

Segmentação socioespacial do mercado de apartamentos residenciais de Belo Horizonte utilizando análise de cluster

Ícaro Neri Pereira de Souza – UFMG (icaro.neri@hotmail.com)

Resumo: Interconectados à produção do espaço urbano, os mercados imobiliários configuram-se como expressões complexas de processos econômicos, políticos e sociais que operam em múltiplas escalas. Sua formação e estruturação vinculam-se, dentre outros, a diferentes fases da acumulação de capital, a dinâmicas micro e macroeconômicas, a políticas urbanas e regulatórias e à própria divisão social do espaço. A partir de dados sobre características dos imóveis, variáveis mercadológicas e rendimentos, este trabalho realiza um exercício de segmentação socioespacial do mercado de apartamentos residenciais de Belo Horizonte em 2010 e 2022. Os resultados revelam forte segregação socioespacial, evidenciando uma produção imobiliária voltada às elites e uma tendência, ao longo do tempo, à homogeneização relativa dos submercados, processo que consideramos estar associado ao envelhecimento do estoque imobiliário e que reafirma e consolida desigualdades previamente produzidas no espaço urbano.

Palavras-chave: Mercado Imobiliário, Belo Horizonte, Análise de Cluster.

Socio-spatial segmentation of apartment transactions in Belo Horizonte, Brazil in 2010 and 2022

Abstract: Interconnected with the production of urban space, real estate markets are configured as complex expressions of economic, political, and social processes operating across multiple scales. Their formation and structure are linked, among other factors, to different stages of capital accumulation, to micro and macroeconomic dynamics, to urban and regulatory policies, and to the social division of space itself. Based on data on property characteristics, market variables, and income levels, this study carries out an exercise of socio-spatial segmentation of the residential apartment market in Belo Horizonte in 2010 and 2022. The results reveal strong socio-spatial segregation, highlighting a real estate production directed toward the elites and a tendency, over time, toward a relative homogenization of submarkets, a process that we consider to be associated with the aging of the housing stock and that reaffirms and consolidates inequalities previously produced in urban space.

Keywords: Real Estate Market, Belo Horizonte, Cluster Analysis.

1 - INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

Trabalhos que avaliam mercados imobiliários são comuns na bibliografia, sendo a compreensão dos fatores que dirigem os preços praticados e as configurações desses mercados de especial interesse. Dentre as temáticas possíveis, os estudos abordam, por exemplo, a distribuição e os padrões espaciais desses mercados, a sua relação com as dinâmicas de acumulação de capital e suas contradições, bem como as variáveis micro e macroeconômicas, políticas, regulatórias, sociais e legislativas associadas, em mercados formais e informais, tratando tanto de compras e vendas de imóveis quanto de aluguéis etc. (Aguilar et al., 2014; Barreca et al., 2017; Barreca et al., 2018).

Também são variadas as escalas abordadas, que variam espacialmente de âmbitos locais a internacionais e temporalmente de períodos curtos ou estáticos, como o comportamento de preços em um dado ano, até séries temporais multianuais (Paixão e Loporini, 2020; Tomal, 2021, Almeida et al., 2022;). Neste contexto, sendo segmentados (Schnare e Struyk, 1976), as pesquisas estudam, com frequência, a formação de submercados imobiliários urbanos, como nos trabalhos de Manganeli et al. (2014) e Andrade e Almeida (2025).

A formação de mercados imobiliários tem como principal base a produção imobiliária, que leva em conta fatores socioeconômicos e se relaciona a processos mais amplos, em diversas escalas (Souza et al., 2025). Destacamos a questão da formação de rendas fundiárias, cuja captura incentiva a produção imobiliária; da segregação socioespacial, com a distinção na produção de moradias de características diferentes para os distintos setores sociais; e dos processos de gentrificação ou elitização, que perpassam, também, uma produção imobiliária que destoa das características do estoque anteriormente existente em determinada região (Jaramillo Gonzáles, 2009; Betancur, 2014; Nabuco, 2021).

Dessa forma, conciliando dados imobiliários e de rendimentos, este trabalho analisa a formação de submercados imobiliários em Belo Horizonte, procurando distinguir aspectos gerais da produção imobiliária, a quem se destinam esses imóveis, sua localização na cidade e as mudanças que ocorrem ao longo do tempo nesses segmentos. Devido ao maior número de dados disponíveis, este estudo considerou os apartamentos residenciais, que representam o principal tipo construtivo relacionado às moradias negociadas na cidade (Souza et al., 2025).

O objetivo deste trabalho é realizar uma segmentação socioespacial do mercado de apartamentos residenciais em Belo Horizonte, Minas Gerais, buscando identificar submercados de apartamentos na cidade de acordo com o perfil socioeconômico dos

moradores e dos imóveis negociados. Para isso, foram utilizados dados de transações imobiliárias catalogadas pela Prefeitura de Belo Horizonte (PBH), no âmbito do pagamento do Imposto sobre Transmissão de Bens Imóveis (ITBI), e dados de rendimentos recenseados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) nos censos de 2010 e 2022.

2 – METODOLOGIA: VARIÁVEIS UTILIZADAS

A metodologia deste trabalho consistiu na aplicação de análise de cluster multivariada, utilizando o algoritmo K-Means (ou k-médias). Foram consideradas variáveis referentes às características físicas de apartamentos residenciais em Belo Horizonte, seus preços praticados, tanto pelo valor pago nas transações quanto pelo preço do metro quadrado, e sua localização, obtida a partir do endereço cadastrado, segundo a catalogação realizada pela Prefeitura de Belo Horizonte (PBH) do pagamento do Imposto Sobre Transações de Bens Imóveis (ITBI) na cidade entre 2009 e 2022.

Da base do ITBI de Belo Horizonte, considerando as transações de apartamentos residenciais nos anos de 2010 e 2022, foram utilizadas as seguintes variáveis registradas (Prefeitura de Belo Horizonte, 2023):

- O preço do metro quadrado praticado (m^2), que é o resultado da divisão entre o valor base transacionado e a área construída do imóvel;
- Padrão de acabamento, que consta da pontuação recebida das características construtivas. Previsto no decreto municipal 13.824/2009 (Prefeitura de Belo Horizonte, 2009), o cálculo do padrão de acabamento engloba várias métricas, que consta, por exemplo, desde a presença de piscinas e outras amenidades no imóvel até a sua idade, e origina cinco padrões construtivos, que variam de P1 (padrão simples) a P5 (luxo);
- Valor base, que é o valor determinado pela administração tributária com base nos elementos constantes do cadastro imobiliário ou valor declarado pelo contribuinte, considerando aquele que for maior;
- Área construída adquirida, que consta do resultado da aplicação do percentual adquirido pela área de construção da unidade
- Idade do imóvel, que é o resultado do cálculo entre o ano da transação, que deriva da data de inclusão da transação nas bases da PBH, menos o seu ano de construção.

Em conjunto com as variáveis mercadológicas e as características dos imóveis, no aspecto socioeconômico e em consonância com a discussão apresentada na introdução deste trabalho, utilizou-se a variável referente à renda média das pessoas proprietárias dos domicílios, por setor censitário, fornecida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), com base nos censos de 2010 e 2022 (IBGE, 2010, 2022). Os valores das transações imobiliárias de venda foram agregados por setor censitário, utilizando-se a média dos valores das variáveis como medida representativa de cada setor.

Para os dados de 2010, foi utilizada a variável “V005 – Valor do rendimento nominal médio mensal das pessoas responsáveis por domicílios particulares permanentes (com e sem rendimento)”, também presente no “Arquivo Básico”; enquanto para 2022 foi considerada a variável “V06004 - Valor do rendimento nominal médio mensal das pessoas responsáveis com rendimentos por domicílios particulares permanentes ocupados”, presente na planilha intitulada “Agregados por setores – Renda do responsável (Brasil)”.

Inicialmente, a intenção era a utilização da variável relativa à renda média de todos os moradores do domicílio com mais de 10 anos de idade para ambos os censos, que, considerando a renda média do domicílio, de todos os moradores que possuem rendimentos, é mais fidedigna à realidade. Entretanto, devido à corte de custos, tal variável não foi recenseada no censo de 2022, o que justificou a utilização da variável relativa somente ao rendimento médio da pessoa proprietária dos domicílios por setor censitário como *proxy* dos dados de rendimentos (Carneiro, 2025).

3 – ANÁLISE DE CLUSTER

A análise de cluster é uma técnica estatística multivariada que agrupa observações com base nas características ou variáveis que as descrevem. Trata-se de uma análise de agrupamento de dados cujo objetivo é formar grupos com o máximo de similaridade entre os objetos. Para alcançar esse objetivo, os grupos são criados de modo a apresentar a maior homogeneidade interna possível e a maior heterogeneidade entre si. Isso é feito por meio da maximização das similaridades intragrupo e da minimização das similaridades entre grupos, ou, ainda, pela maximização de suas diferenças (Zaiane et al., 2002).

Por ser uma análise de dados não supervisionada, que não utiliza técnicas de verossimilhança para o cálculo dos resultados, a análise de cluster é muito útil para o exame de grandes conjuntos de dados. Essa técnica está disponível em diversos softwares, o que

facilita a formação dos agrupamentos, uma vez que examinar todas as combinações possíveis em uma base de dados extensa pode ser uma tarefa complexa (Zaiane et al., 2002).

De acordo com Zaiane et al. (2002), um agrupamento de cluster bem construído deve atender a requisitos importantes, como escalabilidade, pois o método de cluster utilizado deve ser apropriado para grandes bases de dados, e versatilidade, já que o método de agrupamento deve ser compatível com o tipo de dado analisado, seja ele numérico, booleano ou categórico. Além disso, é necessário que o método tenha capacidade de identificar grupos com diferentes formatos, seja de fácil interpretação, apresente robustez à presença de ruído, indiferença à ordem de entrada dos dados e capacidade de lidar com alta dimensionalidade, considerando que os conjuntos reais de dados geralmente são multidimensionais.

Zaiane et al. (2002) argumentam que nenhum algoritmo conseguiu satisfazer plenamente todos os requisitos para uma análise de agrupamentos, tornando necessário compreender as características dos métodos utilizados a fim de escolher o algoritmo mais apropriado para a análise ou resolução de um determinado problema. Doni (2004) acrescenta que “a maioria dos métodos de análise de cluster requer uma medida de similaridade entre os elementos a serem agrupados, normalmente expressa como uma função distância ou métrica”.

Existem várias medidas de distância aplicadas para avaliar a similaridade entre os dados e os grupos em uma análise de agrupamentos, como a distância euclidiana, a distância euclidiana quadrática, a distância de Manhattan, a distância de Chebychev e a distância de Mahalanobis (Doni, 2004; Linden, 2009).

Zaiane et al. (2002) classificam os algoritmos de agrupamento em quatro grupos: hierárquicos, por particionamento, baseados em densidade e baseados em grade. O método baseado em grade quantifica a área de agrupamento em um número finito de células e executa o agrupamento nessas células. Já o método baseado em densidade é capaz de gerar agrupamentos mesmo quando os dados estão dispostos de forma arbitrária, pois não é necessário definir previamente o número de clusters. Esse método conecta regiões com densidade suficiente em agrupamentos.

Por sua vez, “o método hierárquico de cluster consiste em uma série de sucessivos agrupamentos ou sucessivas divisões de elementos, em que os elementos são agregados ou desagregados”. A representação de um cluster hierárquico é feita por meio de um diagrama de árvore, ou dendrograma, em que a origem do dendrograma representa um agrupamento geral dos dados e, na outra extremidade, todos os dados estão individualizados (Doni, 2004).

Por sua vez, o K-Means é um método de particionamento que agrupa elementos em "K" grupos predefinidos. Trata-se de um processo iterativo, mais rápido do que os métodos hierárquicos, sendo recomendado para bases de dados com mais de 250 elementos. O método apresenta sensibilidade ao ruído e tendência a formar grupos esféricos. O número de grupos é mantido ao longo de todo o processo, tornando-o inadequado para identificar agrupamentos com formas não convexas ou tamanhos muito diferentes.

Neste trabalho, propomos uma análise para examinar os perfis médios de transações por setor censitário na cidade, utilizando dados do pagamento do ITBI e dos últimos censos disponíveis até o momento da elaboração deste estudo, ou seja, 2010 e 2022 (IBGE, 2010, 2022; Prefeitura de Belo Horizonte, 2023). Para atingir esse objetivo, foram realizados agrupamentos dos setores censitários por meio da aplicação do algoritmo de clusterização K-Means (k-médias). Essa abordagem possibilita tanto uma avaliação global dos padrões quanto a visualização espacial dos perfis médios de transações de apartamentos residenciais em toda a cidade.

Os setores censitários escolhidos para esta análise foram selecionados com base no número de transações, sendo removidos todos aqueles em que foi registrada apenas uma. Essa seleção teve o propósito de eliminar eventuais outliers, especialmente os associados à renda e aos valores bases.

Por se tratar de uma análise ad hoc, que pode ser definida de diversas maneiras, inclusive na escolha do número ideal de clusters, as variáveis foram normalizadas para facilitar a análise, utilizando a técnica de escore Z. Essa técnica ajusta os valores em relação à média e ao desvio padrão do grupo (neste caso, da cidade), tornando possível a comparação entre variáveis com escalas distintas.

Com a aplicação do algoritmo K-Means, a estratégia seguida consistiu em determinar o número ideal de clusters para evitar repetições de padrões de negociações entre grupos diferentes e, simultaneamente, alcançar a convergência dos centros de clusters ao longo das iterações. A convergência é atingida quando a mudança nos centros dos clusters se aproxima de zero, indicando que não há variações significativas entre os clusters a partir desse ponto.

4 – RESULTADOS

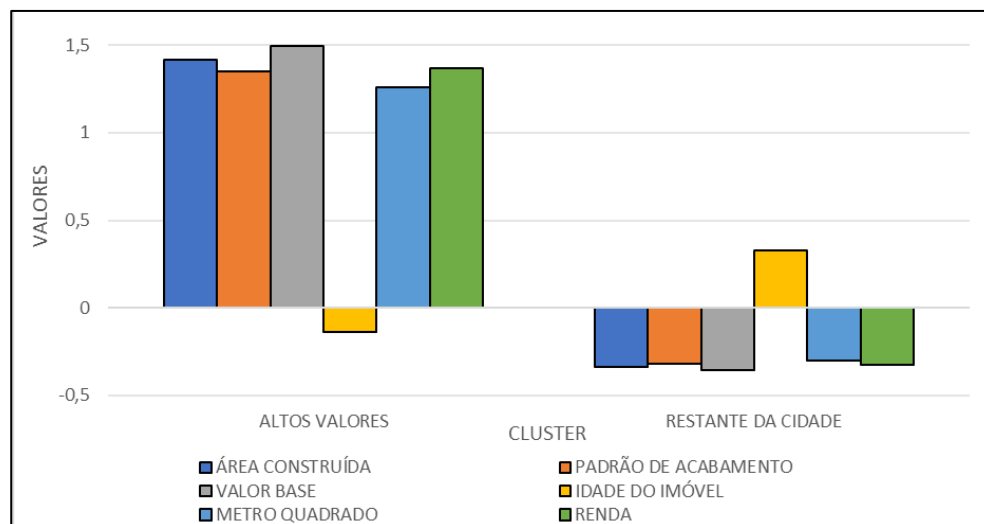
Definição dos perfis socioeconômicos e espaciais de transações de apartamentos - 2010

Para o ano de 2010, em nível de cidade, após as iterações e processamentos, foram definidos dois grandes clusters: um com as variáveis e atributos da negociação que indicavam

valores superiores, como as maiores áreas construídas, os maiores valores médios gastos na negociação, as melhores médias de padrão de acabamento, os imóveis mais novos e as maiores rendas e valores médios de metro quadrado. Em contraste, o segundo grupo apresentou valores inversos¹.

O primeiro cluster englobou 288 setores censitários enquanto o segundo apresentou 1218. Ao se mapear os clusters, percebe-se uma forte segregação de perfis de negociação que se reproduz espacialmente, relacionada, sobretudo, a renda: a daqueles que englobam setores de classe média alta a alta, incluindo indivíduos de rendas muito altas, e o restante da cidade, com uma grande variedade de tipos de transações. O gráfico 1 mostra os valores normalizados dos clusters gerados enquanto a tabela 1 os valores médios verificados.

Gráfico 1: Definições de agrupamentos de padrões socioeconômicos e mercadológicos relacionados às transações imobiliárias de apartamentos em Belo Horizonte a nível de cidade em 2010



Fonte dos dados utilizados: ITBI (PBH) e Censo Demográfico do IBGE de 2010 (IBGE, 2010).

Tabela 1: Preços médios observados nos agrupamentos gerados dos padrões relacionados às transações imobiliárias por setor censitário em 2010 na escala municipal. Salário mínimo em 2010: R\$ 510,00

CLUSTER	METRO QUAD.	VALOR BASE	PAD. ACAB.	AREA CONST.	IDADE IMOV.	RENDA
ALTOS VALORES	2.437,95	504.847,56	3,85	200,37	15,37	2.657,29
RESTANTE DA CIDADE	1.684,57	165.449,91	2,74	98,74	17,27	1.009,18
MÉDIA TOTAL	1.828,64	230.354,64	2,96	118,18	16,9	1.324,36

¹ É importante frisar que, durante as análises, foi constatado que quando se pede para gerar maiores números de agrupamentos, eles tendem principalmente a se dissociar entre os grupos de maiores valores. Ou seja, quando se geravam 3, 4 ou 5 agrupamentos - excluindo-se o agrupamento de valores baixos -, os outros gerados apresentavam valores altos, diferindo somente pela sua magnitude.

NÚMERO DE CASOS	
ALTOS VALORES	288 SETORES
RESTANTE DA CIDADE	1218 SETORES

Após a definição de grupos abrangendo toda a cidade, a análise prosseguiu com estratificações dentro desses mesmos grupos, com o objetivo de se verificar padrões mais detalhados relacionados às características socioeconômicas das transações imobiliárias médias por setor censitário. Foram selecionados apenas os setores censitários pertencentes ao grupo previamente estabelecido, excluindo-se os setores associados ao outro grupo. Em seguida, foram realizadas análises de cluster k-means seguindo a mesma metodologia empregada no início.

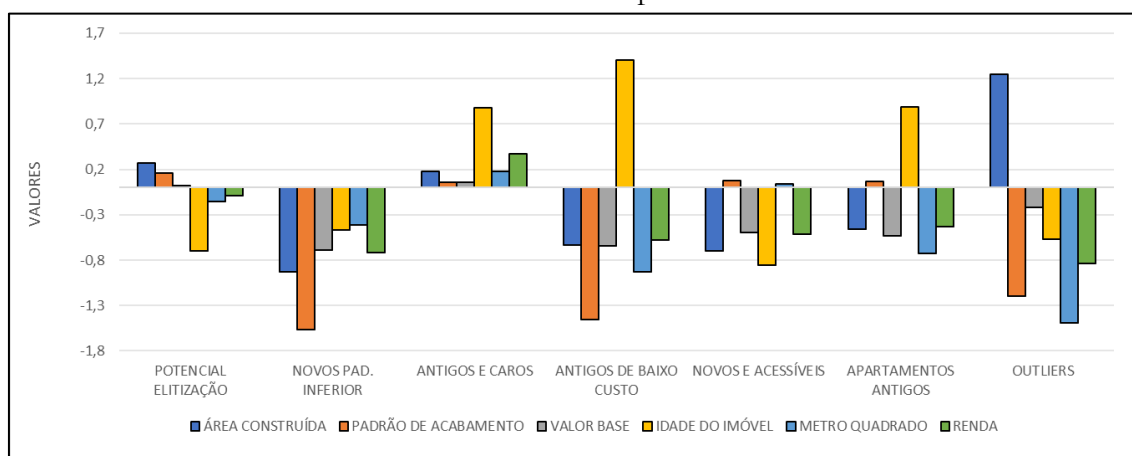
Os agrupamentos gerados dentro do primeiro grupo previamente estabelecido, aqui chamado de “Altos Valores”, demonstraram padrões discrepantes relacionados somente à magnitude da variável analisada, ou seja, se diferenciaram somente pela escala de valores. Essas distinções incluem características como concentração de imóveis de padrões de acabamento superiores, tamanhos médios de áreas construídas maiores, valores base mais elevados, preços por metro quadrado mais altos e renda média por setor mais elevada. Não foram observados valores negativos de z-score em nenhum dos agrupamentos gerados, indicando que mesmo os grupos com os menores valores gerados ainda superavam a média da cidade. Assim, nesta análise preferimos não discriminar este grupo internamente, tendo em vista que os valores gerados sempre foram melhores aos gerados no restante da cidade embora haja diferenças internas.

Porém, ao se analisar os agrupamentos internos gerados no segundo cluster, aqui chamado de “Restante da Cidade”, se percebem padrões interessantes. Para cada grupo, foi proposto um nome para a sua descrição. Primeiramente, o grupo “potencial elitização” agrega setores censitários onde as transações apresentam valores médios de apartamentos de tamanho superior à média dos demais setores censitários da cidade, com padrão de acabamento também superior, valores base similares, mais novos, porém com custo por metro quadrado ligeiramente mais acessível e renda também ligeiramente menor à média dos outros setores da cidade. Tal padrão pode indicar uma expansão de padrões de transação de imóveis de características superiores aos valores de uma localidade, sobretudo por indicar imóveis mais caros em locais onde os metros quadrados são mais baratos e as rendas médias são menores, o que pode indicar algum grau de gentrificação ou elitização em uma área.

Em contrapartida, no cluster “novos de padrão inferior”, emergem propriedades novas, porém de padrão de acabamento bastante inferior, dimensões reduzidas e menores valores praticados. No cluster “antigos e caros”, único em que os valores de renda ultrapassam a média da cidade, destacam-se transações envolvendo predominantemente imóveis antigos. O agrupamento “antigos de baixo custo” se diferencia pelo comércio de apartamentos bastante antigos, caracterizados por um baixo padrão de acabamento, valores por metro quadrado também reduzidos e áreas construídas compactas.

No agrupamento “novos e acessíveis”, observam-se setores transacionados compostos em sua maioria por imóveis menores do que a média dos setores da cidade, rendas menores que a média, com valores praticados mais baixos, porém, mais novos em termos de idade. O agrupamento “apartamentos antigos” sobressai ao representar transações que envolvem apartamentos antigos, exibindo um padrão de acabamento ligeiramente superior, embora de tamanho inferior, com valores praticados também inferiores e localizados em áreas de metro quadrado mais baratos. Por sua vez, o agrupamento “outliers” engloba apartamentos maiores do que a média da cidade, recentes, com valores por metro quadrado substancialmente inferiores à média e padrão de acabamento inferior. O gráfico 2 mostra uma representação dos centros de clusters finais, enquanto a tabela 2 mostra o número de setores por grupo e a tabela 3 os valores médios reais observados.

Gráfico 1: Definições de agrupamentos de padrões socioeconômicos e mercadológicos relacionados às transações imobiliárias de apartamentos no cluster “Restante da Cidade”.
Valores normalizados por z-escore



Fonte: ITBI (PBH) e Censo Demográfico do IBGE de 2010 (IBGE, 2010).

Tabela 2: Número de setores censitários por cluster verificado

NÚMERO DE CASOS	
POTENCIAL ELITIZAÇÃO	277
NOVOS PAD. INFERIOR	149
ANTIGOS E CAROS	160

ANTIGOS DE BAIXO CUSTO	160
NOVOS E ACESSÍVEIS	271
APTOS ANTIGOS	195
OUTLIERS	6

Tabela 3: Valores médios observados nos agrupamentos gerados dos padrões relacionados às transações imobiliárias por setor censitário em 2010 nos grupos 1 e 2. Salário mínimo em 2010: R\$ 510,00

CLUSTER	METRO QUAD (R\$).	VALOR BASE (R\$)	PAD. ACAB.	AREA CONST (m²).	IDADE IMOV.	NÚM. TRANS.	RENDIA (R\$)
ALTOS VALORES	2.437,95	504.847,56	3,85	200,37	15,37	5.071	2657,29
ANTIGOS E CAROS	1.914,18	241.235,19	2,99	128,40	26,58	1.518	1775,04
POTENCIAL ELITIZAÇÃO	1.754,89	233.505,21	3,06	133,89	9,18	4.014	1181,53
MÉDIA GERAL	1.828,64	230.354,64	2,96	118,18	16,90	21.035	1324,36
OUTLIERS	1.108,33	190.638,83	2,17	190,62	10,58	12	476,55
NOVOS E ACESSÍVEIS	1.847,89	140.016,32	3,00	77,52	7,43	5.249	800,92
APARTAMENTOS ANTIGOS	1.478,43	132.742,58	3,00	91,48	26,74	1.711	929,84
ANTIGOS DE BAIXO CUSTO	1.378,94	111.719,09	1,99	81,40	32,47	1.434	802,62
NOVOS DE PADRÃO INFERIOR	1.631,42	103.297,36	1,92	64,59	11,74	2.026	592,26

Por fim, as representações a seguir ilustram a disposição espacial dos setores censitários, agrupados de acordo com os clusters definidos anteriormente. Em geral, o grupo “Altos Valores”, que engloba setores de valores superiores, concentra-se na região Centro-Sul (excluindo-se quase todos os setores presentes no bairro Centro) e em outras áreas habitadas principalmente por indivíduos de rendas elevadas. Essas áreas incluem bairros na regional Pampulha, em bairros próximos da região Oeste (como Buritis e Gutierrez), na região Nordeste (setores no bairro União e arredores) e outros setores isolados. Por sua vez, o segundo grupo apresenta uma distribuição equilibrada por todas as regionais da cidade.

Em relação aos agrupamentos internos definidos no cluster “Restante da Cidade”, seguindo uma ordem relativa às médias de valores base transacionados por setor censitário, o agrupamento interno “Antigos e Caros”, que envolve setores censitários com predominância de transações de apartamentos mais caros e antigos, abrange áreas localizadas na regional Centro-Sul, Oeste, Leste, Pampulha e Nordeste, seguindo um padrão de localização espacial não muito distinto do cluster de “Altos Valores”.

Por sua vez, o agrupamento chamado “Potencial Elitização”, que indica a localização de setores censitários com predominância de apartamentos de melhores padrões em áreas com preços de metros quadrados e rendimentos médios abaixo da média da cidade, se espalham por eixos bem definidos, no entorno de grandes vias, como a Avenida Cristiano Machado e a Avenida Pedro II, em um padrão espacial que se espalha da regional Centro-Sul rumo à periferia de Belo Horizonte. Além destas áreas, tais setores se espalham por localidades na regional Barreiro e bairros como Buritis e Castelo e arredores, habitados por indivíduos de renda média a altas, que, em escalas diferentes, são superiores às médias de rendimentos verificadas nos seus entornos. Apesar disso, os valores médios de metro quadrado e rendimentos médios nesses setores permanecem abaixo da média da cidade, principalmente devido à disparidade em relação ao agrupamento mais rico, que apresenta rendimentos significativamente divergentes. Por sua vez, o agrupamento interno “outlier” apresenta pouquíssimas transações em setores espalhados pela cidade, indicando uma disparidade em relação aos padrões praticados em Belo Horizonte.

Já o agrupamento “Novos e Acessíveis”, por sua vez, se destaca como aquele que registra o maior número geral de transações, exibindo a menor média de idade entre os imóveis transacionados, valores base significativamente inferiores à média da cidade e os tamanhos médios de transações mais modestos. Além disso, a renda per capita média também se situa bem abaixo da média observada em Belo Horizonte. Esses setores agrupam majoritariamente transações que envolvem apartamentos mais recentes e de menores dimensões, com preços mais acessíveis, indicando uma segmentação no mercado imobiliário formal de apartamentos. Tais setores censitários encontram-se em zonas periféricas da cidade e nas proximidades dos eixos de expansão delineadas no agrupamento “Potencial Elitização”. Em contraste com os agrupamentos anteriores, a sua dispersão é mais acentuada nas regiões de menor renda, abrangendo áreas nas regionais Nordeste, Venda Nova, Barreiro e Leste e na área da regional Oeste que faz divisa com o município de Contagem. As figuras 1, 2 e 3 mostram a localização espacial dos agrupamentos gerados e da legenda para a leitura dos gráficos.

Figura 1. Variáveis consideradas na análise de cluster

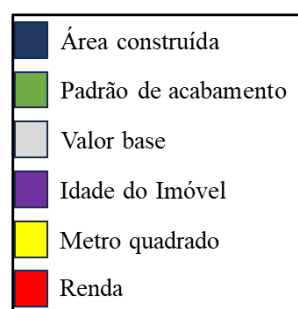


Figura 2. Representação espacial dos clusters resultantes da aplicação do algoritmo K-means a nível de cidade. Ano: 2010

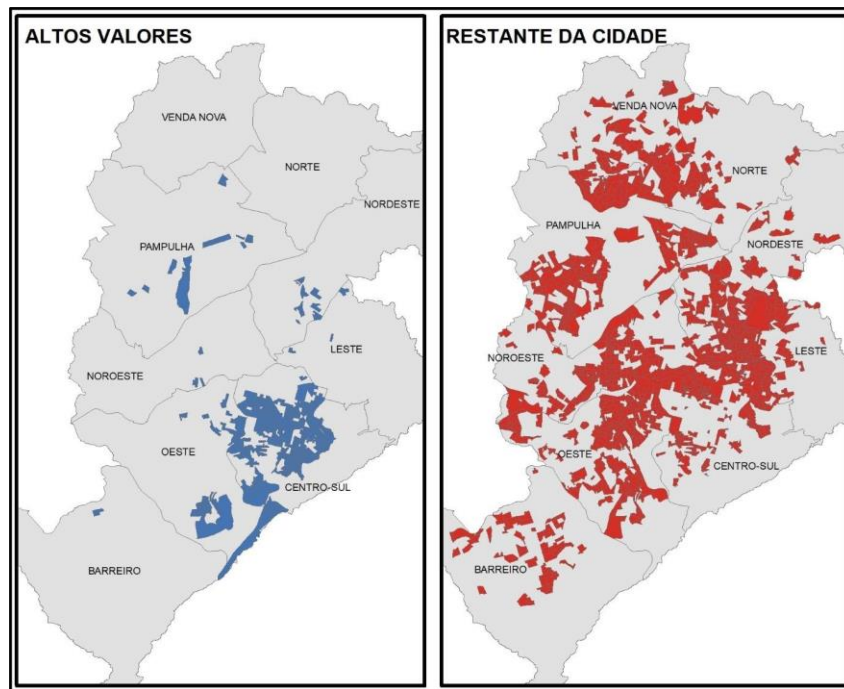
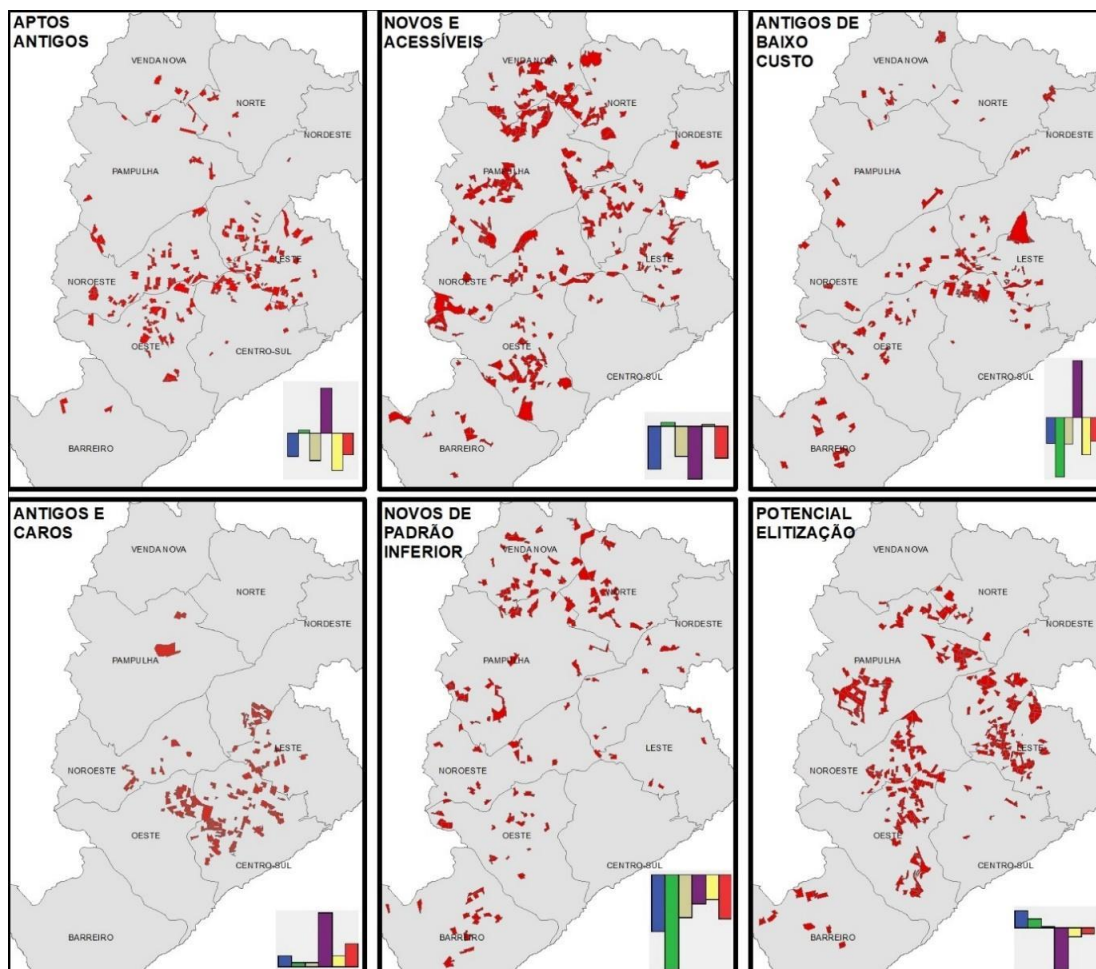


Figura 1. Representação da localização espacial dos agrupamentos internos gerados no cluster “restante da cidade”. Ano: 2010



Definição dos perfis socioeconômicos e espaciais de transações de apartamentos - 2022

A segmentação dos dados coletados e recenseados em 2022, em nível de cidade, revelou dois grandes agrupamentos, reproduzindo a modelagem realizada para o ano de 2010. Um dos clusters apresentou valores superiores às médias da cidade, indicando setores censitários com apartamentos de maior tamanho; maiores valores médios gastos na transação (representados pela variável “valor-base”); preços de metro quadrado mais elevados; padrão de acabamento superior; imóveis mais novos; e rendimentos médios mais altos das pessoas proprietárias dos domicílios no setor. Assim como em 2010, o outro cluster apresentou padrões de valores inversos aos do primeiro. Dessa forma, optou-se por manter a nomenclatura utilizada na modelagem inicial de 2010: o agrupamento com os maiores valores foi intitulado “altos valores”, enquanto o agrupamento oposto recebeu a denominação “restante da cidade”.

O primeiro cluster englobou 538 setores, enquanto o segundo apresentou 1.623; em 2010, o padrão semelhante de agrupamento de altos valores incluía 288 setores, e o segundo, 1.218. O aumento no número de setores em ambos os grupos deve-se, principalmente, ao desmembramento territorial de setores censitários realizado pelo IBGE entre 2010 e 2022.

Ao se mapear os clusters, observa-se o mesmo padrão cartográfico de segregação socioespacial identificado em 2010, com os setores de maiores valores concentrados, sobretudo, nas áreas da regional Centro-Sul e entornos, além de outras áreas habitadas por indivíduos e famílias com rendimentos mais elevados. O Gráfico 3 apresenta os valores normalizados gerados nos clusters a nível de cidade obtidos em 2022, enquanto a Tabela 4 mostra os valores médios verificados.

Gráfico 3: Definições de agrupamentos de padrões socioeconômicos e mercadológicos relacionados às transações imobiliárias de apartamentos em Belo Horizonte a nível de cidade em 2022

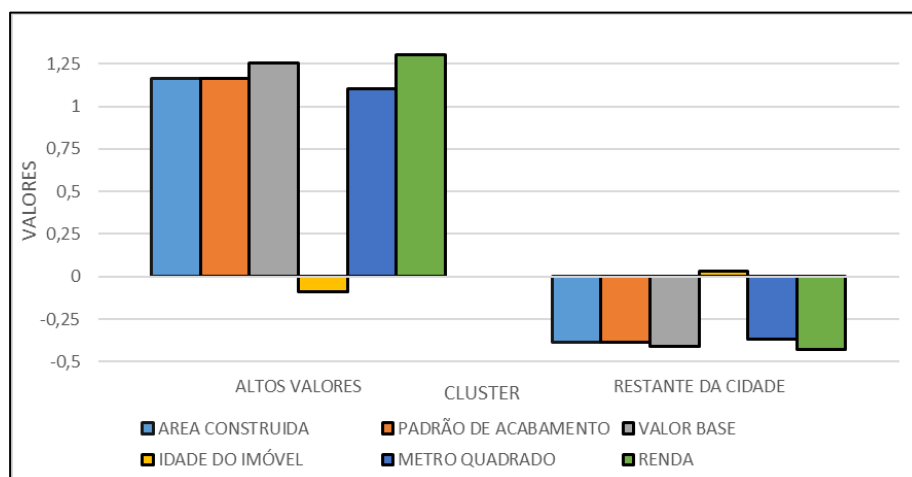


Tabela 4: Preços médios observados nos agrupamentos gerados dos padrões relacionados às transações imobiliárias por setor censitário em 2022 na escala municipal. Salário mínimo em 2022: R\$ 1.212,00

CLUSTER	METRO QUAD. (R\$)	VALOR BASE (R\$)	PAD. ACAB.	AREA CONST. (m2)	IDADE IMOV.	RENDA (R\$)
RESTANTE DA CIDADE	3.521,98	350.654,66	2,92	100,36	22,13	5.449,37
ALTOS VALORES	4.942,75	960.006,29	3,78	189,90	20,45	12.645,79
MÉDIA GERAL	3.875,69	502.358,12	3,13	122,65	21,72	7.240,98

NÚMERO DE CASOS	
ALTOS VALORES	538 SETORES
RESTANTE DA CIDADE	1623 SETORES

Após a definição geral dos grupos, abrangendo toda a cidade, assim como na análise anterior, prosseguiu-se com estratificações dentro desses grupos. Dessa forma, para a clusterização posterior, foram selecionados apenas os setores censitários pertencentes a um dos grupos previamente estabelecidos por vez.

Repetindo o padrão da análise realizada para o ano de 2010, no grupo intitulado “Altos Valores” observou-se que a discrepância interna ocorre apenas pela magnitude dos valores, sendo que os grupos internos gerados apresentam médias maiores de preços, de padrão de acabamento e de área construída em setores censitários superiores à média da cidade, variando apenas em escala. Dessa forma, a análise prosseguiu considerando apenas o agrupamento principal gerado.

Por outro lado, a clusterização interna do grupo “restante da cidade” revelou, seguindo a lógica de não repetição de padrões, três clusters distintos. O primeiro, intitulado “Vetores da Elitização”, apresenta semelhanças com o agrupamento denominado “Potencial Elitização” nas análises de 2010, tanto pelos padrões espaciais dos setores abrangidos quanto pelos valores observados, exceto pela idade do imóvel, que neste caso foi bem superior à média dos valores médios verificados nas transações de apartamentos residenciais na cidade.

Em relação ao agrupamento intitulado “Vetores de Elitização”, a mudança de nome em comparação ao agrupamento denominado “Potencial Elitização”, identificado nas análises de 2010, foi realizada para refletir as transformações nos padrões de valores, que consideramos resultantes tanto do envelhecimento do estoque habitacional da cidade quanto das mudanças dos padrões de negociação de apartamentos no período entre 2009 e 2022.

Esse período foi marcado por um forte aumento nos preços dos imóveis, especialmente até o ano de 2014, com destaque para os segmentos mais baratos, que apresentaram redução da diferença de preços em relação aos segmentos mais caros (Souza et al., 2025). Esse relativo “achatamento” de preços, juntamente com o envelhecimento do estoque imobiliário, fez com que, em nossa análise, este agrupamento passasse a integrar certos setores censitários localizados em áreas tradicionalmente habitadas pelas elites, tanto na regional Centro-Sul quanto na regional Pampulha, e que anteriormente integravam principalmente o agrupamento “Antigos e Caros”.

Souza (2023) demonstra que, nos setores abrangidos pelo agrupamento “Potencial Elitização”, entre 2009 e 2022, ocorreu produção imobiliária com valores-base superiores aos observados na cidade fora das áreas ocupadas pelas elites. Em outras palavras, houve construção de imóveis mais caros em áreas anteriormente periféricas, que passaram a ser ocupadas por indivíduos de renda superior à daqueles do entorno. Estimulada pelo aumento do preço do solo em localidades antes ocupadas majoritariamente por famílias de renda baixa, essa produção imobiliária apresenta características do processo denominado “Gentrificação por Novas Construções”, definido por Nabuco (2021) a partir do trabalho de Lees et al. (2007) e observado pela autora no vetor norte da cidade.

Os outros dois subgrupos do cluster “restante da cidade” diferenciam-se principalmente pela média de idade dos imóveis negociados, sendo um composto por apartamentos mais novos e o outro por apartamentos mais antigos. Para o primeiro grupo, adotou-se o nome “apartamentos novos de menor preço”, e para o segundo, “apartamentos antigos de menor preço”. Ambos apresentam valores médios semelhantes quanto à área construída, ao valor-base e à renda média das pessoas proprietárias dos imóveis.

Entretanto, em ambos os grupos, embora os valores médios das variáveis “padrão de acabamento” e “metro quadrado” sigam padrões semelhantes, ou seja, sejam menores que as médias da cidade, diferem em magnitude. O cluster com apartamentos mais antigos apresenta valores significativamente menores, tanto no preço médio por metro quadrado praticado nas negociações quanto nos valores médios de padrão de acabamento. Conforme mostram Souza et al. (2025), apartamentos antigos tendem a ser mais baratos, além de maiores, o que impacta diretamente os valores médios de metro quadrado das transações. Ademais, a idade do imóvel é uma das variáveis consideradas pela Prefeitura de Belo Horizonte (2009) para a definição do padrão de acabamento, influenciando negativamente esse indicador.

Em relação à abrangência territorial, o grupo de apartamentos antigos concentra-se, sobretudo, no bairro Centro, local onde os primeiros prédios do município foram construídos de forma mais intensa, além de bairros tradicionais de classe média próximos à regional Centro-Sul, como Padre Eustáquio, Nova Suíça, Caiçaras e Sagrada Família. Em menor escala, esse padrão de negociação também se verificou nas periferias. Por sua vez, a abrangência espacial dos novos apartamentos distribui-se por praticamente toda a cidade, com exceção da regional Centro-Sul e dos setores onde não houve negociações de apartamentos residenciais em 2022.

O primeiro grupo apresenta, basicamente, a mesma ocupação territorial dos agrupamentos intitulados “Novos e Acessíveis” e “Novos de Padrão Inferior”, mapeados com base nos dados de 2010. O segundo grupo, por sua vez, apresenta abrangência territorial semelhante à junção dos agrupamentos “Antigos de Baixo Custo” e “Apartamentos Antigos” do agrupamento anterior.

O gráfico 4 mostra os valores normalizados gerados nos agrupamentos internos do cluster “Restante da Cidade”, a tabela 5 mostra o número de casos por grupo, a tabela 6 mostra os valores médios verificados e as figuras 4, 5 e 6 mostram as classes consideradas e distribuição espacial dos agrupamentos.

Gráfico 4: Definições de agrupamentos de padrões socioeconômicos e mercadológicos relacionados às transações imobiliárias de apartamentos no cluster “Restante da Cidade” no ano de 2022. Valores normalizados por z-escore

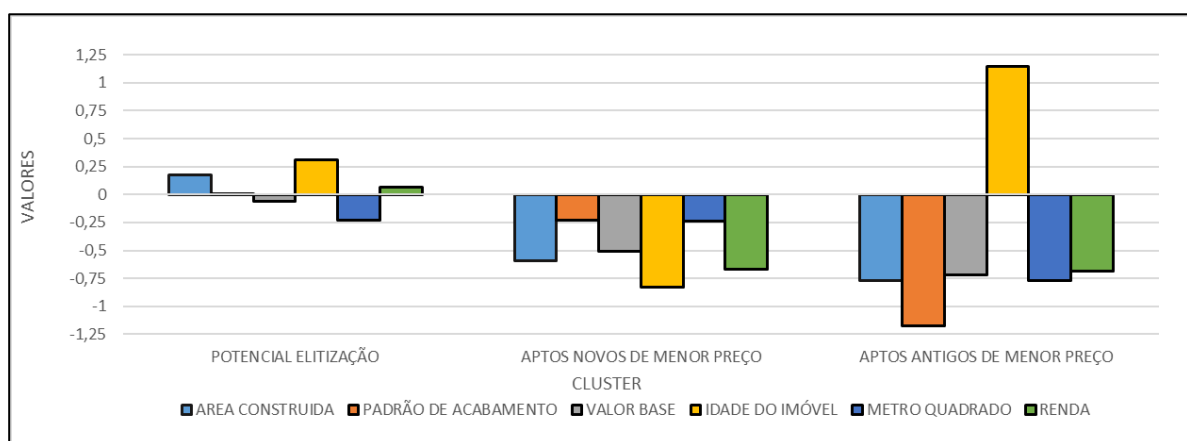


Tabela 5: Número de setores censitários por subgrupo verificado em 2022 no agrupamento “restante da cidade”

NÚMERO DE CASOS	
VETORES DA ELITIZAÇÃO	533
APTOS NOVOS DE MENOR PREÇO	689
APTOS ANTIGOS DE MENOR PREÇO	401

Tabela 6: Valores médios observados nos agrupamentos gerados dos padrões relacionados às transações imobiliárias por setor censitário em 2010 nos grupos “altos valores” e “restante da cidade”. Salário mínimo em 2010: R\$ 1212,00

CLUSTER	METRO QUAD. (R\$)	VALOR BASE (R\$)	PAD. ACAB.	AREA CONST (m²).	IDADE IMOV.	RENDA
ALTOS VALORES	4.942,75	960.006,29	3,78	189,9	20,45	12.645,79
MÉDIA GERAL	3.875,69	502.358,12	3,13	122,65	21,72	7.240,98
VETORES DA ELITIZAÇÃO	3.650,08	478.611,79	3,13	132,81	25,97	7.508,73
APTOS NOVOS DE MENOR PREÇO	3.648,97	316.156,33	3,00	88,32	10,27	4.464,69
APTOS ANTIGOS DE MENOR PREÇO	3.133,52	239.852,16	2,47	77,90	37,40	4.404,02

Figura 4. Variáveis consideradas na análise de cluster

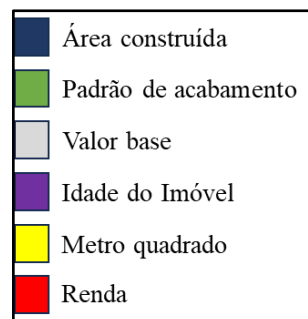


Figura 5. Representação espacial dos clusters resultantes da aplicação do algoritmo K-means a nível de cidade. Ano: 2022

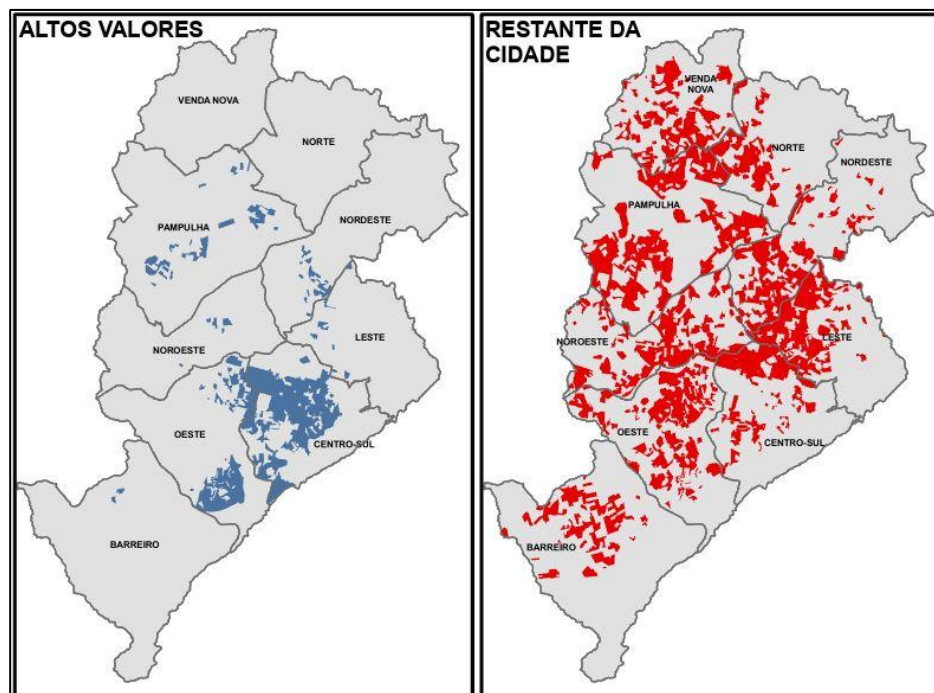
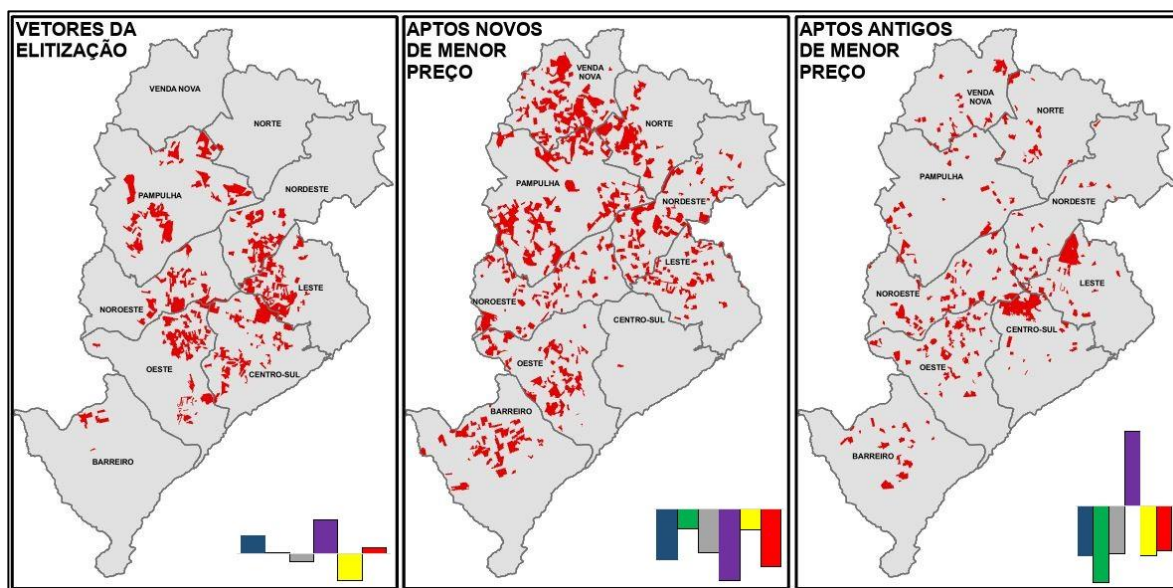


Figura 6. Representação da localização espacial dos agrupamentos internos gerados no cluster “restante da cidade”. Ano: 2022



5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise produzida evidencia uma clara divisão socioespacial na cidade, acompanhada de certa homogeneização das categorias de negociação por setor censitário no período seguinte analisado, associada tanto ao envelhecimento do estoque imobiliário quanto à consolidação de setores sociais (aqui distinguidos pela renda) em diferentes áreas urbanas, sobretudo nos segmentos de mercado não dominados pelas elites.

Uma leitura conjunta dos resultados permite compreender a história recente da produção de apartamentos residenciais e seus padrões de ocupação, indicando, por exemplo, os primeiros vetores de expansão voltados às rendas médias e médias-altas, situados nos entornos dos setores tradicionais de elite, predominantemente localizados na regional Centro-Sul (agrupamentos “Antigos e Caros” e “Apartamentos Antigos” das análises de 2010). Também é possível identificar os antigos vetores de potencial elitização da cidade, observados na produção de imóveis mais caros em áreas periféricas consolidadas, destinados a indivíduos de maior renda (agrupamento “Potencial Elitização”, nas análises de 2010).

Consideramos que a grande virtude deste trabalho reside em seu caráter inédito², que o torna referência potencial para futuras pesquisas, tanto em outras localidades quanto em diferentes campos do saber. Ele pode servir de base para estudos críticos sobre processos socioespaciais vinculados à produção imobiliária, como especulação e gentrificação.

² Não há, na bibliografia, no caso brasileiro, análises geoespaciais considerando dados mercadológicos e de rendimentos para a segmentação socioespacial de mercados imobiliários, muito em virtude da falta de disponibilização pública de dados de negociações de moradias para a grande maioria das cidades.

Contudo, esse ineditismo também impõe limitações, ao dificultar comparações diretas com outras investigações disponíveis até o momento, restringindo as possibilidades de debate e validação externa dos resultados.

Outra limitação diz respeito à não inclusão dos municípios da Região Metropolitana de Belo Horizonte, alguns dos quais apresentam forte conurbação com a capital. Essa exclusão restringe comparações e análises integradas, especialmente considerando que parte expressiva do processo de verticalização recente ocorre fora dos limites do município. Caso fosse possível reproduzir a metodologia para o contexto metropolitano, com dados imobiliários compatibilizados para todo este território, com um número maior de casos e variáveis, é provável que os agrupamentos gerados apresentassem novas características e abrangências territoriais, uma vez que a introdução de novos dados alteraria o comportamento dos grupos na análise de cluster.

Também constitui uma limitação o recorte temporal adotado, restrito a dois anos para os quais há dados disponíveis de renda recenseada e de transações de apartamentos residenciais. Além disso, a clusterização, por si só, não permite compreender as transformações ao longo do tempo, sendo necessário recorrer a outras fontes que investiguem os processos de estruturação urbana para uma interpretação mais robusta das mudanças observadas entre os períodos analisados.

Consideramos que à medida em que novas bases imobiliárias se tornem acessíveis, análises semelhantes poderão ser realizadas em maior escala, oferecendo contribuições relevantes à bibliografia crítica sobre a estruturação das cidades, a produção do espaço urbano, da moradia e o funcionamento dos mercados imobiliários, em suas múltiplas dimensões.

6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, M. M.; SIMÕES, R.; GOLGHER, A. B. Housing market analysis using a hierarchical-spatial approach: the case of Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil. *Regional Studies, Regional Science*, v. 1, n. 1, p. 116–137, 2014. DOI: 10.1080/21681376.2014.934391
- ALMEIDA, R. P.; AMANO, F. H. F.; TUPY, I. S. Real estate markets and urban network in Brazil. *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*, [S. l.], v. 24, n. 1, 2022; Disponível em: <https://rbeur.anpur.org.br/rbeur/article/view/6858>. Acesso em: 3 nov. 2025.
- ANDRADE, J. V. S.; ALMEIDA, R. P. Intra-urban real estate cycles and spatial endogenous regimes: theory and some evidence. *Real Estate*, v. 2, n. 7, p. 1–15, 2025. DOI: 10.3390/realestate2030007
- BARRECA, A.; CURTO, R.; ROLANDO, D. Assessing social and territorial vulnerability on Real Estate Markets. *Buildings*, v.7 n.94, p. 1-17, 2017. DOI:10.3390/buildings7040094

BARRECA, A.; CURTO, R.; ROLANDO, D. Housing vulnerability and property prices: spatial analyses in the Turin real estate market. *Sustainability*, v. 10, n.9, 2018. DOI:10.3390/su10093068

BETANCUR, J. J. Gentrification in Latin America: Overview and Critical Analysis. *Urban Studies Research*, v. 2014, p. 1–14, 17 fev. 2014.

CARNEIRO, Lucianne. IBGE diz que Censo 2022 não permite análise do rendimento a partir de dados em todos os domicílios. *Valor Econômico*, Rio de Janeiro, 30 abr. 2025. Disponível em: <https://valor.globo.com/brasil/noticia/2025/04/30/ibge-diz-que-censo-2022-nao-permite-analise-do-rendimento-a-partir-de-dados-em-todos-os-domicilios.ghtml>

DONI, M. V. *Análise de Cluster: Métodos hierárquicos e de particionamento*. 2004. 93f. Universidade Prebisteriana Mackenzie, 2004.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Censo Demográfico 2010*. Agregados por Setores Censitários: Resultados do Universo. Rio de Janeiro: IBGE, 2011.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Censo Demográfico 2022*. Agregados por Setores Censitários: Resultados do universo. Rio de Janeiro: IBGE, 2025.

JARAMILLO GONZÁLEZ, S. *Hacia una teoría de la renta del suelo urbano*. 2ª ed. Bogotá: Ediciones Uniandes, 2009.

LINDEN, R. *Técnicas de Agrupamento*. *Revista de Sistemas de Informação da FSMA*, n. 4, p. 18–36, 2009.

MANGANELLI, B.; PONTRANDOLFI, P.; AZZATO, A.; MURGANTE, B. Using geographically weighted regression for housing market segmentantion. *Int. J. Business Intelligence and Data Mining*, Vol. 9, No. 2, p. 161-177, 2014

NABUCO, A. L. *Terra urbana, propriedade e gentrificação na periferia: dinâmica imobiliária e capitalismo patrimonial no vetor norte de Belo Horizonte, Brasil, 1999 a 2019*. Tese (Doutorado em Economia) – Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2021.

PAIXÃO, L. A. R.; LUPORINI, V. Índice de preços hedônicos para apartamentos: uma aplicação a dados fiscais de Belo Horizonte, 1995-2012. *Economia e Sociedade*, v. 29, n. 3, p. 967–993, dez. 2020.

PREFEITURA DE BELO HORIZONTE. Decreto nº 13.824, de 28 de dezembro de 2009. Regulamenta a notificação, concessão de benefícios e recolhimento do Imposto Sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbana - IPTU do exercício de 2010 e outros. *Diário Oficial do Município de Belo Horizonte*, Belo Horizonte, 28 dez. 2009

PREFEITURA DE BELO HORIZONTE. *Dicionário de dados - Relatório ITBI (anterior a 18/07/2023)*. Belo Horizonte: GTEFI, 2023. Disponível em: <https://dados.pbh.gov.br/dataset/relatorio-itbi>.

SCHANER, A. B.; STRUYK, R. Segmentation in urban housing markets. *Journal of Urban Economics*, v.3, p.146-166, 1976.

TOMAL, Marcin. Housing market heterogeneity and cluster formation: evidence from Poland. *International Journal of Housing Markets and Analysis*, v. 14, n. 5, p. 1166–1185, 2021. DOI: 10.1108/IJHMA-09-2020-0114

SOUZA, Í. N. P. *Estudo sobre a produção habitacional e as mudanças nos preços de moradias em Belo Horizonte entre 2009 e 2022*. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2023.

SOUZA, Í. N. P.; GARCIA, R. A.; GROCHOWSKI, G. A. O mercado de moradias de Belo Horizonte/MG: apontamentos sobre a dinâmica imobiliária (2009-2022). *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*, [S. l.], v. 27, n. 1, 2025. DOI: 10.22296/2317-1529.rbeur.202539. Disponível em: <https://rbeur.anpur.org.br/rbeur/article/view/787>.

ZAIANE, O. R.; FOSS, A.; LEE, C.; WEINAN, W. On Data Clustering Analysis: Scalability, Constraints, and Validation. *Pacific-Asia Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*. Taipei: Springer-Verlag, 2002. p. 28–39.

Agradecimentos

O autor agradece à CAPES pelo financiamento da pesquisa.