,25	0,105	6.953,52	-0,153	7.025,70
781979,02	9843412,78	Sacramento	55	1	1	1	3	1	5.454,55	0,119	7.902,17	-0,225	6.873,55
780576,71	9843596,6	Sacramento	82	1	1	2	3	1	8.414,63	0,000	6.544,09	0,014	7.527,38
781041,68	9843525,13	Sacramento	70	2	0	1	3	1	3.142,86	0,231	5.081,77	-0,245	5.109,21
781056,81	9843461,86	Sacramento	100	2	0	0	3	1	2.100,00	0,305	3.117,35	-0,342	2.615,45
778777,94	9839545,47	Sacramento	65	1	1	1	3	1	5.384,62	0,116	6.713,87	-0,204	6.142,23
780631	9843331	Sacramento	79	3	1	1	3	1	6.962,03	0,093	5.759,90	-0,083	6.586,65
781382,85	9839415,53	São Brás	161	0	3	2	2	1	5.279,50	-0,294	5.628,22	0,376	6.082,89
781563	9839082	São Brás	80	3	1	1	2	1	4.375,00	0,016	6.517,14	-0,102	6.260,56

780925	9839281	São Brás	263	4	4	2	2	1	4.562,74	-0,478	4.776,31	0,761	5.184,96
781639	9838796	São Brás	115	3	1	2	2	1	6.521,74	-0,101	5.586,68	0,127	6.346,48
781033	9839615	São Brás	120	3	1	2	2	1	5.250,00	-0,102	5.362,48	0,135	6.152,04
781119	9839020	São Brás	60	2	0	2	2	1	8.666,67	0,044	8.279,05	-0,094	8.485,75
781531	9839724	São Brás	123	3	3	2	2	1	7.674,80	-0,388	8.694,04	0,372	7.923,94
781155,94	9838847,21	São Brás	242	0	4	2	2	1	5.578,51	-0,440	4.847,16	0,577	4.877,46
781118,3	9839431,42	São Braz	173	0	4	3	2	1	6.936,42	-0,473	7.201,91	0,523	6.507,20
780949,03	9841487,88	Telegrafo	79	1	2	1	3	1	7.987,34	-0,193	9.578,65	-0,097	6.410,70
779571	9841787	Telegrafo	80	3	2	2	3	1	7.889,09	-0,175	9.154,31	0,234	10.463,06
780013	9841620	Telegrafo	72	2	1	1	3	1	4.444,44	0,104	6.197,42	-0,139	6.443,68
779863,63	9841034	Telegrafo	144	2	1	1	3	1	3.680,56	0,091	3.172,90	-0,016	4.076,01
779614,44	9841662,94	Telegrafo	125	0	3	2	3	1	9.200,00	-0,282	7.084,68	0,257	6.877,96
780644	9840080	Umarizal	70	2	1	1	2	1	8.000,00	0,020	7.400,61	-0,091	7.319,21
779536	9840220	Umarizal	135	0	3	2	2	1	8.922,17	-0,361	7.549,75	0,261	6.397,37
780141	9839853	Umarizal	246	1	3	2	2	1	4.878,05	-0,400	4.442,40	0,582	4.816,04
779250,83	9840264,87	Umarizal	105	3	1	1	2	1	4.095,24	0,014	4.989,35	-0,078	5.005,19
779608	9839777	Umarizal	60	2	0	1	2	1	4.500,00	0,157	6.767,75	-0,285	5.302,42
780452	9840321	Umarizal	181	0	4	3	2	1	7.734,81	-0,477	6.924,13	0,553	6.389,20
779540,6	9840247,17	Umarizal	135	0	3	2	2	1	8.888,89	-0,361	7.549,75	0,261	6.397,37
779994,8	9839908,95	Umarizal	200	0	4	3	2	1	8.000,00	-0,483	6.331,33	0,607	6.049,23
779137,96	9840663,99	Umarizal	92	3	1	2	2	1	8.478,26	-0,098	6.948,65	0,101	7.649,40
779473	9841274	Umarizal	90	2	1	2	2	3	4.666,67	0,258	3.770,48	0,097	7.773,83
780029,53	9840739,28	Umarizal	78	1	1	2	2	2	6.562,06	0,097	5.787,23	0,010	7.864,68
780163	9840356	Umarizal	110	2	1	1	2	2	5.181,82	0,196	3.444,06	-0,095	4.618,59
779598,16	9839929,41	Umarizal	285	1	4	2	2	1	5.087,72	-0,450	4.195,68	0,635	4.345,07
780365,7	9839756,06	Umarizal	127	3	3	2	2	1	9.291,34	-0,388	8.433,71	0,380	7.742,87
780382	9837491	Condor	62	1	1	1	3	3	4.032,26	0,463	3.797,98	-0,167	7.039,44
UTM	UTM	-	m²	-	-	-	-	-	R\$/m²	-	R\$/m²	-	R\$/m²

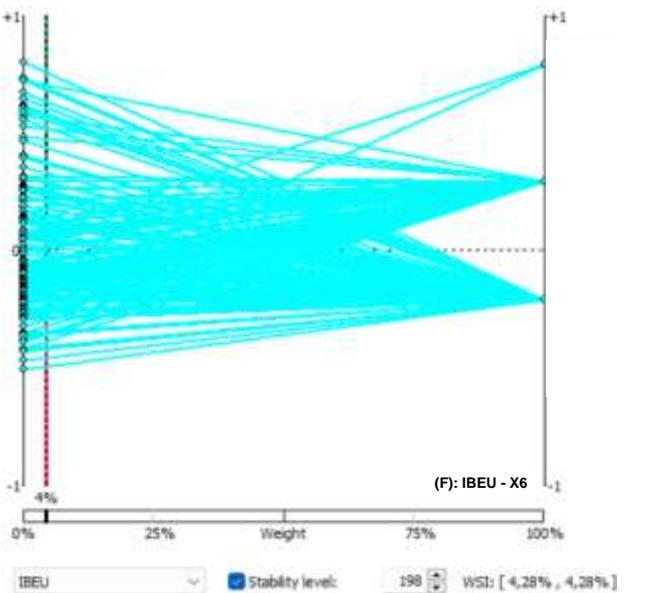
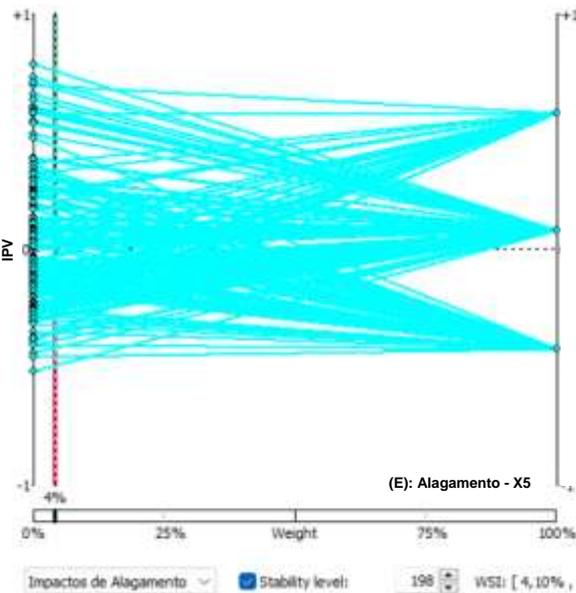
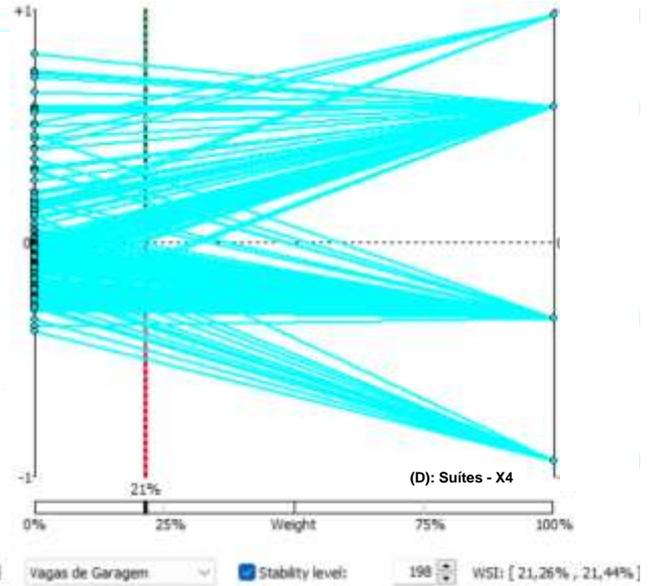
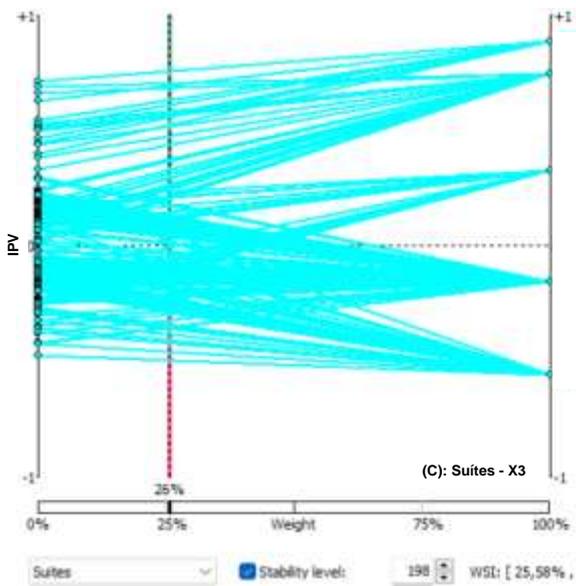
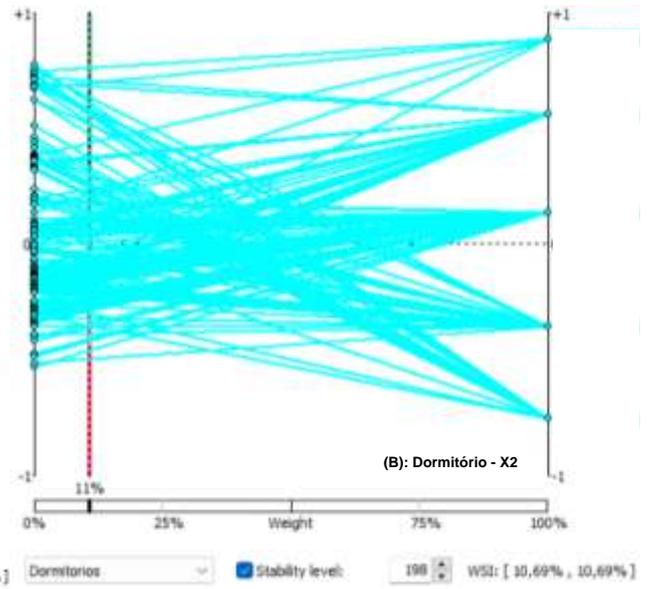
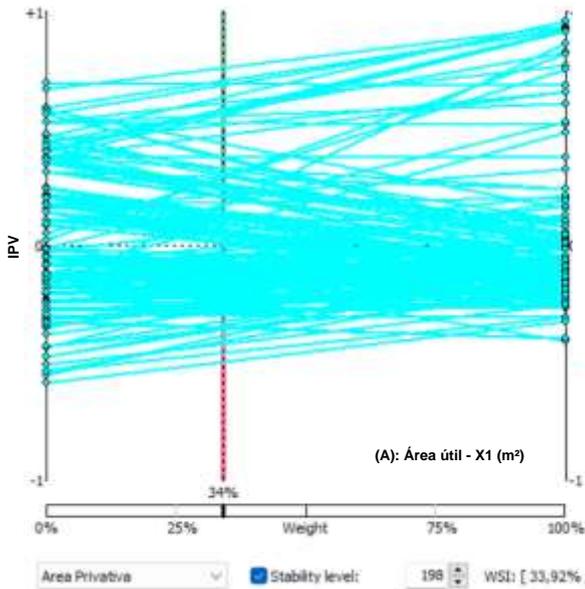
ANEXO III: ANÁLISE GRÁFICA DA SENSIBILIDADE DOS CRITÉRIOS

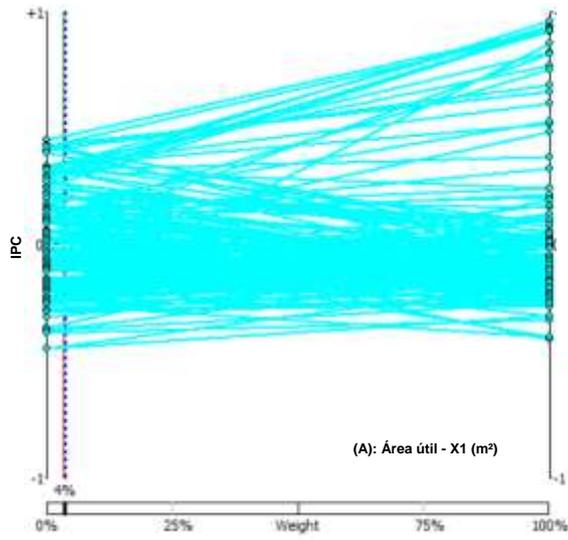
(A) Pelo método TOPSIS-AHP (231 dados)



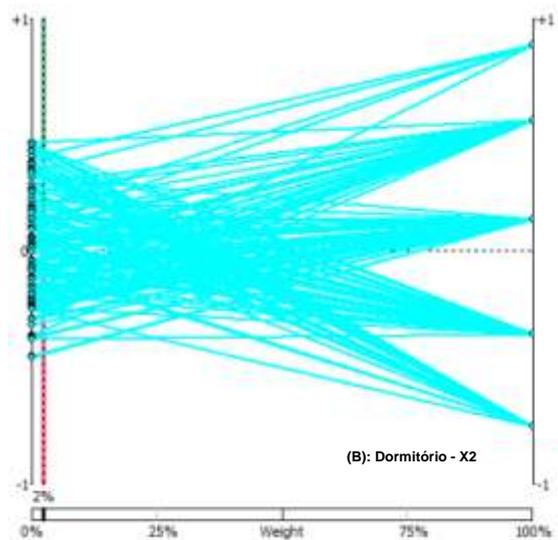


(B) Pelo método PROMETHEE-AHP (198 dados)

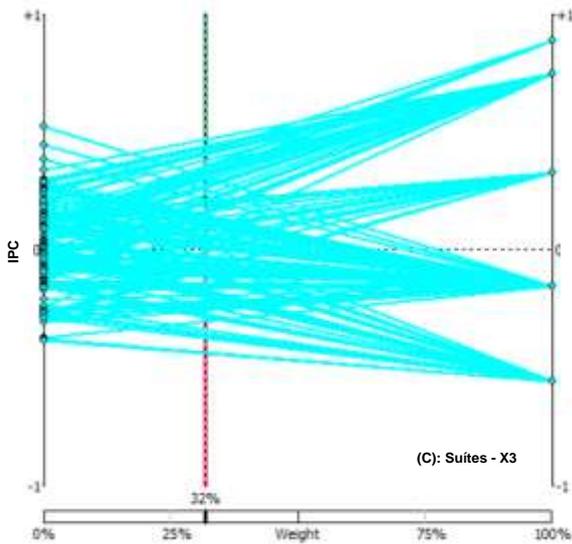




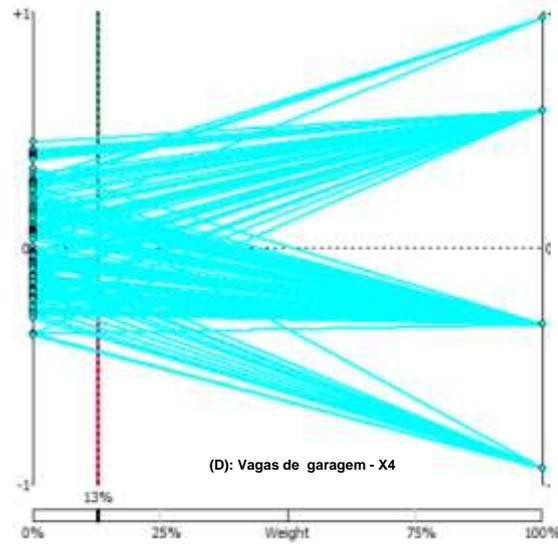
Área Privativa Stability level: 198 WSI: [3,63% , 3,69%]



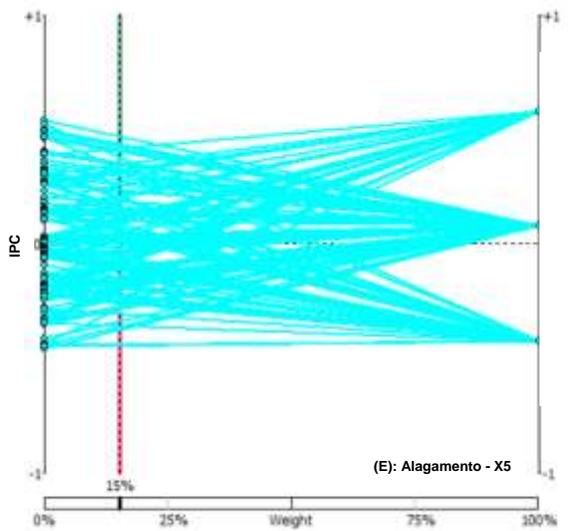
Dormitórios Stability level: 198 WSI: [2,27% , 2,32%]



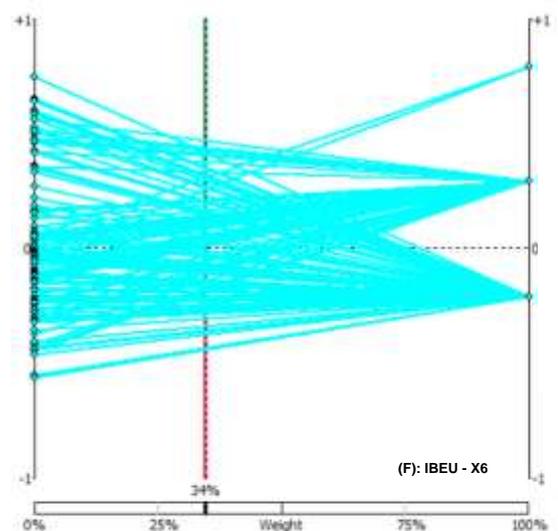
Suites Stability level: 198 WSI: [31,61% , 31,68%]



Vagas de Garagem Stability level: 198 WSI: [12,63% , 12,69%]



Impactos de Alagamento Stability level: 198 WSI: [15,20% , 15,26%]



IBEU Stability level: 198 WSI: [34,47% , 34,53%]

APÊNDICE I: MÉTODO TOPSIS-AHP

Proposto por Hwang e Yoon (1981), o TOPSIS é descrito por seis etapas. A primeira se caracteriza pela definição da matriz de decisão, k , correspondente ao desempenho de n -opções (A_i , sendo $i = 1, 2, \dots, n$) associado a m -critérios de decisão (C_j , sendo $j = 1, 2, \dots, m$).

$$k = \begin{bmatrix} x_{1,1} & x_{1,2} & \dots & x_{1,j} & \dots & x_{1,m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{i,1} & x_{i,2} & \dots & x_{i,j} & \dots & x_{i,m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{n,1} & x_{n,2} & \dots & x_{n,j} & \dots & x_{n,m} \end{bmatrix} = [A_i C_j]_{n,m} \quad (1)$$

A segunda etapa é caracterizada pela definição as importâncias (w_j) a cada um dos critérios C_j , de modo que seja satisfeito a condição que o termo kw_j seja igual a 1, a partir da seguinte consideração:

$$kw_j = [w_1, w_2, \dots, w_m] \quad (2)$$

Os pesos dos critérios foram atribuídos pelo método AHP (Saaty, 2008). Assim, efetua-se os seguintes procedimentos: (a) Estruturação da matriz hierárquica, K , definido os julgamentos paritários de importância:

$$K = \begin{bmatrix} 1 & x_{1,2}' & \dots & x_{1,j}' \\ \frac{1}{x_{1,2}'} & 1 & \dots & x_{2,j}' \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \frac{1}{x_{i,1}'} & \frac{1}{x_{i,2}'} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (3)$$

Os termos $x_{i,j}'$ foram relacionados a escala fundamental de Saaty apresentadas na tabela abaixo.

$x_{i,j}'$	Grau de importância entre critérios
1	Critério C_j , é de igual importância a outro
3	Critério C_j é ligeiramente mais importante que outro
5	Critério C_j é mais importante que outro
7	Critério C_j é muito mais importante que outro
9	Critério C_j é extremamente mais importante que outro

A força da importância relativa da i -ésima variável, comparada com o j -ésimo atributo são os valores nos lados esquerdo e direito da diagonal da matriz K . Normaliza-se a matriz K calculando a média geométrica (GM) da i -ésima linha e normalizando as médias geométricas das linhas na matriz de comparação por:

$$GM_i = \left[\prod_{j=1}^n x_{i,j} \right]^{\frac{1}{n}} \quad (4)$$

$$w_j = \frac{GM_i}{\left(\sum_{i=1}^m GM_i \right)_i} \quad (5)$$

Onde $i, j = 1, 2, \dots, n$. Finalmente atribui-se os pesos de cada um dos critérios considerados. Para garantir que a avaliação da matriz de comparação por pares seja aceitável, verifica-se a consistência da atribuição de julgamentos. O termo "C" denotar um vetor de coluna m -dimensional que descreve a soma dos valores ponderados para os graus de importância dos critérios C_j por:

$$C = [C_j]_{m \times 1} = KW^T, j = 1, 2, \dots, m \quad (6)$$

$$KW^T = \begin{bmatrix} 1 & x_{1,2}' & \dots & x_{1,j}' \\ \frac{1}{x_{1,2}'} & 1 & \dots & x_{2,j}' \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \frac{1}{x_{i,1}'} & \frac{1}{x_{i,2}'} & \dots & 1 \end{bmatrix} [w_1, w_2, \dots, w_m] = \begin{bmatrix} C_1 \\ C_2 \\ \dots \\ C_m \end{bmatrix} \quad (7)$$

O valor da consistência para os atributos pode ser representado pelo vetor $CV=[c_{vj}]_{1 \times m}$, cujo elemento c_{vj} é definido pela relação entre c_j e w_j ($j = 1, 2, \dots, m$). Para evitar inconsistência na matriz de comparação por pares, Saaty (2008) sugeriu o uso do valor próprio máximo λ_{max} para calcular a eficácia do julgamento:

$$\lambda_{max} = \frac{\sum_{j=1}^m cv_j}{m} \quad j = 1, 2, \dots, m \quad (8)$$

A partir do valor de λ_{max} , calcula-se um índice de consistência (IC), estimado pela relação entre $(\lambda_{max} - m)$ e $(m - 1)$, em que “ m ” é o número de critérios. A taxa de consistência (CR) pode ser usada como um guia para verificar a consistência. A taxa “CR” é estimada pela relação entre “IC” e o índice de aleatoriedade (RI). O índice “RI” é função do número de critérios (m) tabela em Saaty (2008). Se “CR” $\leq 0,20$ (20%) os julgamentos de importância entre os critérios são consistentes. Caso contrário, os especialistas devem reavaliar os julgamentos (Saaty, 2008). Se consistente, os pesos dos critérios $C_j(w_j)$ se integram aos cálculos do TOPSIS.

A normalização e ponderação da matriz “ k ” de modo que, passe a ser matriz $k_n = [n_{ij}]_{m \times n}$, pela equação abaixo, é procedimento a ser adotado pela terceira etapa:

$$n_{i,j} = \frac{w_j \cdot x_{i,j}}{\sqrt{\sum_{j=1}^n w_j \cdot x_{i,j}^2}} \quad (9)$$

Pela quarta etapa, determina-se a “*position ideal solution – PIS*” (A_i^+ , benefícios) e “*negative ideal solution – NIS*” (A_i^- , custos), respectivamente determinadas pelas seguintes expressões:

$$A^+ = \{^{Max}_j n_{i,j} \mid j = 1, 2, \dots, m\} = \{n_1^+, \dots, n_j^+, \dots, d_m^+\} \quad (10)$$

$$A^- = \{^{Min}_j n_{i,j} \mid j = 1, 2, \dots, m\} = \{n_1^-, \dots, n_j^-, \dots, d_m^-\} \quad (11)$$

Em seguida, por uma quinta etapa, calcula-se as distâncias euclidianas D_i^+ (benefícios) e D_i^- (custos) entre elementos da matriz de decisão normalizados e ponderados por:

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{i=1}^n (n_{i,j} - n_i^+)^2} \quad (12)$$

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{i=1}^n (n_{i,j} - n_j^-)^2} \quad (13)$$

A sexta etapa é caracterizada pelo cálculo do desempenho da melhor alternativa (A_i) por um coeficiente de aproximação (*closeness coeficiente – CC*), expresso por:

$$CC_i = \frac{D_i^-}{(D_i^- + D_i^+)} \quad (14)$$

Onde o termo CC_i varia num intervalo entre 0 e 1. Para as melhores alternativas, CC_i se aproxima de 1 (solução ideal: $CC_i = 1$), e quanto mais próxima de 0 mais distante da solução ideal ($CC_i = 0$). A solução ideal maximiza os critérios de benefício e minimiza os critérios de custo.

APÊNDICE II: MÉTODO PROMETHEE-AHP

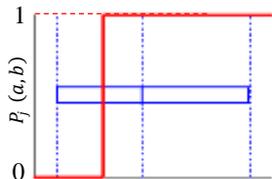
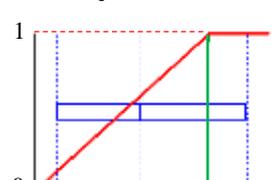
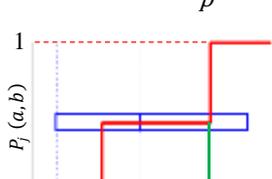
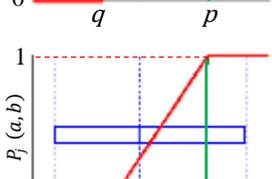
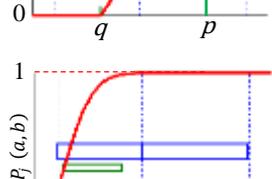
O método PROMETHEE foi concebido para resolver problemas de otimização que satisfaz a condição:

$$\text{Max } \{f_1(a), f_2(a), \dots, f_k(a) \mid a \in A\} \quad (15)$$

Onde “A” é um conjunto finito de n-alternativas. O termo $f_j(\cdot)$ refere-se as avaliações dos critérios sobre “A”, em que “j” varia de 1 até k-critérios. Estes critérios podem ser minimizados e maximizados. Assim, constroem-se a matriz de avaliação, relação entre n-alternativas (a_1, a_2, \dots, a_n) e j-critérios [$f_1(\cdot), f_2(\cdot), \dots, f_k(\cdot)$].

A função de preferência da alternativa “a” sobre “b”, designada como $P_j(a,b)$, é expressa por: $P_j(a,b) = P_j[d_j(a,b)] = P_j[f_j(a) - f_j(b)]$. Brans e Smet (2016) referiram que a função de preferência do critério “j” descreve a forma como a preferência do decisor é alterada com a diferença entre níveis de desempenho de duas alternativas $d_j(a)$ e $d_j(b)$ neste critério “j”, onde $d_j(a)$ representa o desempenho de “a” no critério “j”, cujas funções estão na Tabela 8.

Tipos, definições e representações das funções de preferência

TIPO	DEFINIÇÃO	REPRESENTAÇÃO	PARÂMETRO
I	$P_j(a,b) = 1$ [se $d_j(a,b) \leq 0$] $P_j(a,b) = 0$ [se $d_j(a,b) > 0$]		-
II	$P_j(a,b) = 1$ [se $d_j(a,b) \leq q$] $P_j(a,b) = 0$ [se $d_j(a,b) > q$]		q (indiferença)
III	$P_j(a,b) = 1$ [se $d_j(a,b) > p$] $P_j(a,b) = d_j(a,b) > p$ [se $0 < d_j(a,b) \leq p$] $P_j(a,b) = 0$ [se $d_j(a,b) \leq 0$]		p (preferência)
IV	$P_j(a,b) = 1$ [se $d_j(a,b) > p$] $P_j(a,b) = d_j(a,b) > p$ [se $0 < d_j(a,b) \leq p$] $P_j(a,b) = 0$ [se $d_j(a,b) \leq 0$]		q, p
V	$P_j(a,b) = 1$ [se $d_j(a,b) > p$] $P_j(a,b) = [d_j(a,b) - 1] / (p - q)$ [se $q < d_j(a,b) \leq p$] $P_j(a,b) = 0$ [se $d_j(a,b) \leq q$]		q, p
VI	$P_j(a,b) = 1 - \exp\{-[d_j(a,b)]^2 / 2\sigma^2\}$		σ

Fonte: Adaptado pelo autor a partir de Brans e Smet (2016).

Para a função usual (TIPO I), $P_j(a,b)$ assume os valores 0 ou 1. Para as demais funções, $P_j(a,b)$ pode assumir qualquer valor no intervalo $[0,1]$, implicando em relação de preferência “fuzzy”, que permite incorporar aspectos de incerteza no julgamento dos decisores.

Em seguida, calcula-se o índice de preferência para cada par de alternativas, dado pela agregação das intensidades de preferências determinadas para todos os critérios, referente ao respectivo par de alternativas:

$$\pi(a, b) = \frac{\sum_j^k w_j \cdot P_j(a, b)}{\sum_j^k w_j} \quad (16)$$

Onde w_j é o peso de cada critério “j”, definidos pelo método AHP. A função $\pi(a, b)$ é a relação de sobreclassificação da alternativa “a” sobre “b”. O PROMETHEE define três fluxos de sobreclassificação.

O primeiro é o fluxo de saída [$\Phi^+(a)$], que representa a intensidade de preferência sobre a alternativa “a” sobre todas as demais alternativas do conjunto “A”. O fluxo mensura a força de sobreclassificação de “a” sobre as outras “n-1”, por:

$$\Phi^+(a) = \frac{\sum_{b=1}^n \pi(a, b)}{n-1} \quad (17)$$

O segundo é o fluxo de entrada [$\Phi^-(a)$], que representa a intensidade de preferência sobre a alternativa de todas as demais alternativas do conjunto “A” sobre “a”. O fluxo mensura a força de sobreclassificação das outras “n-1” alternativas sobre “a”, por:

$$\Phi^-(a) = \frac{\sum_{b=1}^n \pi(b, a)}{n-1} \quad (18)$$

O terceiro é o fluxo líquido [Φ], sendo o resultado da diferença entre o fluxo de saída (Φ^+) e entrada (Φ^-) da alternativa “a”, expresso por:

$$\Phi(a) = \Phi^+(a) - \Phi^-(a) \quad (19)$$

Quanto maior for $\Phi^+(a)$ melhor será a alternativa. E, quando menor for $\Phi^-(a)$, melhor será a alternativa. Comparando duas alternativas “a” e “b”, pertencente a um conjunto “A” de alternativas, “a” é preferível a “b” se $\Phi^+(a)$ for maior que $\Phi^+(b)$. E, quando $\Phi^+(a) = \Phi^+(b)$ são indiferentes.

Com base nestes fluxos, é obtido um *ranking* parcial por meio do PROMETHEE-I. O PROMETHEE-II fornece um *ranking* completo, que se baseia no contrapeso dos dois fluxos de preferência (ou fluxo global). Neste caso, “a” é preferível a “b” se $\Phi(a) > \Phi(b)$. O método PROMETHEE-I e II são os mais utilizados e se diferenciam apenas pela forma de explorar a relação de sobreclassificação valorada.

Existem outras variantes do PROMETHEE (III, IV, V e VI), que tratam de situações mais complexas de decisão a ser consultada em Brans e Smet (2016). Entretanto, neste trabalho recorreu-se ao método PROMETHEE-I e II pela utilização do *software Visual PROMETHEE*®.