

Análise da distribuição espacial da renda na Região Metropolitana de Belo Horizonte no censo demográfico de 2010

Ícaro Neri Pereira de Souza - Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Geógrafo (UFMG), mestre em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais (UFMG) e doutorando em Geografia (UFMG) – e-mail: icaro.neri@hotmail.com

Resumo

As desigualdades socioespaciais são um dos principais objetos de estudo relacionados ao fenômeno urbano e as cidades, sendo que este trabalho focou a questão da desigualdade socioespacial da renda na Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH). Belo Horizonte é uma cidade marcada, desde a sua fundação, por um forte processo de periferização, com expulsão das populações mais pobres, de menor renda, das áreas centrais para localidades cada vez mais afastadas da metrópole. Neste trabalho, foi utilizada a análise de cluster como método de estudo sobre a concentração de renda na Região Metropolitana de Belo Horizonte. Utilizando dados de três níveis territoriais (municípios, distritos e setores censitários) e dados do censo demográfico do IBGE (2010), foram calculados os clusters (agrupamentos) dos rendimentos médios por distrito e setor censitário na RMBH. Os resultados mostram forte concentração de renda em certas localidades, localizadas principalmente no Centro de Belo Horizonte, no seu entorno e no município de Nova Lima. A análise de cluster se mostrou satisfatória no trabalho, porém, juntamente com este método, outras abordagens e metodologias são recomendados para o estudo das desigualdades socioespaciais nas metrópoles brasileiras.

Palavras-chave: desigualdades socioespaciais, cluster, periferia, renda, metrópole.

Abstract

Socio-spatial inequalities are one of the main objects of study related to the urban phenomenon and cities. This work focused on the issue of socio-spatial inequality of income in the Belo Horizonte Metropolitan Area (RMBH). Belo Horizonte is a city marked, since its foundation, by a strong process of peripherization, with the expulsion of the poorer populations (lower income populations) from the central areas to locations increasingly far from the central areas of the metropolis. In this work, cluster analysis was used as a method of study on income concentration in the Belo Horizonte Metropolitan Area. Using data from three territorial levels (municipalities, districts and census tracts) and demographic census data from IBGE (2010), we calculated the average income clusters per district and census tracts in the RMBH. The results show a strong concentration of income in certain locations, located mainly in the Center of Belo Horizonte, in its surroundings and in the municipality of Nova Lima. Cluster analysis was satisfactory at work, but, along with this method, other approaches and methodologies are recommended for the study of socio-spatial inequalities in Brazilian metropolises.

Keyword: cluster, periphery, income, metropolis, socio-spatial inequalities

Introdução

As desigualdades socioespaciais representam um dos principais objetos de estudo de pesquisadores das cidades e do fenômeno urbano. O estudo das desigualdades no espaço urbano, dentre outras temáticas, foca a questão da renda, do direito à cidade, das oportunidades de emprego e acessibilidade.

No contexto brasileiro, vários trabalhos estão sendo produzidos para discutir este fenômeno nos vários contextos em que as cidades brasileiras se desenvolveram e/ou foram forjadas, como os trabalhos de Elias e Pequeno (2007), Vieira (2011), Martins (2014), Penna e Ferreira (2014), Cardoso (2017), Vieira (et. al., 2018), Silva (2018a) e Silva (2018b).

Na sociedade capitalista, os espaços são incorporados à lógica do capital e produzem máscaras da repetição, que se expressa em desigualdades sociais, na concentração de riqueza e má distribuição de renda (HARVEY, 2016). De acordo com Silva (2018b):

Podemos considerar que a desigualdade socioespacial [...], de modo geral, é fruto da metropolização do espaço, imposta pela urbanização capitalista e global. Esse processo reflete nada mais que as contradições de reprodução do espaço urbano e das relações sociais de apropriação do espaço da cidade pelas diversas classes, cujo aspecto mais visível é a segregação socioespacial, cuja fragmentação reflete a desigualdade de poder econômico das populações.

O município de Belo Horizonte foi fundado em 1897, sendo projetado pelo engenheiro Aarão Reis. O crescimento da cidade seguiu-se a partir de uma área planejada, delimitada pela então Avenida 17 de Dezembro (atual Avenida do Contorno), porém, sua área ultrapassou em muito o planejado. A dinâmica do crescimento urbano de Belo Horizonte é marcada por um forte processo de periferização, com a ocupação de áreas cada vez mais longínquas pelas populações mais pobres, enquanto a área planejada do município e o seu entorno (principalmente à sul) são ocupados majoritariamente por populações com maiores rendimentos (CANETTIERI, 2014).

Este trabalho tem como objetivo mapear a desigualdade da renda na Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH). Para isso, serão utilizados dados sobre rendimentos do Censo Demográfico do IBGE (2010). Além da sua descrição e análise, os dados serão tratados em softwares estatísticos, utilizando análise de cluster (agrupamentos) de forma a identificar os “grupos” de setores censitários nos quais os seus moradores possuem rendimentos semelhantes. Também deverão ser formados agrupamentos distintos entre si, onde a diferença média da renda é discrepante o

suficiente se forme grupos de setores censitários com discrepâncias relevantes de rendimentos. A análise de cluster permite uma percepção mais apurada da distribuição da renda na Região Metropolitana de Belo Horizonte, destacando, por meio das análises das similaridades e diferenças, algumas de suas particularidades, propiciando assim uma análise da distribuição da renda em Belo Horizonte e região metropolitana.

Este artigo está dividido em 7 partes: o primeiro momento é constituído pela introdução; a segunda etapa traz uma revisão bibliográfica sobre o conceito de desigualdades socioespaciais; a terceira etapa trata brevemente da formação e expansão do tecido urbano de Belo Horizonte e dos municípios vizinhos; a quarta etapa traz uma apresentação sobre o método estatístico utilizado no trabalho, a análise de cluster; a quinta etapa trata dos materiais e métodos utilizados no trabalho; o sexto momento trata dos resultados da pesquisa e as discussões sobre os resultados e a última parte se refere às considerações finais.

Desigualdade socioespacial: breve discussão

As desigualdades sociais e as práticas espaciais são dialeticamente inseparáveis. Representando uma interação, as desigualdades sociais ajudam a produzir o espaço, interferindo diretamente nas estruturas do espaço organizado, como a localização das atividades produtivas, das moradias das pessoas, dos equipamentos urbanos e etc., e também enquanto processo, se materializando na produção do espaço, suas transformações e fluxos (SOJA, 1980; CARLOS, 2007).

De acordo com Motta (2017):

o espaço representa um componente dialeticamente definido de relação de produção gerais, simultaneamente sociais e espaciais. Logo, tem-se que o espaço socialmente produzido é uma criação em constante mutação e que resulta de transformações nem sempre com rebatimento óbvio como mero reflexo.

Harvey (2011), discorrendo sobre a teoria do desenvolvimento geográfico desigual, inclui a análise de dois elementos fundamentais: as escalas espaciais e as diferenças (ou produção de diferenças geográficas). Segundo este autor:

a concepção de desenvolvimento desigual que tenho em mente envolve uma fusão desses elementos, a mudanças de escalas e a produção de diferenças geográficas. Temos, por conseguinte, de pensar em diferenciações, interações e relações tanto intraescalares como interescales.

Harvey (2011) ainda aponta um erro de compreensão analítica tanto de ação política baseado nesse conceito, pois nem tudo é determinado fundamentalmente em escala global. Nesse sentido, toda a discussão deve levar em conta as multiescalaridades.

Cardoso (2017), discutindo o conceito de desenvolvimento geográfico desigual (HARVEY, 2011), argumenta que: “os processos de acumulação e desvalorização modificam a configuração territorial de determinado espaço e contribuem para a concentração e dispersão geográfica do capital”. Nesse sentido:

o capitalismo produziria novas formas de diferenciação geográfica, ativamente produzidas, pois o processo de acumulação tem relação com as temporalidades e sua realização no meio geográfico, ou seja, a organização geográfica do capitalismo internaliza as contradições do capital (CARDOSO, 2017).

Smith (1988) mostra que a produção do espaço pelo capital é primordial para compreender as tendências de diferenciação e universalização. Utilizando o conceito de “desenvolvimento geográfico desigual”, este autor argumenta que a desigualdade é funcional ao capital, pois atende a sua lógica de acumulação.

Carlos (2007) considera que as desigualdades produzem as diferenciações socioespaciais, reduzindo a vida humana nas cidades à lógica do capital. Nesta lógica, a cidade torna-se uma mercadoria para a acumulação capitalista, tornando-se valor de troca, cujo preço tende a limitar o consumo do espaço, produzindo assim diferenciações, hierarquizações e fragmentações socioespaciais (VIEIRA et. al., 2018).

Sposito (2011) mostra que as desigualdades socioespaciais sinalizam uma divisão social e espacial do trabalho, bem como as contradições presentes em forma-conteúdo. Esta mesma autora mostra que é necessário articular a análise sobre as escalas geográficas e a produção do espaço urbano, que revelam as desigualdades socioespaciais. As cidades seriam em parte, nesta perspectiva, produto da divisão social e territorial do trabalho ao longo do processo de urbanização (CARDOSO, 2017).

Por fim, Correa (2007) afirma que as desigualdades socioespaciais são inevitáveis e necessárias ao capitalismo. Este autor afirma que:

No passado, até aproximadamente o final da primeira metade do século XIX, as diferenças em questão resultavam da força de organizações sócio-culturais fortemente enraizadas territorialmente e do pequeno desenvolvimento de forças produtivas que o capitalismo iria criar e difundir a partir da segunda metade do século XIX. A partir de então, e de modo contínuo, o capital industrial e financeiro iria simultaneamente refragmentar e articular a superfície terrestre, estabelecendo instáveis diferenças sócio-espaciais, passíveis de apreensão em diversas escalas, entre elas a da rede urbana e a do espaço intra-urbano. Essas diferenças

sócio-espaciais constituem simultaneamente reflexo, meio e condição para o funcionamento e reprodução do sistema capitalista. É, assim, funcional ao capitalismo, cuja ação apresenta uma dimensão escalar, resultado de complexas práticas espaciais (CORREA, 2007).

Formação espacial de Belo Horizonte e região metropolitana

A história da formação espacial de Belo Horizonte e Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH) é marcada por transformações e processos que afastam cada vez mais as populações de menor renda para as periferias e para longe do núcleo central, com forte atuação do Estado e do mercado imobiliário nesse sentido, gerando marcada segregação espacial. Em maior parte, expulsas do mercado imobiliário formal, as populações de baixa renda foram historicamente relegadas a favelas, loteamentos precários e conjuntos habitacionais, em geral associados a ocupação desordenada, com baixa infraestrutura e baixo acesso aos equipamentos urbanos. Belo Horizonte se tornou uma cidade fragmentada, com espaços distintos conectados por realidades diferentes de fortes contrastes sociais (CANETTIERI, 2014).

Tonucci Filho (2012), estudando os processos de urbanização e configuração espacial de Belo Horizonte e da RMBH, mostra como esses processos de periferação se deram ao longo do tempo, detalhando desde o planejamento da cidade até as transformações metropolitanas que ocorreram até o ano de 2012.

Belo Horizonte foi uma cidade totalmente planejada, incluindo a escolha do sítio onde está localizada (BORSAGLI e CASTRO, 2019) e pensada para substituir Ouro Preto, a então capital do estado e que não tinha o perfil de modernidade desejado pelas elites políticas e nem áreas disponíveis para expansão da mancha urbana. A cidade foi planejada pelo engenheiro Aarão Reis, que usando ideais positivistas¹ e de modernidade que estavam em voga na época, planejou a cidade como um “tabuleiro de xadrez”, com grandes avenidas perpendiculares, projetando uma população de 30 mil pessoas para a área interna da Avenida 17 de Dezembro (atual Avenida do Contorno) e 200.000 para o município (TONUCCI FILHO, 2012). A população estimada para Belo Horizonte no ano 2019, de acordo com IBGE (2019), é 2.512.070 pessoas, enquanto os 34 municípios da

¹ Segundo Tonucci Filho (2012) haviam três diretrizes para guiar a utopia de uma cidade concebida sob a égide dos ideais positivistas e republicanos de Ordem e Progresso: a ordenação do espaço pelo traçado geométrico das vias, o controle do espaço pela legislação urbana e pela setorização funcional, e a higiene ambiental por meio do saneamento científico.

Região Metropolitana de Belo Horizonte, somados, apresentam população de 5.354.580 pessoas.

Desde o começo, o movimento de saída/expulsão dos moradores da área central de Belo Horizonte se fez presente. Com esse fluxo, nas primeiras décadas houve uma expansão desordenada da zona suburbana à oeste e depois à leste da cidade. A ideia inicial do projeto da cidade de Belo Horizonte de ocupar o território do centro para a periferia foi subvertido pela lógica do mercado imobiliário, pelos condicionamentos impostos pelo plano e pela necessidade de assentar a população que afluía a nova capital, mas que não se enquadrava nos requisitos para habitar o espaço planejado (TONUCCI FILHO, 2012).

Com o fim da hegemonia agrário-exportadora e a reestruturação da economia em bases urbano-industriais (marcadas pela revolução de 1930 e a implantação do Estado Novo em 1937), o planejamento de Belo Horizonte nas décadas de 1940 e 1950 ficou marcado pelo fortalecimento da industrialização, com iniciativas do então prefeito Juscelino Kubitschek (JK, com mandato de 1940 a 1945) voltadas para a modernização da capital.

Na gestão de JK a regulação e o controle do espaço urbano foram enfatizados com, por exemplo, a edição de novos limites municipais, aumento do mapeamento e da fiscalização de lotes mais afastados e urbanização de áreas do entorno do Centro de BH. Porém, com a ampliação da oferta do transporte coletivo por ônibus e a criação de novos eixos viários (como a Avenida Antônio Carlos e a expansão da Avenida Amazonas), os loteamentos tiveram uma dispersão espacial fortalecida. O Centro de BH se verticalizou, expandiu e se modernizou, e com os novos eixos viários originados na área central de BH, um padrão radiocêntrico de configuração espacial se consolidou (TONUCCI FILHO, 2012).

O período que se segue, sendo representado pelos anos 1950 e 1960, é marcado pelo populismo político, dinamização do crescimento industrial e pelo golpe de 1964. É um período com forte industrialização, caracterizado pela intervenção do Estado nesse sentido e êxodo rural, o que fez aumentar a população das grandes cidades da época. A nova periferia que surge nesse período se caracteriza por um padrão precário de ocupação, com pouca infraestrutura e serviços básicos. O crescimento de Belo Horizonte passa a se concentrar nas periferias da cidade e na região metropolitana, e é marcado por uma forte favelização da capital (com 10% da população da cidade, cerca de 120.000

peças, morando em favelas em 1964), grande sobrecarga do transporte público intrarregional e aumento da dinâmica dos movimentos pendulares.

O período pós-golpe de 1964 até o final da década de 1970 foi marcado por forte crescimento econômico (seguido por uma forte queda do PIB nos anos seguintes), aumento da concentração de renda, exclusão da sociedade civil da esfera política e forte repressão policial. No período entre 1968-1973 houve o chamado “milagre econômico”, caracterizado por um forte crescimento econômico e aumento da industrialização do país. A RMBH recebeu várias iniciativas do governo visando uma maior industrialização, com a instalação de várias indústrias na região, o que dinamizou a oferta de serviços, antes concentrados no município de Belo Horizonte (TONUCCI FILHO, 2012).

Em 1973 foram criadas as Regiões Metropolitanas, pelo governo federal, com o objetivo de constituir um instrumento de intervenção federal direta sobre os centros urbanos de forma a amortecer as tensões sociais acumuladas. Foram feitos investimentos na infraestrutura viária, visando o transporte individual e o saneamento básico.

Na questão da moradia, o mercado imobiliário ganhou um forte impulso com a compra de imóveis pelas populações mais ricas como forma de investimento e com o Estado criando mecanismos que elevaram o custo dos empreendimentos (os direcionando para as populações mais ricas), o que expandiu e consolidou bairros da nova classe média e das elites, principalmente rumo ao sul da metrópole, muitas vezes avançado sobre bairros pobres. As populações de mais baixa renda basicamente ocupavam as favelas e imóveis/propriedades ocupadas, sendo que na década de 1970 uma promoção desordenada de loteamentos seu deu nas periferias. Neste mesmo momento, o regime militar cria mecanismos para o desmantelamento de favelas, o que proporcionou um movimento de grandes contingentes populacionais para a periferia e outras áreas longe do centro (TONUCCI FILHO, 2012).

Os anos seguintes (década de 1980 até meados da década de 1990) foram marcados pela crise econômica, redemocratização, estabilização monetária (plano real) e estagnação dos níveis de renda. É um período marcado pelo desmonte do projeto de industrialização centrado a partir de um Estado desenvolvimentista; aumento do desemprego e subemprego; forte atuação dos movimentos sociais e sindicais e aumento dos investimentos do Estado em transporte público.

No âmbito metropolitano, municípios periféricos da RMBH presenciaram um grande crescimento populacional, mas sem a devida geração de emprego e atração de

investimentos públicos. Foram construídos gigantescos conjuntos habitacionais pelo Estado, com reconhecimento e tentativa de regularização das favelas. O mercado imobiliário se voltou para a periferia, com loteamentos de baixa renda (em sua maioria, irregulares) e as camadas mais ricas continuando a obter propriedades no eixo sul da cidade.

Por fim, Tonucci Filho (2012) mostra que, no período entre 1990 e 2012 houve uma série de intervenções de impacto significativo na RMBH, como a expansão do Aeroporto Internacional Tancredo Neves em Confins. O que se tem visto atualmente pela RMBH é uma tendência de aumento do preço do solo, principalmente no município de Belo Horizonte e entorno e novos loteamentos em Belo Horizonte e principalmente em municípios periféricos (como Ibirité e Ribeirão das Neves).

Análise de cluster

A análise de cluster é uma técnica estatística multivariada que agrupa observações com base nas características ou variáveis em que elas são descritas. É uma análise de grupo de dados cujo objetivo é criar agrupamentos com o máximo de similaridade entre os objetos. Os grupos são criados de forma a ter o máximo de homogeneidade interna e o máximo de heterogeneidade entre si. Esta análise é feita maximizando as similaridades intra-grupos (ou internas) e minimizando as similaridades entre grupos, ou maximizando as suas diferenças (ZAIANE et. al, 2002).

Sendo uma análise de dados não-supervisionada (que não usa técnicas de verossimilhança para calcular os resultados, assim executando o procedimento em toda a base de dados analisada), a análise de cluster é muito útil para o exame de um grande grupo de dados, pois tendo em vista a dificuldade de examinar todas as combinações possíveis numa grande base de dados, essa técnica, sendo encontrada em diversos softwares, auxilia na formação dos agrupamentos.

De acordo com Zanaie (et. al., 2002), um agrupamento de cluster bem feito tem esses requisitos:

- Escalabilidade: o método de cluster utilizado deve ser apropriado para grandes bases de dados, buscando ser compatível ao tamanho dos dados utilizados.
- Versatilidade: o método de agrupamento utilizado deve ser compatível ao tipo de dado analisado, seja ele numérico, booleano (sim ou não, 0 ou 1) ou categórico.

- Habilidade para descobrir grupos com diferentes formatos: esse é um importante requisito para agrupamento de dados espaciais, pois nem sempre os agrupamentos de dados terão formato esférico.
- Facilidade de entendimento: quanto mais simples o método for para ser entendido, utilizado e analisado, mais facilmente este poderá ser aplicado em problemas e desafios cotidianos.
- Ser robusto à presença de ruído: o método deve poder ser utilizado mesmo com uma grande presença de ruídos, tal como outlets.
- Indiferença à ordem de entrada de dados: o método de agrupamento utilizado deve apresentar resultados consistentes independente da ordem em que o dado é introduzido no modelo.
- Capacidade de lidar com alta dimensionalidade: conjuntos reais de dados geralmente são multidimensionais.

Zanaie (et. al., 2003) argumenta que, historicamente, não há nenhum algoritmo que satisfaça todos esses requisitos, sendo importante entender as características dos métodos utilizados para que no processo de análise ou resolução de algum problema, aquele algoritmo mais apropriado seja utilizado.

Doni (2004) mostra 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”.

Algumas medidas de distância são aplicadas para medir a similaridade entre os dados e os grupos numa análise de agrupamentos, como por exemplo distância euclidiana, distância euclidiana quadrática, distância de Manhattan, distância de Chebychev e distância de Mahalanobis (DONI, 2004; LINDEN, 2009). Neste trabalho, será utilizada a distância euclidiana.

A distância euclidiana é a distância geométrica no espaço multidimensional, sendo um cálculo de distância de dois ou mais elementos. O cálculo de distância euclidiana de vários dados num espaço multidimensional pode ser definido por:

$$d(i, j) = \sqrt{(|x_{i1} - x_{j1}|^2 + |x_{i2} - x_{j2}|^2 + |x_{i3} - x_{j3}|^2 + \dots + |x_{in} - x_{jn}|^2)}$$

Zanaie (et. al., 2003) mostra que existem um número grande algoritmos de agrupamento, e que de maneira geral, estes algoritmos podem ser classificados em 4 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 então executa o agrupamento em células de grade. O método baseado em densidade pode gerar agrupamentos mesmo com dados dispostos de maneira arbitrária, não sendo necessário definir um número de clusters. Este método pode conectar regiões com densidade suficiente em agrupamentos (ZANAÏE ET. AL., 2003). Neste trabalho, serão utilizados métodos hierárquicos e de particionamento nos agrupamentos, e por isso, estes métodos serão melhores detalhados a seguir.

De acordo com Doni (2004), “o método hierárquico de “cluster” consiste em uma série de sucessivos agrupamentos ou sucessivas divisões de elementos, onde os elementos são agregados ou desagregados”. A representação de um cluster hierárquico se dá por um diagrama de árvore, ou “dendrograma”, onde, a origem do dendrograma, ou o ponto único em uma das suas extremidades, representa um agrupamento geral dos dados, e na outra extremidade, todos os dados estão visualizados. A visualização entre grupos se dá por ligações entre os dados/grupos. A figura 1 mostra um exemplo de dendrograma:

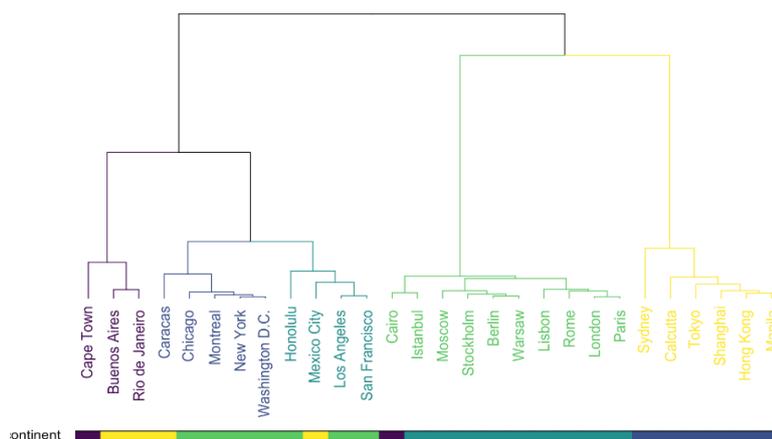
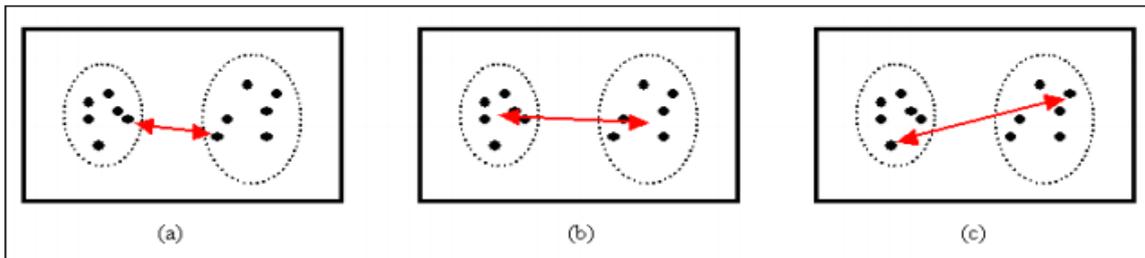


Figura 1: Exemplo de dendrograma. Fonte: udeemy.com

Existem dois tipos de métodos hierárquicos: os aglomerativos e os divisivos. No método aglomerativo, a formação dos grupos começa com cada elemento, e a cada passo, um grupo ou um elemento são ligados a um outro grupo de acordo com a sua similaridade, até a última etapa, onde é formado um único grupo. Os métodos divisivos trabalham na direção oposta dos métodos aglomerativos, ou seja, um único grupo inicial contendo todos os elementos passa por várias divisões até cada elemento inicialmente dividido formar um único grupo (DONI, 2004).

Existem várias maneiras de medir a distância entre dois clusters, sendo três as mais utilizadas: *single linkage*, cuja distância entre dois grupos é dada considerando os

seus pontos mais próximos; *average linkage*, cuja distância entre os grupos é dada pelos seus centroides e *complete linkage*, que considera a distância entre os pontos mais



distantes. Estes métodos de medição de distância não são equivalentes, podendo gerar resultados diferentes no agrupamento LINDEN (2009). A figura 2 ilustra o funcionamento dos três métodos de distância descritos:

Figura 2: Medidas de distância entre clusters. (a) *single linkage*, (b) *average linkage* e (c) *complete linkage* (LINDEN, 2009).

O método de K-Means cluster (ou k-médias) é um método não-hierárquico, ou por particionamento, desenvolvido para agrupar elementos em “K” grupos, onde “K” é a quantidade de grupos definida previamente. Este é um processo iterativo, ou seja, que se repete até chegar no resultado satisfatório. É um método mais rápido e com menos exigência de processamento em relação aos métodos hierárquicos, sendo recomendados para bases com mais de 250 dados, pois, nos métodos de particionamento, não é necessário calcular e armazenar, durante o processamento, a matriz de similaridade (DONI, 2004).

De acordo com Doni (2004) são 4 os passos executados em um agrupamento por K-Means:

1. Escolha arbitrária K elementos da base de dados como os centros iniciais dos grupos;
2. Repetição;
3. Re-atribuição de cada elemento ao grupo ao qual elemento é mais similar, de acordo com o valor médio dos elementos dos grupos;
4. Atualização das médias dos grupos, calculando o valor médio para cada elemento do grupo, até que não haja mudanças de elementos de um grupo para outro.

Algumas características desse grupo são (DONI, 2004):

- Sensibilidade à ruídos, uma vez que um elemento com valor muito discrepante da média pode distorcer a distribuição de dados;
- Tendência a formar grupos esféricos;
- O número de grupos é o mesmo durante todo o processo;

- Inadequação para descobrir grupos com formas não convexas ou de tamanhos muito diferentes.

Além de métodos *Ad Hoc*, ou de escolhas arbitrárias e/ou baseadas no conhecimento prévio ou análise prévia da distribuição dos dados, o método do cotovelo pode ser utilizado para a escolha do número de clusters. Semelhante à análise de variância (ANOVA), este método parte da premissa que a distância dos pontos incluídos em um cluster até o seu centroide tem que ser a mínima possível, sendo o método do cotovelo uma metodologia que calcula a soma dos quadrados intra-cluster (em inglês, *within-clusters sum of squares*, ou WCSS). Se a distância dos pontos até os centroides dentro dos agrupamentos é minimizada, as distâncias médias entre grupos irão aumentar, diferenciando melhor os agrupamentos.

Materiais e métodos

Neste trabalho, foram utilizados dados do censo demográfico do IBGE (2010) relativos à rendimentos por setor censitário na Região Metropolitana de Belo Horizonte. Foram obtidos dados tabulares de rendimento por setor no site do IBGE.

Após a obtenção dos dados sobre rendimento por setor censitário, os mesmos foram processados no software IBM SPSS, onde as análises de agrupamento e suas respectivas validações foram produzidas. Foram geradas análises utilizando métodos de agrupamento hierárquicos e K-Means, além de validação cruzada utilizando coeficiente de Kappa, para verificar as similaridades e diferenças entre os agrupamentos gerados.

De acordo com Silva e Paes (2012), o teste de concordância de Kappa (K) foi proposto por Jacob Cohen em 1960 com a finalidade de medir o grau de concordância entre proporções derivadas de amostras dependentes. Atuando como tomadoras de decisão, duas ou mais pessoas podem decidir sobre algum evento, porém nem sempre a concordância total entre as tomadas de decisão será atingida. O coeficiente de Kappa é calculado por: $Kappa: (P(O) - P(E)) / (1 - P(E))$, em que: P(O): proporção observada de concordâncias (soma das respostas concordantes divididos pelo total) e P(E): proporção esperada de concordâncias (soma dos valores esperados das respostas concordantes divididos pelo total). O Kappa é considerado como uma medida de concordância interobservador que permite avaliar tanto se a concordância está além do esperado tão somente pelo acaso quanto o grau dessa concordância (SILVA E PAES, 2012). O valor de Kappa pode varia de menor do que 0 até 1, onde 1 indica concordância quase perfeita e <0 indica ausência de concordância.

Para visualização espacial dos dados obtidos e processados, foram gerados mapas utilizando o software ESRI ArcGIS.

Resultados

Foram geradas análises em três níveis territoriais: municípios, distritos municipais e setores censitários. Toda a malha cartográfica utilizada, nos três níveis territoriais, é do IBGE, referente ao ano de 2010.

Os três níveis espaciais, no geral, apresentaram um mesmo padrão da distribuição espacial dos rendimentos na RMBH, com maiores rendas concentradas nos municípios de Belo Horizonte e Nova Lima, com Santa Luzia, Pedro Leopoldo, Contagem e com áreas de Brumadinho apresentando certo destaque.

A figura 3 é um mapa que mostra a distribuição espacial média dos rendimentos nos municípios e distritos da RMBH. Foi considerada a variável “valor do rendimento nominal médio mensal dos domicílios particulares permanentes (Reais)”, disponível no Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA) na tabela 3345:

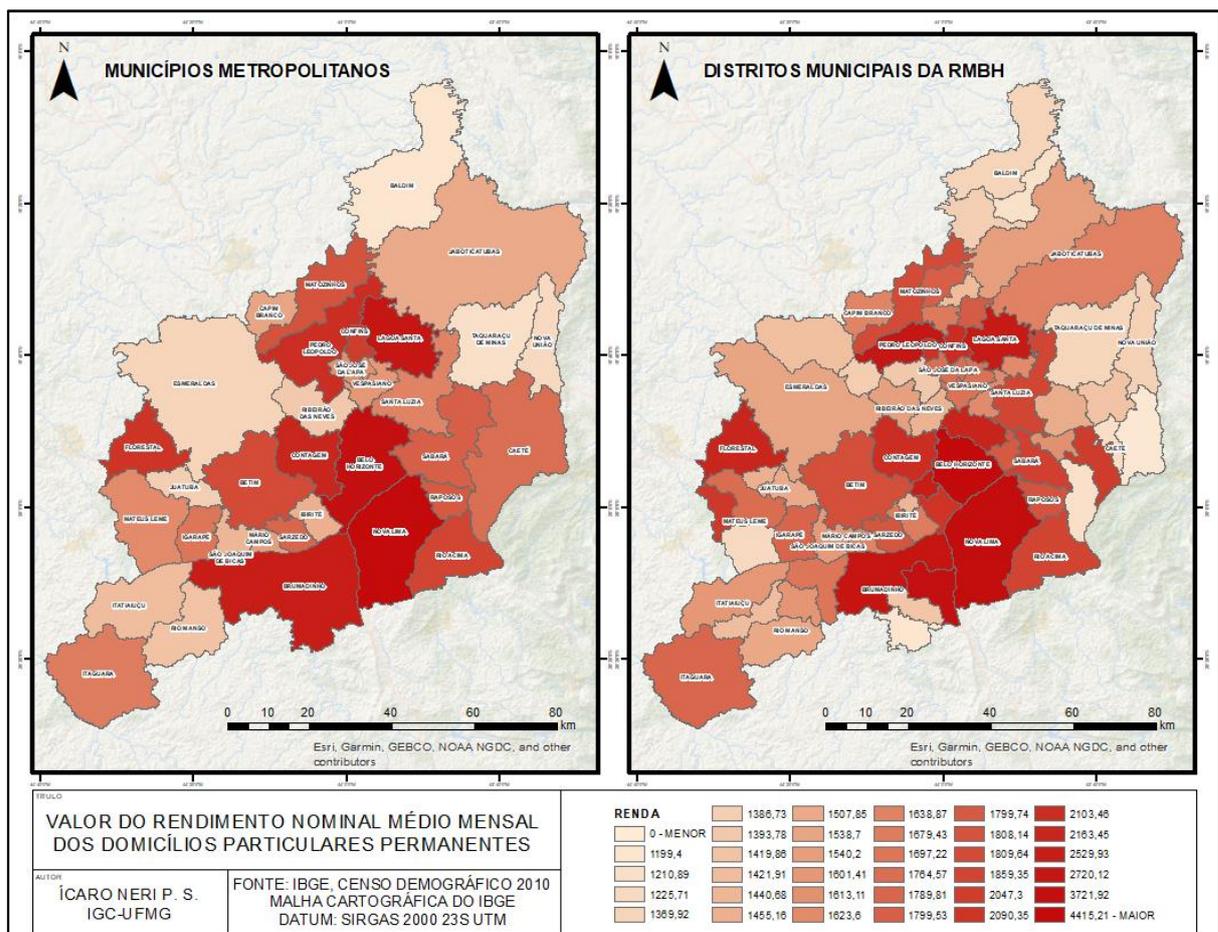
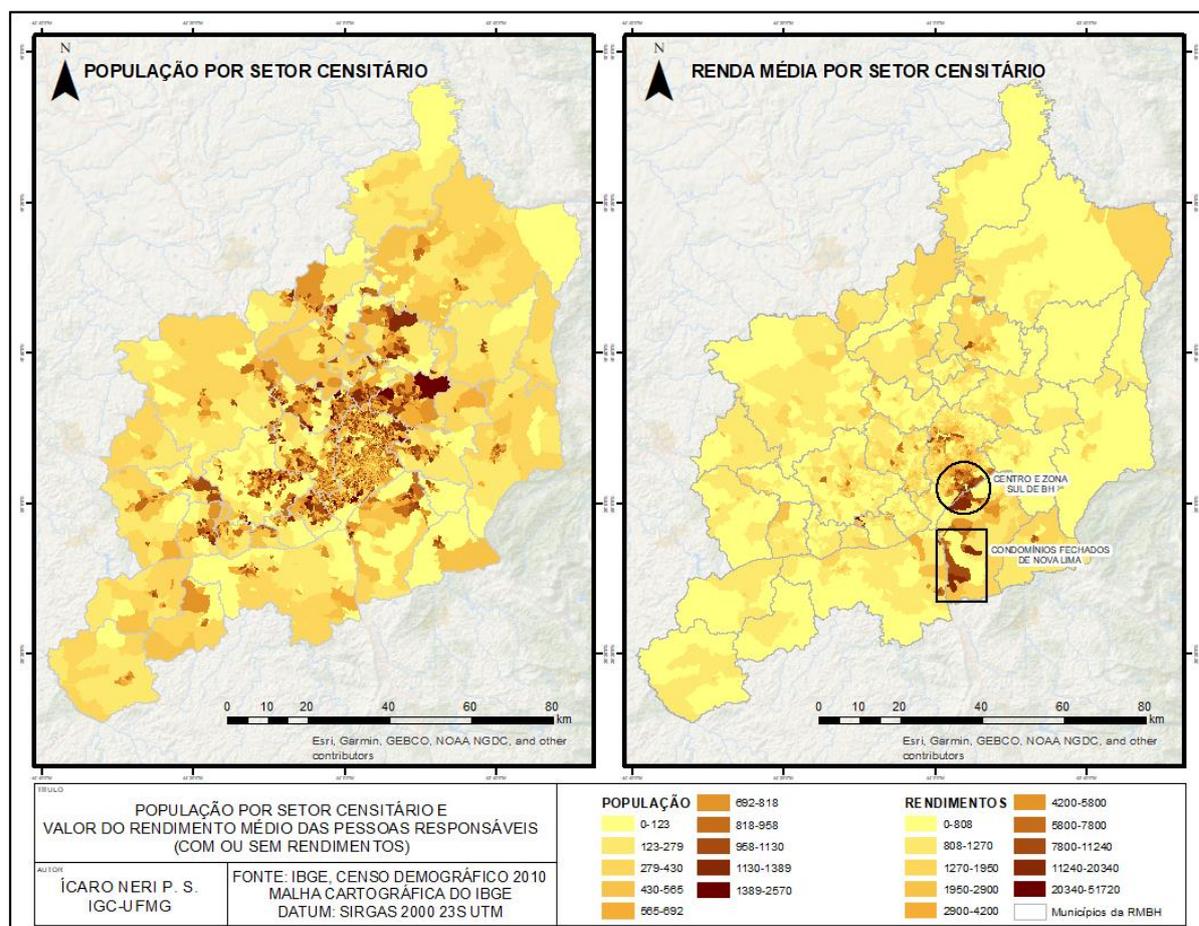


Figura 3: Valor do rendimento nominal médio dos domicílios particulares permanentes nos municípios e distritos municipais da RMBH. Salário mínimo (2010): R\$ 510,00

Os distritos que apresentaram os maiores rendimentos foram os de Nova Lima, Belo Horizonte, Brumadinho, Casa Branca (Brumadinho), Lagoa Santa, Confins e Pedro Leopoldo. Os municípios que apresentaram maiores médias de rendimento são Brumadinho, Nova Lima, Belo Horizonte, Contagem, Confins, Pedro Leopoldo e Lagoa Santa.

Porém, a distribuição de renda por setor censitário mostra uma grande concentração de renda em algumas poucas localidades, mostrando que a distribuição média de renda nos distritos e municípios é desigual. Os setores censitários que apresentaram maiores valores médios de renda estão localizando nas áreas central e sul do município de Belo Horizonte e nas suas proximidades, já no município de Nova Lima. A figura 4 mostra a população por setor censitário e a distribuição espacial dos rendimentos médios na RMBH. Para a visualização dos dados de população, foi utilizado o dado de “Moradores em domicílios particulares permanentes ou população residente em domicílios particulares permanentes” e para visualização dos dados de renda foi utilizada a variável “Valor do rendimento médio das pessoas responsáveis (com ou sem



rendimentos)” (IBGE, 2010):

Figura 4: População por setor censitário e valor do rendimento médio das pessoas responsáveis (com ou sem rendimentos). Fonte: IBGE, 2010. Salário mínimo (2010): R\$ 510,00.

Porém, a simples visualização de dados de rendimentos médios por setor censitário, mesmo que estes já estejam classificados (por distribuição geográfica, modelada no software ArcGIS), não permite uma análise melhor detalhada da distribuição da renda, pois, como será mostrado a seguir, os valores dos rendimentos médios dos setores censitários de mais alta renda são tão discrepantes dos valores médios restantes que podem ser considerados estatisticamente como “outliers”.

O agrupamento dos dados de rendimentos por distritos foi gerado utilizando “cluster hierárquico” pelo método de ligação por “*average linkage*”, ou ligação pela média. Esta metodologia foi escolhida por modelar as médias dos grupos.

O agrupamento dos dados de rendimentos por setor censitário foi gerado utilizando “cluster k-médias”, padronizado por cluster++, com 10 passos de iteração e 12 clusters definidos. A definição do número de grupos gerados na análise da distribuição da renda nos setores censitários, por questões de metodologia, comparação e processamento de dados, foi baseada no número de agrupamentos definidos para a análise da distribuição da renda nos distritos dos municípios da RMBH, que por sua vez foi baseada na análise do dendrograma gerado utilizado análise de cluster hierárquico por ligação pela média. Foram utilizadas duas “linhas de corte” para a definição dos grupos no dendrograma, uma contendo 16 grupos e outra contendo 12 grupos, logo após foram gerados dois agrupamentos por k-médias, um também contendo 16 grupos e outro contendo 12 grupos, e por fim, foi feita validação pelo coeficiente de concordância de Kappa. A validação dos agrupamentos contendo 16 grupos gerados por análise de cluster hierárquico e por k-médias contendo 16 grupos apresentou índice de concordância de 37,3%, enquanto a análise dos agrupamentos contendo 12 grupos apresentou índice de concordância de 92,9%, assim, foram então definidos que as análises de cluster por k-médias para os setores censitários conteriam 12 grupos.

A figura 5 mostra o dendrograma gerado na análise dos dados de rendimento dos distritos enquanto a figura 6 mostra os agrupamentos gerados por renda para os distritos e setores censitários na RMBH a partir dos mesmos dados utilizados nas figuras 3 e 4:

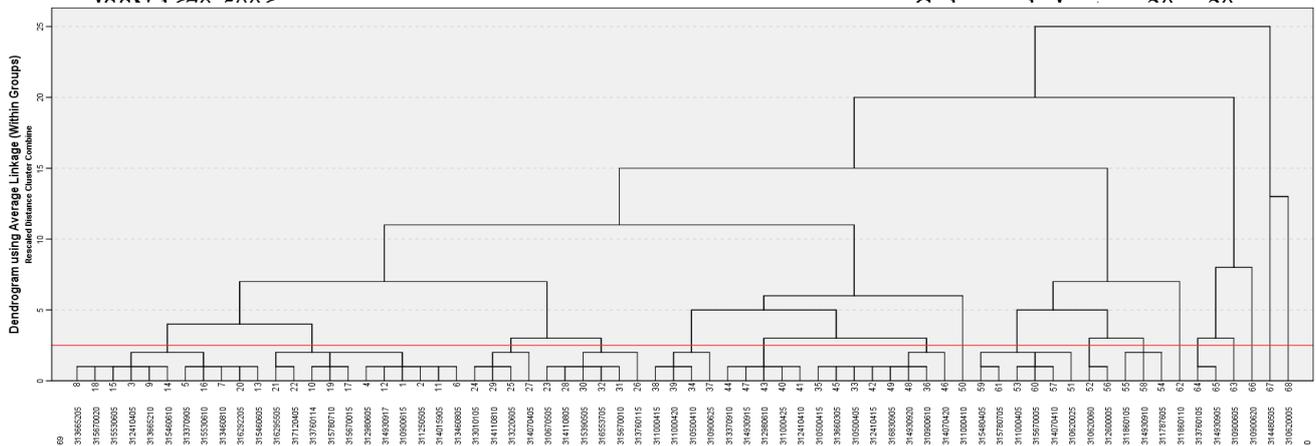


Figura 5: Diagrama de árvore (dendrograma) gerado na análise de agrupamento dos rendimentos médios dos distritos da RMBH.

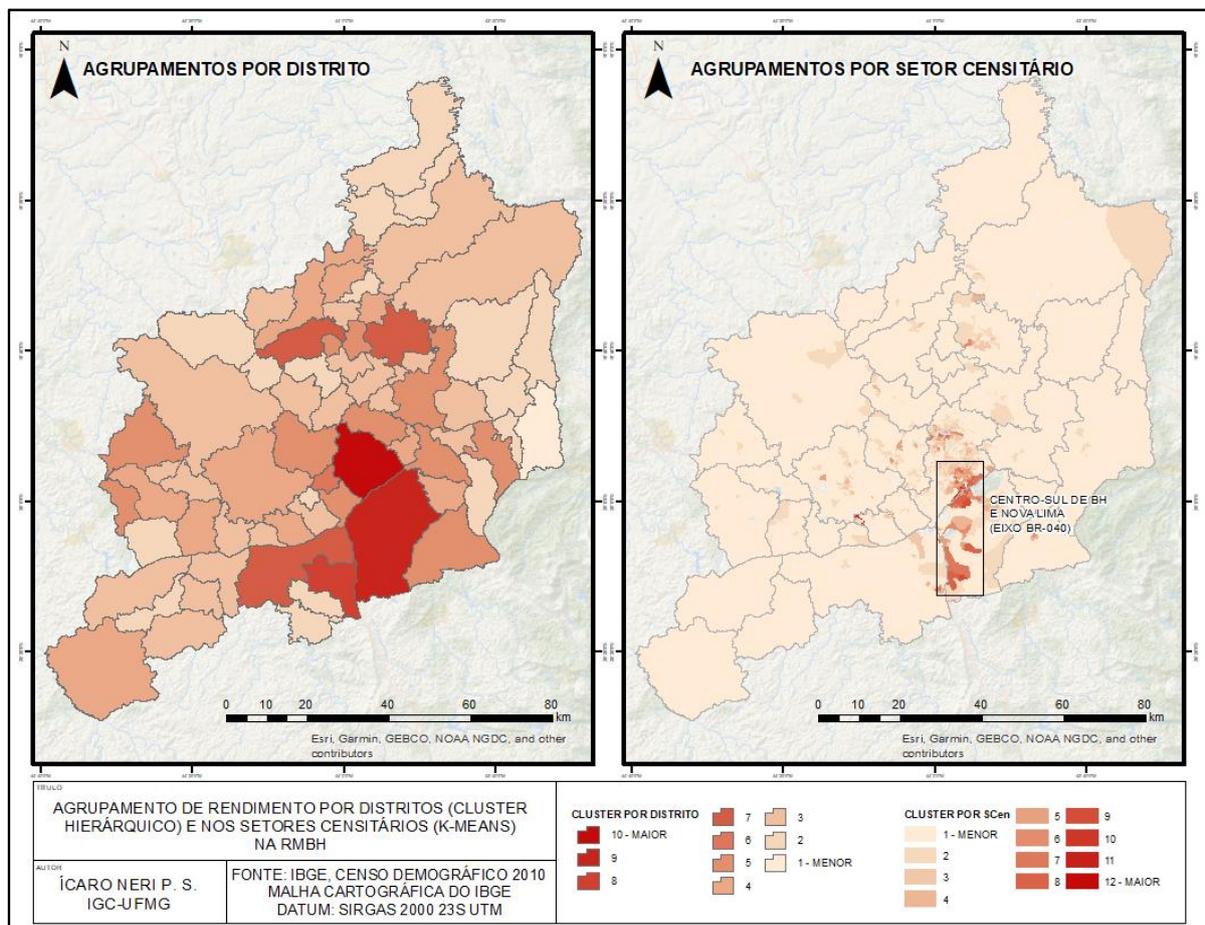


Figura 6: Agrupamento de rendimento por distritos (cluster hierárquico) e nos setores censitários (K-Means) na RMBH. Salário mínimo (2010): R\$ 510,00

O agrupamento k-médias gerado para a análise dos rendimentos médios dos distritos mostra que há grandes disparidades de rendimento médio entre os mesmos, com alguns poucos distritos com valores médios de rendimento muito maior aos outros. A discrepância de renda fica evidente quando analisadas as médias de rendimento e o número de casos por agrupamento gerado para os setores censitários: em uma contagem de 7687 setores que apresentaram alguma média de rendimento no censo de 2010 (IBGE,

2010), 5563 (72,36%) estavam no agrupamento com menor rendimento (englobando 3.590.417 pessoas), com rendimento médio de R\$ 897,92. Dos 332 setores censitários descritos como rurais, 320 apresentavam algum rendimento médio, indicando ocupação permanente, e desses 320, 303 (94,68%) se enquadravam no agrupamento de menor rendimento médio. Em contrapartida, 930 setores (englobando 542.983 pessoas) foram agrupados em clusters com rendimento médio acima de R\$ 3.556,17, e há um setor com rendimentos médios tão discrepantes que foi agrupado sozinho: caso de um setor censitário localizado no bairro Belvedere (Belo Horizonte) com rendimento médio de R\$ 51.720,43. A tabela 1 mostra os agrupamentos gerados, o número de casos por agrupamento e a renda média verificada em cada cluster enquanto a figura 7 mostra um mapa da distribuição espacial da renda média e dos agrupamentos gerados considerando a renda média por setor censitário:

Cluster	Nº Casos	Renda	População
12	1	51.720,43	632
11	1	33.702,33	12
10	3	19.009,587	2.647
9	5	15.997,102	698
8	23	13.033,992	12.683
7	41	10.368,092	25.057
6	74	8.385,6	45.168
5	127	6.767,5387	75.225
4	227	5.160,2463	132.203
3	428	3.556,1688	248.658
2	1194	2.098,841	725.980
1	5563	897,92253	3.590.417

Tabela 1: Agrupamentos gerados sobre rendimento médio nos setores censitários da RMBH, número de casos por agrupamento e renda média do agrupamento. Salário mínimo (2010): R\$ 510,00

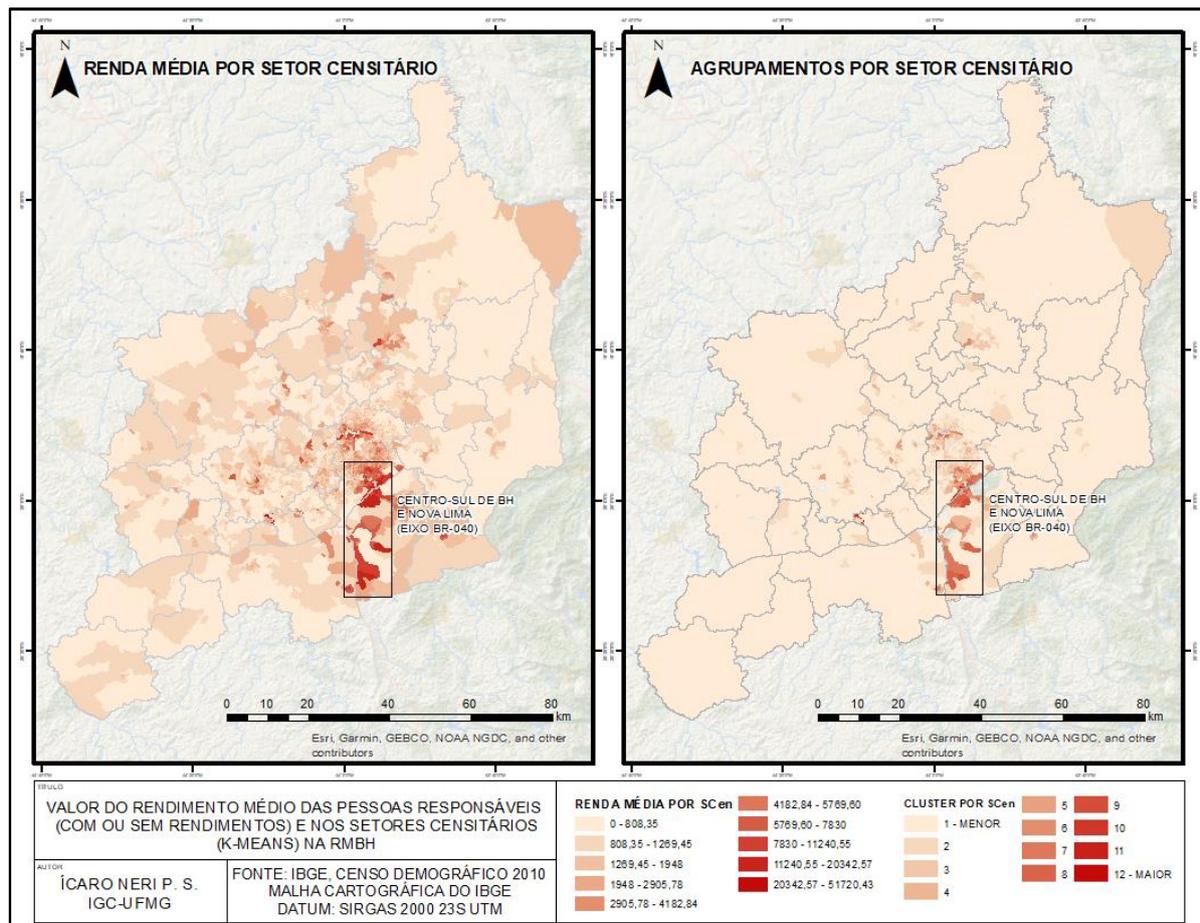


Figura 7: Rendimento médio das pessoas responsáveis (com ou sem rendimentos) e agrupamento de rendimento por setores censitários (K-Means) na RMBH. Salário mínimo (2010): R\$ 510,00

Considerações finais

Este trabalho focou na multiescalaridade como premissa básica de análise, indicando que a agregação de dados pode ocultar informações importantes nas análises quantitativas sobre o espaço e também indicando que desigualdades socioespaciais podem acontecer dentro de um mesmo recorte espacial.

A análise de cluster se mostrou satisfatória na pesquisa, se apresentando como uma ferramenta que pode ser apropriada para a análise espacial da renda.

O trabalho ajudou a evidenciar a concentração espacial de renda na Região Metropolitana de Belo Horizonte, porém é recomendado a utilização de outras abordagens e técnicas que, juntos com esse artigo, possam estudar os fenômenos relacionados à desigualdade socioespacial na RMBH e nas metrópoles brasileiras em geral.

Referências bibliográficas

CANETTIERI, T. **A produção das novas periferias metropolitanas: migração e expulsão dos pobres da RMBH na primeira década do século XXI.** 2014. 270f. Dissertação (mestrado). Pontifícia Universidade Católica. 2014.

CARDOSO, M. R. S. Produção do espaço urbano e desigualdades socioespaciais: considerações sobre o Programa Minha Casa Minha Vida na cidade de Ananindeua, Pará. **InterEspaço**, Grajáú, v.3, n.10, p.158-181, set./dez. 2017.

CARLOS, A. F. A. Diferenciação socioespacial. **Revista Cidades**, v. 4, n. 6, p. 45-60, 2007.

CORRÊA, R. L. Diferenciação sócio-espacial escala e práticas espaciais. *Revista Cidades*, v. 4, n. 6, p. 61-72, 2007.

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

ELIAS, D., PEQUENO, R. Desigualdades socioespaciais nas cidades do agronegócio. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, v. 9, n. 1. P. 25-39, 2007.

HARVEY, D. **Espaços de Esperança.** 4a ed. São Paulo: Edições Loyola, 2011.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **CENSO DEMOGRÁFICO 2010. Características da população e dos domicílios: resultados do universo.** Rio de Janeiro, IBGE, 2010.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **ESTIMATIVA DA POPULAÇÃO.** 2019. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/belo-horizonte/panorama>. Acesso em: 30 de novembro de 2019.

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

MARTINS, R. B. S. **Geotecnologias aplicadas ao estudo de desigualdades socioespaciais do espaço intraurbano goianiense (1991-2010).** 2014. 128f. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Goiás. Instituto de Estudos Socioambientais. Goiânia, 2014.

MOTTA, E. M. P. L. **Desigualdade socioespacial e o efeito-vizinhança em favelas de Belo Horizonte**. 2017. 168f. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Arquitetura. 2017.

PENNA, N. A., FERREIRA, I. B. Desigualdades socioespaciais e áreas de vulnerabilidades nas cidades. **Mercator**, Fortaleza, v. 13, n. 3, p. 25-36, set./dez. 2014.

SILVA, B. L. B. **A dinâmica dos agentes imobiliários e suas estratégias fundiárias em cidades médias: da reprodução do capital à reprodução das desigualdades socioespaciais**. 2018. 216f. Dissertação (mestrado). Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências e Tecnologia. Presidente Prudente, 2018a.

SILVA, M. P. **Faces da Metrópole: desigualdades socioespaciais e violência no Distrito de Icoaraci, Belém-PA**. 2018. 168f. Dissertação (mestrado). Universidade Federal do Pará. Instituto de Ciências Humanas. 2018b.

SILVA, R.S.; PAES, A. T. Teste de Concordância Kappa. **Educação continuada em saúde einsten**. v.10. p.165-166, 2012.

SMITH, N. **Desenvolvimento desigual. Natureza, capital e a produção de espaço**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1988.

SOJA, E. The socio-spatial dialectic. **Annals of the Association of American Geographers**, v. 70, p. 207-225, 1980.

SPOSITO, M. E. B. A produção do espaço urbano: escalas, diferenças ed esigualdades socioespaciais. In: CARLOS, A. F. A.; SOUZA M. L.; SPOSITO, M. E. B.: **A produção do espaço urbano: agentes escalas e processos, escalas e desafios**. São Paulo: Contexto, 2011.

TONUCCI FILHO, J. B. M. **Dois momentos do planejamento metropolitano de Belo Horizonte: um estudo das experiências do PLAMBEL e do PDDI-RMBH**. 2012, 235f. Dissertação (mestrado). Universidade de São Paulo. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. 2012.

VIEIRA, A. B. Desigualdades socioespaciais intraurbana: uma análise comparativa de três cidades médias – Uberlândia, São José do Rio Preto e Presidente Prudente. **Geografia em Questão**, Cascavel, v. 04, n. 01, p. 18-28, 2011.

VIEIRA, D. C. M., RODRIGUES, J. C., RODRIGUES, J. C. Mapeamento e análise de desigualdades socioespaciais: abordagem interpretativa a partir da cidade de Belém, Pará. **Geosaberes**, Fortaleza, v. 9, n.17, p. 1-21, jan./abr. 2018.

ZAIANE, O. R., FOSS, A. LEE, C-H., WANG, W. On data clustering analysis: scalability, constraints, and validation. In: Pacific-Asia Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, 6th Pacific-Asia Conference. Taipei, Taiwan. **Anais Eletrônicos**. Taipé, 2002. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/220894573_On_Data_Clustering_Analysis_Scalability_Constraints_and_Validation. Acesso em: 30 de novembro de 2019.