

Proposta de agrupamento das cidades médias brasileiras para elaboração do plano de mobilidade urbana

José Maria Dias (Universidade Federal de São Carlos) jmdias@ufscar.br
Thiago Lopes da Silva (Universidade Federal de São Carlos) thiagolopesdasilva@gmail.com
Nayara Louise Alves e Carvalho (Universidade Federal de São Carlos) nayaralouiseop@yahoo.com.br
Ricardo Coser Mergulhão (Universidade Federal de São Carlos) mergulhao@ufscar.br
José Geraldo Vidal Vieira (Universidade Federal de São Carlos) jose-vidal@ufscar.br

Resumo:

A intensa urbanização brasileira gera inúmeros desafios à Mobilidade Urbana (MU). Para superá-los, foi promulgada a Política Nacional de Mobilidade Urbana, que trouxe a obrigatoriedade de elaborar o Plano Municipal de Mobilidade Urbana (PlanMob) aos municípios com mais de 20.000 habitantes. Para financiar as ações de MU, a União lançou o PAC-2 Mobilidade – Médias Cidades, que elegeu 75 cidades com população entre 250.000 e 700.000 habitantes para estruturarem seu sistema de transporte. Diante do exposto, o estudo objetiva apresentar uma proposta de classificação destas 75 cidades através da técnica multivariada de Análise de Agrupamentos, utilizando como base os dados econômicos, demográficos e da frota extraídos de fontes secundárias disponíveis nos *websistes* do IBGE e Sebrae. A análise resultou em 3 agrupamentos. Espera-se que os resultados possam indicar às cidades suas similaridades quanto às características analisadas, facilitando a elaboração dos PlanMobs e a adoção de estratégias de MU a cada agrupamento.

Palavras chave: Análise de agrupamentos; Logística urbana; Plano de Mobilidade Urbana.

Proposal for a grouping of medium-sized Brazilian cities to prepare the urban mobility plan

Abstract

The intense Brazilian urbanization process results in numerous challenges to Urban Mobility (UM). To overcome them, was promulgated the *Política Nacional de Mobilidade Urbana*, which brought the obligation to prepare the *Plano de Mobilidade Urbana (PlanMob)* to the municipalities with more than 20,000 inhabitants. To finance the actions of UM, Brazil launched the *PAC-2 Mobilidade – Médias Cidades*, which elected 75 cities with population between 250,000 and 700,000 inhabitants to structure its transportation system. On the above, the study aims to present a proposal for classification of these cities, through the Cluster Analysis, using as a basis the economic, demographic and fleet secondary data available on the websites of the *IBGE* and *Sebrae*. The analysis resulted in 3 clusters. It is expected that the results may indicate the cities their similarities as to the characteristics analyzed facilitating the development of *PlanMobs* and Urban Mobility strategies to each cluster.

Key-words: Cluster analysis; City logistics; Urban Mobility Plan.

1. Introdução

A Mobilidade Urbana (MU) de bens e pessoas é essencial para a atividade normal das cidades, o funcionamento da economia e facilitadora do crescimento e do emprego

(LINDHOLM, 2013; FILIPE E MACÁRIO, 2011). Em seu relatório intitulado “*Planning and Design for Sustainable Urban Mobility*”, o Programa das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos, *UN-Habitat* (2013), menciona que o direito à Mobilidade Urbana é universal a todos os seres humanos e é essencial para efetiva realização prática da maioria dos outros direitos humanos básicos.

A MU pode ser associada às pessoas e bens, correspondendo às diferentes respostas dadas por indivíduos e agentes econômicos às suas necessidades de deslocamentos, consideradas as dimensões do espaço urbano e a complexidade das atividades nele desenvolvidas. Face à mobilidade, os indivíduos podem ser pedestres, ciclistas, usuários de transportes coletivos ou motoristas. Além disso, é possível utilizar-se do seu esforço direto (deslocamentos a pé) ou recorrer aos meios de transporte não motorizados (bicicletas) e motorizados (coletivos e individuais) (BRASIL, 2013).

De acordo com Ojima, Monteiro e Nascimento (2013), o Brasil é um país em estado avançado de transição urbana, o que se reflete na recente expansão da frota de veículos, facilitada pela maior oferta de crédito e melhorias na distribuição da renda (PERO e STEFANELLI, 2015). O Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia (INCT), em 2013, compilou os dados apresentados pelo Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN) e constatou que a frota brasileira saiu de 24 milhões de veículos em 2001 para atingir o patamar de 50 milhões de veículos em 2012. Isso significa, segundo a referida fonte, um aumento percentual 11 vezes superior ao crescimento da população, no mesmo período. Ademais, o Brasil é um país predominantemente urbano, com mais de 80% da população vivendo em cidades e, segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), no ano de 2030 a tendência é que esse número chegue a 91% (BRASIL, 2013).

Como resultados da expansão da frota de veículos e do aumento da população urbana, têm-se a intensificação dos congestionamentos, agravados pela ausência de investimentos significativos em transporte coletivo de massa, um dos motivos por trás das manifestações de junho de 2013 (PERO e STEFANELLI, 2015). Há outras disfunções urbanas decorrentes de tal contexto, tais como poluição ambiental, acidentes de trânsito, entre outras, que impactam diretamente ou indiretamente na qualidade de vida dos cidadãos (BRASIL, 2013).

Na busca por prover soluções aos desafios da MU, em 2012 foi promulgada no Brasil a Lei 12.587, que instituiu a Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU). No mesmo ano, o PAC-2 Mobilidade – Médias Cidades disponibilizou fontes de financiamento para ações e obras de MU em 75 cidades brasileiras. Diante do exposto, o objetivo deste estudo consiste em apresentar uma proposta de agrupamento destas cidades de acordo com suas diferentes características econômicas, demográficas e da frota provenientes de dados secundários obtidos por meio de consultas aos *websites* do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE e do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – Sebrae. Para atingir tal objetivo, será utilizada a técnica de Estatística Multivariada denominada Análise de Agrupamentos (*Clusters Analysis*), sob orientação das etapas propostas por Hair *et al.* (2005).

2. Mobilidade urbana no Brasil

O Brasil é um país de grandes dimensões territoriais, do que decorrem muitas diferenças físicas, sendo também marcado por severos contrastes de ordem econômica e social. A PNMU objetiva a integração entre os diferentes modos de transporte e a melhoria da acessibilidade e mobilidade das pessoas e cargas no território do Município. Nela, a MU é entendida como a “condição em que se realizam os deslocamentos de pessoas e cargas no espaço urbano”. Como instrumento da efetivação da PNMU, a sua aplicação prevê aos

municípios com mais de 20.000 habitantes a elaboração do Plano de Mobilidade Urbana (PlanMob). De acordo com Silva, Costa e Macedo (2008), o PlanMob constitui o estabelecimento de regulamentos, instrumentos, ações e projetos focados na organização dos transportes públicos, a circulação e os serviços de trânsito.

Lima Neto e Galindo (2013) consideram que o Brasil passa por um momento de forte presença da União na temática da MU, seja pelos investimentos via Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), seja devido à regulamentação da política, com a aprovação da PNMU. Nesse sentido, o governo brasileiro criou em 2007 o PAC para promover a retomada do planejamento e execução de grandes obras de infraestrutura social, urbana, logística e energética do país, contribuindo para o seu desenvolvimento acelerado e sustentável (BRASIL, 2016). Em julho de 2012, foi lançado o PAC-2 Mobilidade – Médias Cidades, com objetivo de melhorar o trânsito em 75 cidades de grande importância econômica e distribuídas em todo o território nacional, com população entre 250.000 e 700.000 habitantes (IBGE, 2010). O programa disponibilizou recursos via financiamento para ações e obras de Mobilidade Urbana (BRASIL, 2012b).

O PlanMob dá aos diferentes níveis (Estadual, Metropolitano e Municipal) a liberdade necessária para implementar diferentes estratégias para seus sistemas de mobilidade. No entanto, cada cidade tem características particulares, que limitam a elaboração de uma solução única para todos os problemas de mobilidade e, por isso, os planos de mobilidade devem assumir essas diferentes características e adaptar os conceitos ao contexto social, às necessidades e potenciais de cada região (SILVA, COSTA E MACEDO, 2008). É exatamente neste ponto que reside a importância de se contar com uma proposta de classificação das cidades eleitas no PAC2 Mobilidade – Médias Cidades, de modo a indicar similaridades em termos econômicos, demográficos e de frota, facilitando a elaboração de PlanMobs e, por consequência, a adoção de estratégias de MU.

3. Metodologia

O estudo foi elaborado por meio da técnica de Estatística Multivariada denominada Análise de Agrupamentos (*Clusters Analysis*), definida por Hair *et al.* (2005) como uma técnica “que reúne indivíduos ou objetos em grupos tais que os objetos no mesmo grupo são mais parecidos uns com os outros do que com os objetos de outros grupos”. A partir do seu uso, busca-se a maximização da homogeneidade entre objetos classificados dentro de um mesmo grupo (homogeneidade interna) e a maximização da heterogeneidade entre os diferentes grupos (heterogeneidade externa).

Foram coletados dados *per capita* relativos a Consumo Urbano, Domicílios Urbanos, Frota, Produto Interno Bruto (PIB), além da Densidade Populacional das 75 cidades eleitas no PAC2 Mobilidade – Médias Cidades, as quais estão listadas na Tabela 1.

| Nº | UF | Cidade | Nº | UF | Cidade | Nº | UF | Cidade |
|----|----|-------------------------|----|----|-----------------------|----|----|----------------------|
| 1 | SP | Santo André | 26 | ES | Vila Velha | 51 | PE | Caruaru |
| 2 | SP | Osasco | 27 | ES | Serra | 52 | PR | Ponta Grossa |
| 3 | PE | Jaboatão dos Guararapes | 28 | SP | São José do Rio Preto | 53 | SC | Blumenau |
| 4 | SP | São José dos Campos | 29 | AP | Macapá | 54 | BA | Vitória da Conquista |
| 5 | G | Ribeirão Preto | 30 | SP | Mogi das Cruzes | 55 | PE | Paulista |
| 6 | MG | Contagem | 31 | SP | Diadema | 56 | MG | Ribeirão das Neves |
| 7 | MG | Uberlândia | 32 | PB | Campina Grande | 57 | RJ | Petrópolis |
| 8 | SP | Sorocaba | 33 | MG | Betim | 58 | MG | Uberaba |
| 9 | SE | Aracaju | 34 | PE | Olinda | 59 | PA | Santarém |
| 10 | BA | Feira de Santana | 35 | SP | Jundiaí | 60 | PE | Petrolina |

| | | | | | | | | |
|----|----|-----------------------|----|----|-----------------|----|----|----------------------|
| 11 | MT | Cuiabá | 36 | SP | Carapicuíba | 61 | SP | Guarujá |
| 12 | MG | Juiz de Fora | 37 | SP | Piracicaba | 62 | PR | Cascavel |
| 13 | SC | Joinville | 38 | MG | Montes Claros | 63 | RR | Boa Vista |
| 14 | PR | Londrina | 39 | PR | Maringá | 64 | SP | Taubaté |
| 15 | RJ | Niterói | 40 | ES | Cariacica | 65 | SP | Limeira |
| 16 | PA | Ananindeua | 41 | SP | Bauru | 66 | MG | Governador Valadares |
| 17 | RJ | Belford Roxo | 42 | AC | Rio Branco | 67 | PR | São José dos Pinhais |
| 18 | RJ | Campos dos Goytacazes | 43 | GO | Anápolis | 68 | SP | Suzano |
| 19 | RJ | São João de Meriti | 44 | SP | São Vicente | 69 | RS | Santa Maria |
| 20 | GO | Aparecida de Goiânia | 45 | RS | Pelotas | 70 | SP | Praia Grande |
| 21 | RS | Caxias do Sul | 46 | ES | Vitória | 71 | RN | Mossoró |
| 22 | RO | Porto Velho | 47 | CE | Caucaia | 72 | RJ | Volta Redonda |
| 23 | SC | Florianópolis | 48 | RS | Canoas | 73 | PR | Foz do Iguaçu |
| 24 | SP | Santos | 49 | SP | Itaquaquecetuba | 74 | RS | Gravataí |
| 25 | SP | Mauá | 50 | SP | Franca | 75 | MT | Várzea Grande |

Fonte: Brasil. Seleção PAC Mobilidade Médias Cidades. Ministério do Planejamento (2012b)

Tabela 1 – Cidades listadas no PAC2 Mobilidade – Médias Cidades

Os dados submetidos à análise são secundários, provenientes da consulta a dois tipos de fontes, em conformidade com orientação do “PlanMob – Caderno de Referência para Elaboração de Plano de Mobilidade Urbana” (BRASIL, 2015 p.157), as quais são representadas pelos *websites* do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (<http://www.cidades.ibge.gov.br>) e do Serviço Brasileiro de apoio às Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE (<http://www.sebraeshop.com.br>).

As análises estatísticas foram realizadas mediante emprego do software *IBM SPSS Statistics* (*Statistical Package for the Social Sciences*) e, como parâmetro de orientação, foram seguidos os seis estágios propostos por Hair *et al.* (2005), tal qual se destaca na Figura 1.

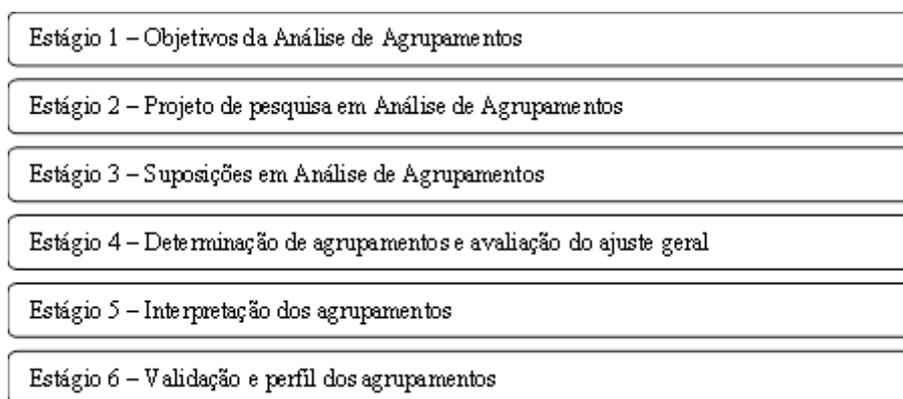


Figura 1 – Etapas da Análise de Agrupamentos

Fonte: Adaptado de Hair *et al.* (2005).

3.2.1. Objetivos da Análise de Agrupamentos

O objetivo da Análise de Agrupamentos (*Clusters Analysis*) consiste na identificação de relação entre as variáveis. Em conformidade com Hair *et al.* (2005), a partir da definição dos agrupamentos e da estrutura subjacente dos dados neles representada, o pesquisador tem um meio de revelar relações entre as observações. A Tabela 2 apresenta as variáveis coletadas para análise.

| Variável | Descrição |
|----------|--|
| X1 | Consumo Urbano <i>per capita</i> |
| X2 | Domicílios Urbanos <i>per capita</i> |
| X3 | Densidade Populacional |
| X4 | Frota de Automóveis <i>per capita</i> |
| X5 | Frota de Ônibus + Microônibus <i>per capita</i> |
| X6 | Produto Interno Bruto (PIB) Agropecuária <i>per capita</i> |
| X7 | Produto Interno Bruto (PIB) Indústria <i>per capita</i> |
| X8 | Produto Interno Bruto (PIB) Serviços <i>per capita</i> |

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 2 – Variáveis coletadas para análise

3.2.2. Projeto de pesquisa em Análise de Agrupamentos

De acordo com Hair *et al.* (2005), nesta etapa deve-se identificar qualquer observação atípica na amostra, ou seja, observações que não sejam representativas ou que possam provocar uma sub-representação. A pré-análise das variáveis coletadas mostrou valores atípicos, significativamente distintos dos demais, para as cidades de Franca e Cuiabá. Por isso, decidiu-se pela eliminação destas cidades da base de dados, sendo reduzido a 73 o número de casos. Além disso, devido à existência de diferentes escalas entre as variáveis coletadas para análise, estas foram padronizadas pelos escores Z, recurso este bastante utilizado em estatística.

3.2.3. Suposições em Análise de Agrupamentos

De acordo com Hair *et al.* (2005), todos os esforços devem ser realizados por parte do pesquisador no sentido de assegurar que a amostra seja representativa e que os resultados possam ser generalizados para a população de interesse. Ainda nesta etapa, Hair *et al.* (2005) explicam que a multicolinearidade atua como um processo de ponderação não visível para o observador, mas que afeta a análise e, por isso, deve-se analisar as variáveis. Após exclusão dos casos que apresentam valores atípicos para as variáveis da pesquisa (conforme etapa anterior), pôde-se finalmente considerar a amostra como representativa da estrutura da população.

3.2.4. Determinação de agrupamentos e avaliação do ajuste geral

Nesta etapa, o processo de partição dos dados realmente é iniciado. Deve-se “escolher o algoritmo de agrupamento usado para formar agregados e então decidir o número de agrupamentos a serem formados” (HAIR *et al.*, 2005). Ainda em conformidade com os referidos autores, os algoritmos mais utilizados para determinação dos agrupamentos se subdividem em dois métodos: 1) Método hierárquico e 2) Método não-hierárquico. Ambos foram empregados em combinação, no intento de se obter melhores análises. Primeiramente utilizou-se o Método hierárquico e, dado o propósito de assegurar tanto a validação quanto a estabilidade deste, na sequência foi utilizado o Método não-hierárquico de agrupamentos.

No que respeita ao Método hierárquico de determinação de agrupamentos, foi empregado o método aglomerativo de Distância Euclidiana ao Quadrado (mais especificamente o método de Ward) com o propósito de identificar o número de agrupamentos. Explica-se o uso deste método pela otimização da variância mínima dentro dos grupos, de modo a agrupar os objetos que provoquem um aumento mínimo da soma dos quadrados dos erros.

A Tabela 3 apresenta o esquema de aglomeração, sendo verificada uma regra de parada através do coeficiente de aglomeração (ver linha em destaque). Fez-se uso do software *Microsoft Excel* para adicionar as últimas duas colunas da Tabela 3, calculando-se o aumento da heterogeneidade entre os agrupamentos. Observa-se maior aumento da heterogeneidade entre os agrupamentos por ocasião da passagem de 4 para 3 agrupamentos.

Ao proceder à identificação da variação percentual acentuada, os resultados apontam ser apropriado optar por um total de 3 (três) agrupamentos, situação esta que supostamente melhor representa o banco de dados.

| Estágio | Cluster 1 | Cluster 2 | Coeficientes | Cluster 1 | Cluster 2 | Próximo Estágio | Proporção de aumento da heterogeneidade para o próximo Estágio | Definição do número de agrupamentos |
|-----------|-----------|-----------|------------------|-----------|-----------|-----------------|--|-------------------------------------|
| 61 | 1 | 4 | 47,81100 | 49 | 54 | 66 | 8,66119 | 12 |
| 62 | 37 | 65 | 51,95200 | 57 | 35 | 71 | 8,62912 | 11 |
| 63 | 20 | 30 | 56,43500 | 52 | 48 | 68 | 9,75636 | 10 |
| 64 | 10 | 11 | 61,94100 | 45 | 60 | 65 | 14,64942 | 9 |
| 65 | 10 | 12 | 71,01500 | 64 | 55 | 68 | 16,00366 | 8 |
| 66 | 1 | 2 | 82,38000 | 61 | 59 | 70 | 23,47657 | 7 |
| 67 | 5 | 7 | 101,72000 | 0 | 58 | 70 | 25,98407 | 6 |
| 68 | 10 | 20 | 128,15100 | 65 | 63 | 69 | 27,63693 | 5 |
| 69 | 10 | 66 | 163,56800 | 68 | 0 | 72 | 22,07217 | 4 |
| 70 | 1 | 5 | 199,67100 | 66 | 67 | 71 | 30,17814 | 3 |
| 71 | 1 | 37 | 259,92800 | 70 | 62 | 72 | 30,20067 | 2 |
| 72 | 1 | 10 | 338,42800 | 71 | 69 | 0 | - 100,00000 | 1 |

Fonte: Elaboração própria

Tabela 3 – Definição do número de agrupamentos (Método hierárquico)

Ainda neste estágio, foi selecionada no *software IBM SPSS Statistics* a opção de elaboração do dendograma, apresentado na Figura 2, onde se torna possível realizar a inspeção de observações atípicas e pequenos agrupamentos. A análise em questão não apresenta observações atípicas, já que não foram encontrados ramos que se juntaram tardiamente nos agrupamentos. Além disso, o dendograma reafirma a criação de 3 (três) agrupamentos.

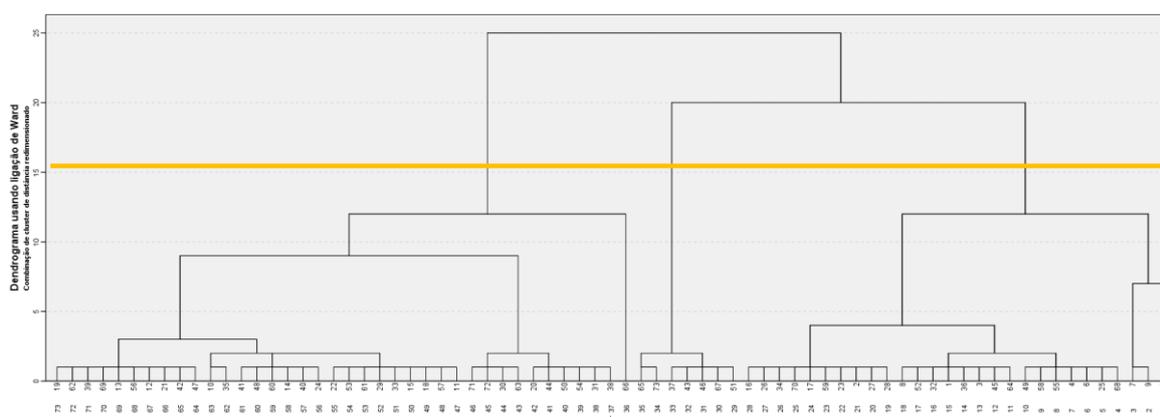


Figura 2 – Dendograma

Por ocasião da distribuição do número de casos entre os três agrupamentos formados (sendo utilizado o método de Ward), foram obtidos para os agrupamentos 1, 2 e 3, respectivamente, 28, 38 e 7 casos. Adicionalmente, foi realizada uma Análise de Variância (ANOVA), da qual

resultou a Tabela 4, que por sua vez apresenta a existência de diferenças significativas entre as variáveis distribuídas nos três agrupamentos formados. Segundo Hair *et al.* (2005), são considerados significantes variáveis com p-valor menor que 0,01. Os resultados apontam para a existência de diferenças significativas entre todas as variáveis distribuídas nos agrupamentos, com exceção à variável X6 (PIB Agropecuária *per capita*).

| | | | Soma dos Quadrados | df | Quadrado Médio | F | Sig. |
|---|--------------------------|--|--------------------|----|----------------|---------|-------|
| Consumo Urbano <i>per capita</i> | Entre Grupos (Combinado) | | 39,626 | 2 | 19,813 | 34,86 | 0 |
| | Nos grupos | | 39,785 | 70 | 0,568 | | |
| | Total | | 79,411 | 72 | | | |
| Domicílios Urbanos <i>per capita</i> | Entre Grupos (Combinado) | | 25,73 | 2 | 12,865 | 24,117 | 0 |
| | Nos grupos | | 37,341 | 70 | 0,533 | | |
| | Total | | 63,071 | 72 | | | |
| Densidade Populacional (hab/km) | Entre Grupos (Combinado) | | 58,568 | 2 | 29,284 | 137,808 | 0 |
| | Nos grupos | | 14,875 | 70 | 0,212 | | |
| | Total | | 73,443 | 72 | | | |
| Frota de Automóveis <i>per capita</i> | Entre Grupos (Combinado) | | 1,072 | 2 | 0,536 | 53,263 | 0 |
| | Nos grupos | | 0,705 | 70 | 0,01 | | |
| | Total | | 1,777 | 72 | | | |
| Frota de Ônibus + Microônibus <i>per capita</i> | Entre Grupos (Combinado) | | 1,213 | 2 | 0,607 | 8,898 | 0 |
| | Nos grupos | | 4,772 | 70 | 0,068 | | |
| | Total | | 5,985 | 72 | | | |
| PIB Agropecuária <i>per capita</i> | Entre Grupos (Combinado) | | 3,12 | 2 | 1,56 | 1,993 | 0,144 |
| | Nos grupos | | 54,789 | 70 | 0,783 | | |
| | Total | | 57,908 | 72 | | | |
| PIB Indústria <i>per capita</i> | Entre Grupos (Combinado) | | 7,438 | 2 | 3,719 | 6,06 | 0,004 |
| | Nos grupos | | 42,96 | 70 | 0,614 | | |
| | Total | | 50,398 | 72 | | | |
| PIB Serviços <i>per capita</i> | Entre Grupos (Combinado) | | 1,99 | 2 | 0,995 | 15,665 | 0 |
| | Nos grupos | | 4,446 | 70 | 0,064 | | |
| | Total | | 6,435 | 72 | | | |

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 4 – Diferença entre agrupamentos (Método hierárquico)

Após valer-se do Método hierárquico, utilizou-se o método *K-Means Cluster* como procedimento relativo ao Método não-hierárquico, no objetivo de “filtrar” ainda mais o resultado encontrado na etapa hierárquica.

As sementes iniciais são representadas pelos resultados da etapa anterior. Neste caso, tais sementes correspondem aos centróides nos 73 casos para soluções X1 a X8 para solução de 3 agregados. Na configuração obtida para o número de elementos em cada agrupamento pelo Método não hierárquico *K-Means Cluster*, tem-se para os agrupamentos 1, 2 e 3, respectivamente, um número de casos equivalente a 24, 42 e 7. Com isso, verifica-se que dois dos agrupamentos possuem, aproximadamente, o dobro do número de casos.

Novamente foi realizada a Análise de Variância (ANOVA), o que resultou na Tabela 5. Constatou-se aqui a existência de diferenças significativas entre todas as variáveis distribuídas nos três agrupamentos, com exceção à variável X6 (PIB Agropecuária *per capita*).

| | Cluster | | Erro | | F | Sig. |
|---|----------------|----|----------------|----|---------|-------|
| | Quadrado Médio | df | Quadrado Médio | df | | |
| Consumo Urbano <i>per capita</i> | 20,92 | 2 | 0,537 | 70 | 38,976 | 0 |
| Domicílios Urbanos <i>per capita</i> | 15,396 | 2 | 0,461 | 70 | 33,388 | 0 |
| Densidade Populacional (hab/km) | 29,283 | 2 | 0,213 | 70 | 137,788 | 0 |
| Frota de Automóveis <i>per capita</i> | 0,543 | 2 | 0,01 | 70 | 55,05 | 0 |
| Frota de Ônibus + Microônibus <i>per capita</i> | 0,984 | 2 | 0,057 | 70 | 17,155 | 0 |
| PIB (Agropecuária) <i>per capita</i> | 1,02 | 2 | 0,798 | 70 | 1,278 | 0,285 |
| PIB (Indústria) <i>per capita</i> | 3,302 | 2 | 0,626 | 70 | 5,277 | 0,007 |
| PIB (Serviços) <i>per capita</i> | 1,002 | 2 | 0,063 | 70 | 15,819 | 0 |

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 5 – Diferença entre agrupamentos (Método não-hierárquico)

Ao se comparar os resultados provenientes dos dois métodos de agrupamento (Método hierárquico e Método não-hierárquico), não se fez possível detectar diferenças significativas entre um e outro, o que implica que seja razoável pressupor que as análises realizadas se mostram estáveis. Conclui-se que a solução contemplando 3 (três) agrupamentos é adequada.

Com a finalidade de afirmar a heterogeneidade entre os agrupamentos obtidos a partir do perfil das variáveis, fez-se uso do teste de *Post Hoc* “*Tukey’s honestly significant difference (HSD)*”, por sua vez mostrando que a solução de 3 (três) agrupamentos apresenta heterogeneidade entre os *clusters* formados.

Por fim, foi realizada a avaliação da relação entre as variáveis que constituem os três agrupamentos formados, culminando tal análise na Figura 3, sendo esta elaborada a partir dos resultados provenientes do Método não-hierárquico de agrupamento:

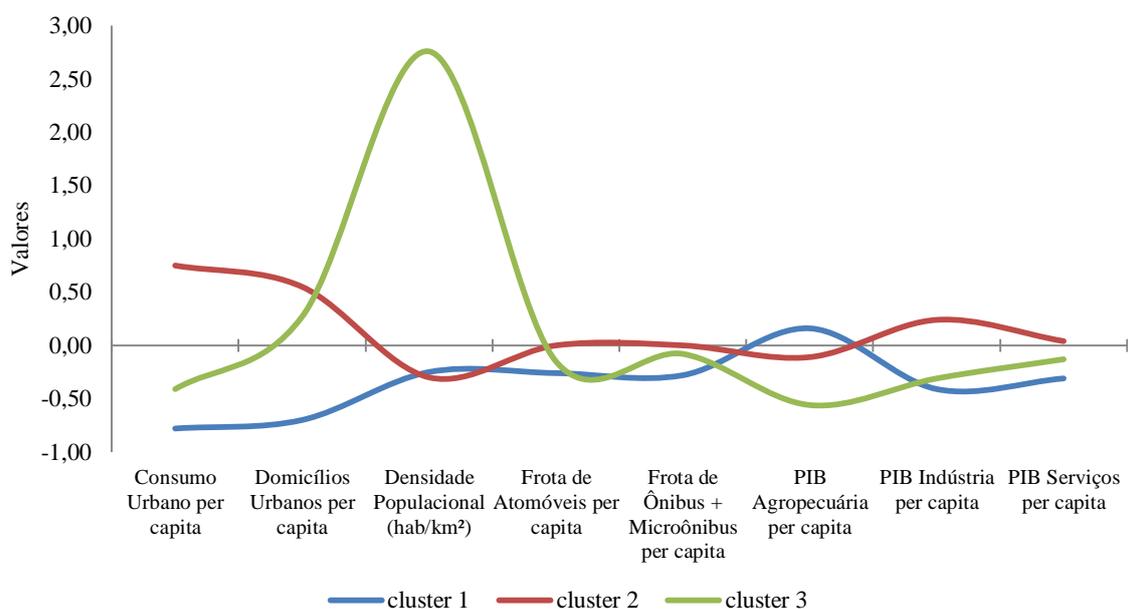


Figura 3 – Relação entre as variáveis (Método não hierárquico)

3.2.5. Interpretação dos agrupamentos

Em conformidade com Hair *et al.* (2005), o estágio de interpretação dos agrupamentos “envolve o exame de cada agrupamento em termos da variável estatística de agrupamento para nomear ou designar um rótulo que descreva precisamente a natureza dos agregados”. Em outras palavras, considera-se a significância prática dos agregados no atendimento aos objetivos da segmentação.

A Tabela 6 apresenta os três agrupamentos formados e as noemações a eles concedidas.

Tabela 6: Agrupamentos formados

| Agrupamento 1 | | Agrupamento 2 | | Agrupamento 3 | |
|---------------|-------------------------|---------------|-----------------------|---------------|--------------------|
| Menor frota | | Maior frota | | Densa | |
| UF | Cidade | UF | Cidade | UF | Cidade |
| PA | Ananindeua | GO | Anápolis | RJ | Belford Roxo |
| GO | Aparecida de Goiânia | SE | Aracaju | SP | Carapicuíba |
| RR | Boa Vista | SP | Bauru | SP | Diadema |
| PB | Campina Grande | MG | Betim | SP | Mauá |
| ES | Cariacica | SC | Blumenau | PE | Olinda |
| PE | Caruaru | RJ | Campos dos Goytacazes | SP | Osasco |
| CE | Caucaia | RS | Canoas | RJ | São João de Meriti |
| BA | Feira de Santana | PR | Cascavel | | |
| MG | Governador Valadares | RS | Caxias do Sul | | |
| SP | Guarujá | MG | Contagem | | |
| SP | Itaquaquecetuba | SC | Florianópolis | | |
| PE | Jaboatão dos Guararapes | PR | Foz do Iguaçu | | |
| AP | Macapá | RS | Gravataí | | |
| MG | Montes Claros | SC | Joinville | | |
| RN | Mossoró | MG | Juiz de Fora | | |
| PE | Paulista | SP | Jundiá | | |
| PE | Petrolina | SP | Limeira | | |
| RO | Porto Velho | PR | Londrina | | |
| MG | Ribeirão das Neves | PR | Maringá | | |
| AC | Rio Branco | SP | Mogi das Cruzes | | |
| PA | Santarém | RJ | Niterói | | |
| SP | Suzano | RS | Pelotas | | |
| MT | Várzea Grande | RJ | Petrópolis | | |
| BA | Vitória da Conquista | SP | Piracicaba | | |
| | | PR | Ponta Grossa | | |
| | | SP | Praia Grande | | |
| | | G | Ribeirão Preto | | |
| | | RS | Santa Maria | | |
| | | SP | Santo André | | |
| | | SP | Santos | | |
| | | SP | São José do Rio Preto | | |
| | | SP | São José dos Campos | | |
| | | PR | São José dos Pinhais | | |
| | | SP | São Vicente | | |

| | |
|----|---------------|
| ES | Serra |
| SP | Sorocaba |
| SP | Taubaté |
| MG | Uberaba |
| MG | Uberlândia |
| ES | Vila Velha |
| ES | Vitória |
| RJ | Volta Redonda |

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 6 – Agrupamentos formados

Cada agrupamento mostrou características específicas que influenciam a MU e as estratégias a serem adotadas nos PlanMobs. O Agrupamento 1 (“Menor Frota”) é predominantemente formado por cidades com valores médios menores para as variáveis “Frota de Automóveis *per capita*” e “Frota de Ônibus + Micro-ônibus *per capita*”. O Agrupamento 2 (“Maior Frota”) é formado por cidades que apresentam as maiores médias para as variáveis “Frota de Automóveis *per capita*”, “Consumo Urbano *per capita*”, “PIB Indústria *per capita*” e “PIB Serviços *per capita*”. No Agrupamento 3 (“Densa”), aparecem as cidades com as maiores médias para a variável “Densidade Populacional (hab/km²)”, conforme se evidencia por meio da Tabela 7.

| Variáveis (p-valor < 0,05) | Agrupamentos | | |
|---|--------------|-------------|-------|
| | MENOR FROTA | MAIOR FROTA | DENSA |
| Frota de Automóveis <i>per capita</i> | < | > | |
| Consumo Urbano <i>per capita</i> | | > | |
| Frota Ônibus + Micro-ônibus <i>per capita</i> | < | | |
| PIB Indústria <i>per capita</i> | | > | |
| PIB Serviços <i>per capita</i> | | > | |
| Densidade Populacional (hab/km ²) | | | > |
| Domicílios Urbanos <i>per capita</i> | | | |

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 7 – Agrupamentos e segmentação por variáveis

3.2.6. Validação e perfil dos agrupamentos

A validação, segundo Hair et al. (2005), “*inclui tentativas do pesquisador para garantir que a solução de agrupamentos seja representativa da população geral e, assim, seja generalizável para outros objetos e estável com o passar do tempo*”. Dessa forma, a validação dos agrupamentos foi realizada através da comparação das variáveis X1 a X8 e das variáveis de desempenho como variáveis dependentes, tendo como variáveis independentes o *Cluster number of cases*, a partir do método ANOVA. Neste caso, a solução de 3 (três) agrupamentos mostrou significância para todas as variáveis de desempenho. Os resultados da ANOVA (com p-valor<0.01) e o teste de Tukey foram completamente significativos na análise da Distância Euclidiana Quadrada para os 3 agrupamentos formados. Tomando como base os agrupamentos formados, têm-se então três grupos de cidades cujas características de MU podem ser consideradas semelhantes.

4. Resultados e considerações finais

As técnicas de Análise de Agrupamentos a que foram submetidas as 75 cidades eleitas no PAC2 Mobilidade – Médias Cidades apontam para a formação de 3 (três) agrupamentos dotados de características próprias. Cada um dos agrupamentos 3 (três) formados recebeu

uma denominação específica. Tal denominação, por sua vez, está diretamente associada às características mais marcantes de cada agrupamento.

As características de cada agrupamento, refletidas em suas respectivas denominações, demandam estratégias apropriadas de MU, que podem orientar os PlanMobs das respectivas cidades. Em decorrência das similaridades apontadas por meio desta análise, as cidades classificadas em cada agrupamento eventualmente poderiam trocar experiências naquilo que respeita às soluções de MU, a exemplo de projetos europeus (CIVITAS, SOLUTIONS, URBACT, etc.).

Referências

BRASIL. Lei Nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana; revoga dispositivos dos Decretos-Leis nos 3.326, de 3 de junho de 1941, e 5.405, de 13 de abril de 1943, da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), aprovada pelo Decreto-lei n o 5.452, de 1 de maio de 1943, e das Leis nos 5.917, de 10 de setembro de 1973, e 6.261, de 14 de novembro de 1975; e dá outras providências. 2012a. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12587.htm>. Acesso em: 26 mar. 2016.

BRASIL. *Planejamento em Mobilidade Urbana.* Ministério das Cidades, 2013. Disponível em: <http://sectordialogues.org/sites/default/files/mobilidade_urbana_web.pdf>. Acesso em: 01 mar. 2016.

BRASIL. *Seleção PAC Mobilidade Médias Cidades.* Ministério do Planejamento. 2012b. Disponível em <<http://www.pac.gov.br/noticia/1fe959af>>. Acesso em 09 mai. 2016.

BRASIL. *PlanMob – Caderno de Referencia para Elaboração de Plano de Mobilidade Urbana,* 2015. Ministério das Cidades. Disponível em: < <http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSE/planmob.pdf>>. Acesso em: 14 jun. 2016.

FILIFE, L.N., MACÁRIO, R. Elementos para a configuração de um sistema de informação para a gestão da mobilidade urbana. *Transportes* v. 19, n. 3 p. 42–48, 2011.

HAIR JR. J.F., ANDERSON, R.E., TATHAM, R.L., BLACK, W.C. Análise multivariada de dados. Porto Alegre: Bookman, 2005.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em 01 mai.2016.

INCT. Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia. Observatório das Metrôpoles. *Evolução da frota de automóveis e motos no Brasil 2001-2012.* (2013) Rio de Janeiro, out.

LIMA NETO, V. C.; GALINDO, E. P. Planos de mobilidade urbana: instrumento efetivo da política pública de mobilidade?. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada Ipea. Disponível em <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/5274/1/td_2115.pdf>. Acesso em 21 abr. 2016.

LINDHOLM, M. Urban freight transport from a local authority perspective—a literature review. *European Transport \ Trasporti Europei* (2013) Issue 54, Paper n° 3, 2013.

MARTINE, G.; OJIMA, R.; FIORAVANTE, E. F. *Transporte individual, dinâmica demográfica e meio ambiente.* (2012) In: MARTINE, R. G. et al. População e sustentabilidade na era das mudanças ambientais globais. Campinas: ABEP, p. 175-185.

OJIMA, R.; MONTEIRO, F. F.; NASCIMENTO, T. C. L. Deslocamentos pendulares, reestruturação produtiva e o consumo do espaço na urbanização brasileira: explorando o tempo de deslocamento casa-trabalho. In: Simpósio Nacional de Geografia Urbana, 13, Rio de Janeiro, nov. 2013.

PERO, V.; STEFANELLI, V. A questão da mobilidade urbana nas metrôpoles brasileiras. (2015) *Revista de Economia Contemporânea.* [online]. v.19, n.3, p.366-402.

SEBRAE, Potencial de Consumo. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Disponível em <http://www.sebraeshop.com.br/potencial_consumo/>. Acesso em 10 dez. 2015.

SILVA, A.N.R., COSTA, M.S., MACEDO, M.H. Multiple views of sustainable urban mobility: The case of Brazil. *Transport Policy*, v. 15, n. 6, p. 350-360, 2008.

UN-HABITAT. *Planning and design for sustainable urban mobility: Global report on human settlements* (2013). Disponível em <<http://unhabitat.org/books/planning-and-design-for-sustainable-urban-mobility-global-report-on-human-settlements-2013/>>. Acesso em 26 mai. 2015.